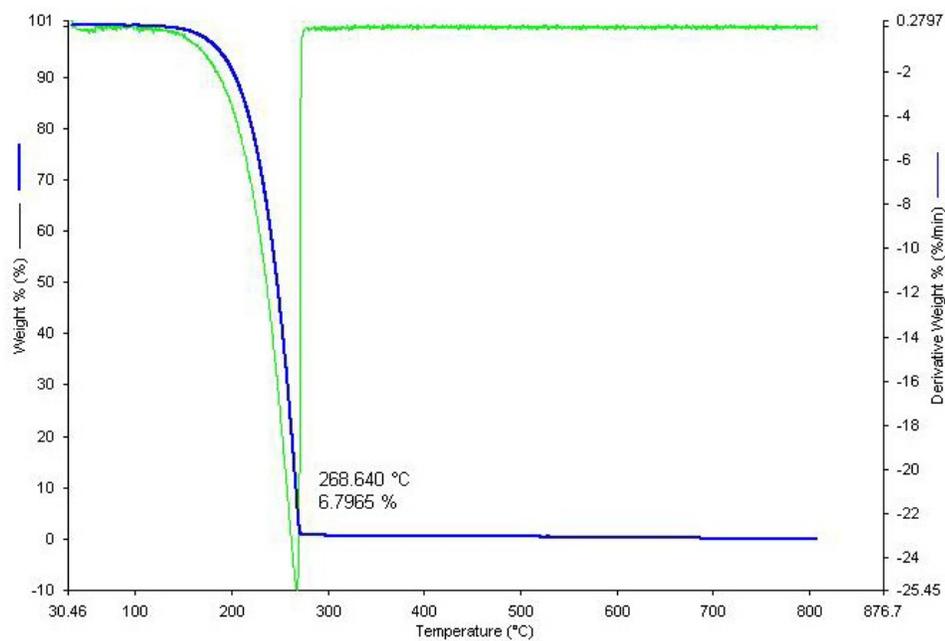


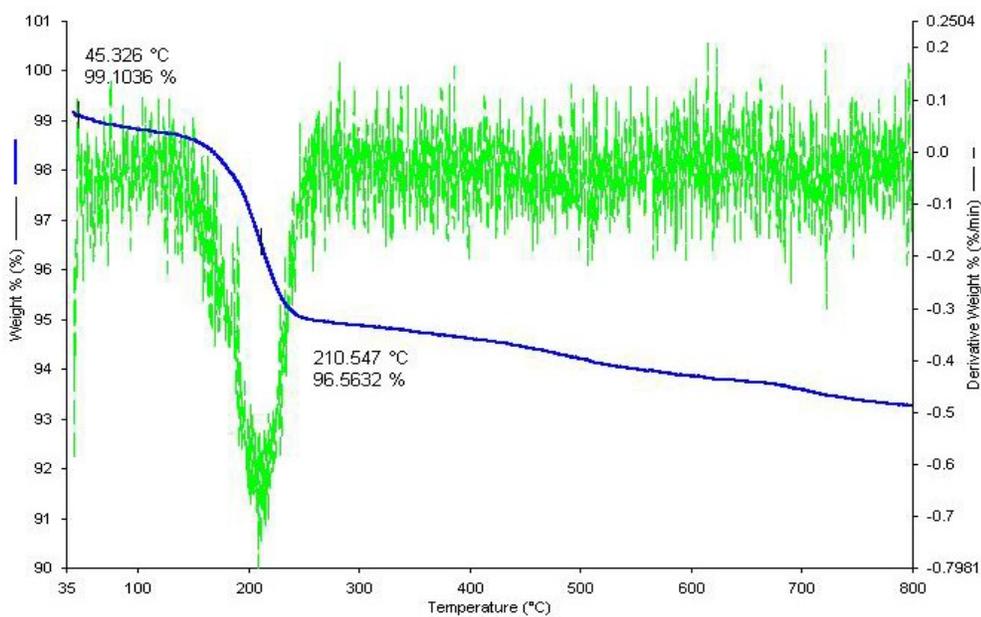
**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก.

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเฟสของอโซโทลิตินและซิลิกา-อโซโทลิติน  
ด้วยเทคนิค Thermal Gravimetric Analysis



รูปที่ ก1 กราฟการเปลี่ยนแปลงเฟสของออโรโทลิดีน โดยวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Thermal Gravimetric Analysis



รูปที่ ก2 กราฟการเปลี่ยนแปลงเฟสของซลิคา-ออโรโทลิดีน ร้อยละการเคลือบ 4 % โดยวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Thermal Gravimetric Analysis

ภาคผนวก ข.

วิเคราะห์การกระจายตัวของอนุภาคซีลีกาและซีลีกา – ออโรโทลิดีน  
ด้วยเทคนิค **light scattering analysis**

ตารางที่ ๗1 การกระจายตัวของอนุภาคซิลิกาที่เตรียมจากแกลบข้าว

Size (Lo) ( $\mu\text{m}$ )	Result In (%)	Size (Hi) ( $\mu\text{m}$ )	Result Below (%)
0.05	0.00	1.32	0.00
1.32	0.00	1.60	0.00
1.60	0.04	1.95	0.05
1.95	0.21	2.38	0.25
2.38	0.56	2.90	0.81
2.90	1.16	3.53	1.97
3.53	2.07	4.30	4.04
4.30	3.28	5.24	7.31
5.24	4.71	6.39	12.03
6.39	6.24	7.78	18.27
7.78	7.53	9.48	25.80
9.48	8.51	11.55	34.31
11.55	9.05	14.08	43.36
14.08	9.15	17.15	52.51
17.15	8.93	20.90	61.45
20.90	8.47	25.46	69.92
25.46	7.83	31.01	77.75
31.01	6.91	37.79	84.66
37.79	5.67	46.03	90.33
46.03	4.21	56.09	94.54
56.09	2.72	66.33	97.27
66.33	1.49	83.26	98.75
83.26	0.65	101.44	99.40
101.44	0.21	123.59	99.61
123.59	0.06	150.57	99.67
150.57	0.06	183.44	99.73
183.44	0.09	223.51	99.82
223.51	0.09	272.31	99.91
272.31	0.07	331.77	99.98
331.77	0.02	404.21	100.00
404.21	0.00	492.47	100.00
492.47	0.00	600.00	100.00

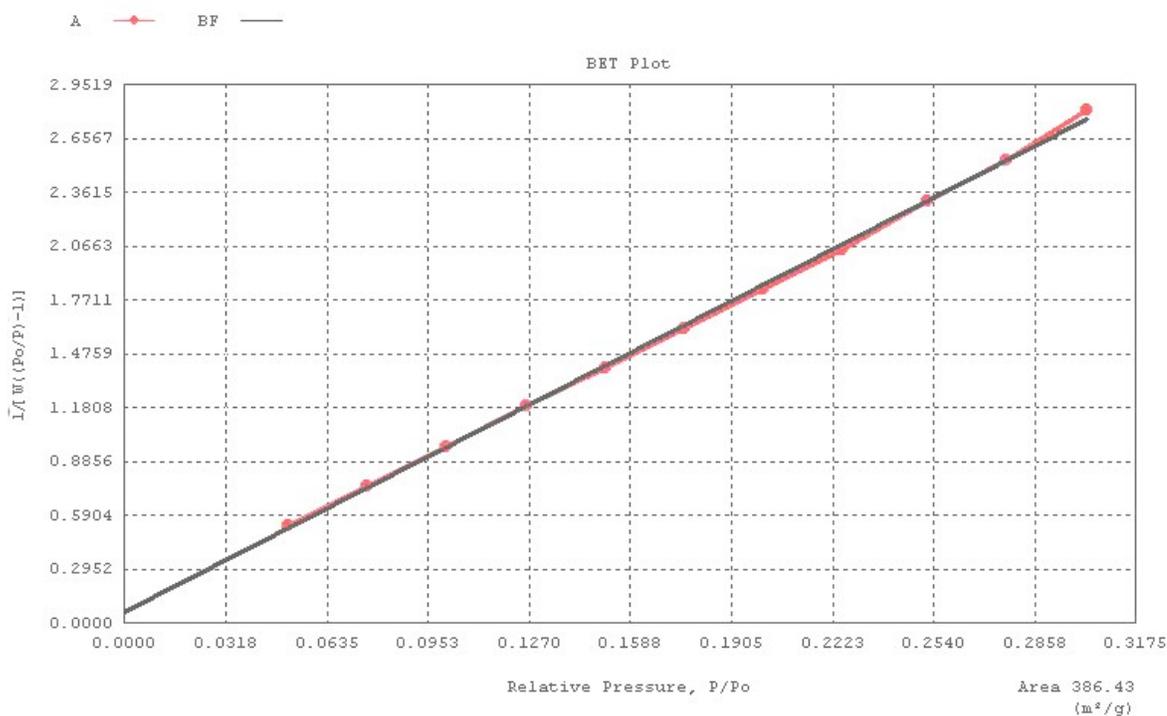
ตารางที่ ข2 การกระจายตัวของอนุภาคซิลิกา- ออโรโทลิตีน ด้วยร้อยละการเคลื่อนที่ 0.10 % (w/w)

Size (Lo) ( $\mu\text{m}$ )	Result In (%)	Size (Hi) ( $\mu\text{m}$ )	Result Below (%)
0.05	0.00	1.32	0.00
1.32	0.01	1.60	0.01
1.60	0.07	1.95	0.09
1.95	0.24	2.38	0.32
2.38	0.59	2.90	0.92
2.90	1.21	3.53	2.12
3.53	2.16	4.30	4.28
4.30	3.43	5.24	7.72
5.24	4.97	6.39	12.69
6.39	6.63	7.78	19.32
7.78	8.08	9.48	27.40
9.48	9.16	11.55	36.56
11.55	9.67	14.08	46.23
14.08	9.57	17.15	55.80
17.15	9.01	20.90	64.81
20.90	8.15	25.46	72.79
25.46	7.18	31.01	80.14
31.01	6.08	37.79	86.22
37.79	4.83	46.03	91.05
46.03	3.53	56.09	94.58
56.09	2.31	66.33	96.89
66.33	1.33	83.26	98.22
83.26	0.70	101.44	98.92
101.44	0.38	123.59	99.31
123.59	0.27	150.57	99.57
150.57	0.21	183.44	99.78
183.44	1.14	223.51	99.93
223.51	0.06	272.31	99.00
272.31	0.10	331.77	100.00
331.77	0.00	404.21	100.00
404.21	0.00	492.47	100.00
492.47	0.00	600.00	100.00

ภาคผนวก ค.

วิเคราะห์หาปริมาณพื้นที่ผิวและขนาดรูพรุนของ  
อนุภาคซิลิกาที่เตรียมจากแกลบข้าวด้วยเครื่อง Autosorb

<b>Sample ID :</b>	SiO <sub>2</sub>				
<b>Description</b>	Ad 20, De 20, BET 11				
<b>Comments</b>					
<b>Sample weight</b>	0.0207 g				
<b>Adsorbate</b>	NITROGEN	<b>Outgas temp</b>	350.0 °C	<b>Operator</b>	Offrie
<b>Cross-Sec Area</b>	16.2 Å <sup>2</sup> /molecule	<b>Outgas temp</b>	8.0 hrs	<b>Analysis Time</b>	838.6 min
<b>NonIdeality</b>	6.580E-05	<b>P/Po Toler</b>	0	<b>End of Run</b>	09/15/2006 05:37
<b>Molecular Wt</b>	28.0134 g/mol	<b>Equil Time</b>	3	<b>File Name</b>	490914_1 RAW
<b>Station #</b>	1	<b>Bath Temp.</b>	77.40		

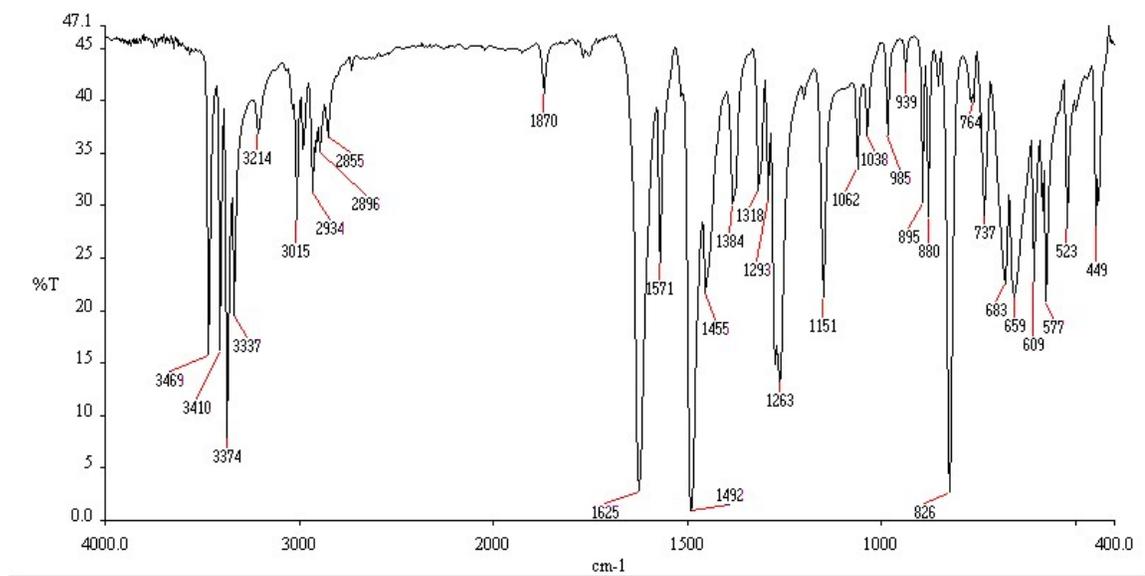


รูปที่ ๑1 Bet plot ของอนุภาคซิลิกาที่เตรียมจากแกลบข้าว โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องด้วยเครื่อง Autosorb

**ภาคผนวก ง.**

วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของอโซโทลิติน

ด้วยเทคนิค Fourier transforms infrared Spectrometry



รูปที่ ๑1 สเปกตรัม FT-IR ของอโธโทลิดีน

ภาคผนวก จ.

เปรียบเทียบชิลิกาที่เตรียมจากแอลบช้ากับชิลิกาในทางการค้า

ตารางที่ จ1 เปรียบเทียบซิลิกาที่เตรียมจากแกลบข้าวกับซิลิกาในทางการค้าชนิดต่างๆ 151]

ชนิด	Purity (%)	pH value	Residual water content (%)	Specific Surface Area (m <sup>2</sup> /g)	Pore Volume (mL/g)	Bulk Density (g/mL)	Metal traces (ppm)
1. ซิลิกาที่เตรียมจากแกลบข้าว	99.4	-	-	386.43 m <sup>2</sup> /g	-	-	Na : 3916.3 Mg : 184.9 Al : 1393.1 Ca : 720.7 Cr < 1.4 Mn : 20.5 Fe < 32 Co : 324.4 Ni < 3.5 Cu < 16 Zn : 277.0 Sr : 6.6 Mo < 0.4 Cd < 0.4

ตารางที่ จ1 (ต่อ)

ชนิด	Purity (%)	pH value	Residual water content (%)	Specific Surface Area (m <sup>2</sup> /g)	Pore Volume (mL/g)	Bulk Density (g/mL)	Metal traces
<u>2. Silica Gel Granular</u>							
2.1 Silica Gel, Premium Rf	99.95	6 - 7	5	500	0.8	0.5 18-32µm, 32-63µm, 40-63µm : 0.4	Na : 200 ppm Ca : 180 ppm Fe : 34 ppm Mg : 40 ppm
2.2 Silica Gel, Standard Grade							
2.2.1 Silica Gel, Standard Grade – Flash Chromatography & Gravity		6.5-7.5	0.2	500 - 600		63-200µm : & 200-500µm :0.5	Na : 0.015 % Ca : 0.1 % Fe : 0.005 % SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : 0.05 % Al : 0.02 % Cl : 0.002 %

## ตารางที่ จ1 (ต่อ)

ชนิด	Purity (%)	pH value	Residual water content (%)	Specific Surface Area (m <sup>2</sup> /g)	Pore Volume (mL/g)	Bulk Density (g/mL)	Metal traces
2.2.2 Silica Gel, Standard Grade - MPLC		7	0.2	500 - 600		12-26µm : 0.4	
2.2.3 Silica Gel, Standard Grade - Active		7	0.2	500 - 600		18-32µm : & 32-63µm : 0.4 63-200µm:0.5	
2.3 Silica Gel, Technical Grade							
<u>3. Silica Gel Spherical</u>							
3.1 Spherical		7.8	6.43	272	0.81	0.51	Na : 298 µg/g Ca : 90 µg/g Fe : 18 µg/g
3.2 Granular		7.5	1.65	281	1.14	0.40	Na : 530 µg/g Ca : 1100 µg/g Fe : 60 µg/g

ตารางที่ จ1 (ต่อ)

ชนิด	Purity (%)	pH value	Residual water content (%)	Specific Surface Area (m <sup>2</sup> /g)	Pore Volume (mL/g)	Bulk Density (g/mL)	Metal traces
<u>4. Silica Gel Micro Spherical</u>	99.95	< 7	< 2	70Å : 480 100Å : 270 200Å : 130 300Å : 80 500Å : 55 800Å : 45 1000Å : 30	0.8		Na : 65 ppm Ca : 110 ppm Fe : 4 ppm Pb : < 1ppm
<u>5. Silica Bonded Phases</u>							
5.1 Granular	99.8	6 - 7		500	0.8	0.5	
5.2 Spherical	99.8	6 - 7			0.8	0.45	
5.3 Micro Spherical							

**ภาคผนวก ฉ.**

**ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหลอดตรวจวัด**

ตารางที่ ๑๑ การศึกษาร้อยละการเคลือบอซิโทลิคีนที่เหมาะสมของหลอดตรวจวัด โดยทดสอบกับคลอรีนอิสระความเข้มข้น 50 ppm

ร้อยละการเคลือบ (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
0.01 A	1	n.a.	20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	20	n.a.	n.a.	n.a.	45.0	20	45.0	45.0	45.0
	2	n.a.					n.a.					45.0				
	3	n.a.					n.a.					45.5				
	4	n.a.					n.a.					44.0				
	5	n.a.					n.a.					44.0				
	6	n.a.					n.a.					45.0				
	7	n.a.					n.a.					45.0				
	8	n.a.					n.a.					45.0				
	9	n.a.					n.a.					45.0				
	10	n.a.					n.a.					44.5				
0.01 B	1	n.a.	20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	20	n.a.	n.a.	n.a.	45.0	20	45.0	45.0	45.0
	2	n.a.					n.a.					45.5				
	3	n.a.					n.a.					45.0				
	4	n.a.					n.a.					46.0				
	5	n.a.					n.a.					45.0				
	6	n.a.					n.a.					45.0				
	7	n.a.					n.a.					45.0				
	8	n.a.					n.a.					45.0				
	9	n.a.					n.a.					45.0				
	10	n.a.					n.a.					45.5				

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ร้อยละการ เคลือบ  (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
0.05 A	1	15.0	20	15.5	16.0	15.5	13.0	20	13.1	13.0	13.0	22.0	20	22.6	22.5	22.5
	2	14.5					13.2					22.5				
	3	15.0					13.0					22.5				
	4	15.5					13.0					23.0				
	5	16.0					13.0					23.0				
	6	15.0					12.5					22.5				
	7	15.5					13.5					22.5				
	8	15.0					13.2					22.0				
	9	16.0					12.8					22.5				
	10	14.5					13.0					22.0				
0.05 B	1	16.0	20	15.5	16.0	15.5	13.5	20	13.1	13.0	13.0	22.5	20	22.6	22.5	22.5
	2	16.0					13.0					23.0				
	3	15.5					13.0					23.0				
	4	16.0					13.0					22.5				
	5	16.0					13.0					23.0				
	6	16.0					13.5					22.0				
	7	16.0					13.5					23.0				
	8	15.5					13.5					23.0				
	9	15.0					13.0					22.5				
	10	15.5					13.5					22.0				

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ร้อยละการเคลือบ (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
0.10 A	1	11.0	20	11.0	11.0	11.0	11.0	20	11.1	11.0	11.0	16.5	20	16.8	17.0	17.0
	2	10.5					11.0					16.5				
	3	11.5					11.0					17.0				
	4	12.0					10.5					17.0				
	5	11.0					11.5					17.0				
	6	11.0					11.5					17.0				
	7	11.5					10.9					16.0				
	8	11.5					11.0					17.5				
	9	10.5					11.0					17.0				
	10	11.0					11.2					17.0				
0.10 B	1	11.0	20	11.0	11.0	11.0	11.5	20	11.1	11.0	11.0	16.0	20	16.8	17.0	17.0
	2	11.0					11.0					16.0				
	3	12.0					11.0					16.5				
	4	10.5					11.0					17.0				
	5	10.5					11.0					17.0				
	6	11.0					11.5					17.0				
	7	11.0					11.5					17.0				
	8	10.5					11.0					17.0				
	9	10.5					11.0					17.0				
	10	11.0					11.5					16.5				

ตารางที่ ฉ1 (ต่อ)

ร้อยละการเคลือบ (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
0.50 A	1	6.0	20	6.5	7.0	6.5	10.0	20	10.1	10.0	10.0	9.0	20	9.1	9.0	9.0
	2	6.5					10.3					9.0				
	3	7.0					10.0					9.5				
	4	6.0					9.8					9.0				
	5	5.5					10.0					10.0				
	6	6.0					10.3					9.0				
	7	6.0					10.0					9.0				
	8	6.0					10.0					9.0				
	9	5.5					10.2					8.5				
	10	6.0					10.0					9.0				
0.50 B	1	7.0	20	6.5	7.0	6.5	10.0	20	10.1	10.0	10.0	10.0	20	9.1	9.0	9.0
	2	7.0					10.0					9.0				
	3	6.5					10.0					9.5				
	4	7.0					10.5					8.5				
	5	7.0					10.0					9.0				
	6	7.0					10.0					9.0				
	7	6.5					10.5					9.0				
	8	7.0					10.0					9.0				
	9	7.0					10.5					9.0				
	10	7.0					10.0					9.0				

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ร้อยละการ เคลือบ  (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
1.00 A	1	5.0	20	5.1	5.0	5.0	5.0	20	5.1	5.0	5.0	5.0	20	5.0	5.0	5.0
	2	5.5					5.0					5.5				
	3	4.5					5.2					4.5				
	4	5.0					4.7					5.5				
	5	5.0					5.0					5.0				
	6	5.0					5.5					5.0				
	7	5.5					5.0					5.0				
	8	5.5					5.0					5.0				
	9	5.0					5.2					5.0				
	10	4.5					4.7					5.0				
1.00 B	1	5.5	20	5.1	5.0	5.0	5.5	20	5.1	5.0	5.0	5.5	20	5.0	5.0	5.0
	2	5.0					5.0					5.0				
	3	5.0					5.0					4.5				
	4	5.0					5.0					4.5				
	5	5.0					5.0					5.0				
	6	5.0					5.0					5.0				
	7	5.0					5.5					5.0				
	8	5.0					5.0					5.0				
	9	5.0					5.0					5.0				
	10	5.5					5.5					5.0				

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ร้อยละการ เคลือบ  (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
2.00 A	1	2.5	20	2.5	2.5	2.5	2.5	20	2.4	2.5	2.5	4.5	20	4.0	4.0	4.0
	2	2.5					2.4					4.0				
	3	2.5					2.5					4.0				
	4	2.0					2.5					4.0				
	5	3.0					2.3					4.0				
	6	2.5					2.5					4.0				
	7	2.5					2.5					4.0				
	8	3.0					2.5					4.0				
	9	2.5					2.5					3.5				
	10	2.0					2.6					4.0				
2.00 B	1	2.5	20	2.5	2.5	2.5	2.5	20	2.4	2.5	2.5	4.0	20	4.0	4.0	4.0
	2	2.5					2.5					4.5				
	3	2.5					2.5					4.5				
	4	2.5					2.5					3.5				
	5	2.5					2.5					4.0				
	6	2.5					2.0					4.0				
	7	2.5					2.0					4.0				
	8	2.5					2.5					4.0				
	9	2.5					2.5					4.0				
	10	2.5					2.5					4.0				

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ร้อยละการ เคลือบ  (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
3.00 A	1	2.0	20	2.1	2.0	2.0	2.0	20	2.0	2.0	2.0	3.5	20	3.5	3.5	3.5
	2	2.0					2.0					3.5				
	3	2.0					2.0					3.0				
	4	2.0					2.0					4.5				
	5	2.0					2.0					3.5				
	6	2.5					2.0					3.5				
	7	1.5					2.0					3.5				
	8	2.0					2.3					3.5				
	9	2.0					2.0					3.5				
	10	2.5					2.0					3.5				
3.00 B	1	2.0	20	2.1	2.0	2.0	2.0	20	2.0	2.0	2.0	3.5	20	3.5	3.5	3.5
	2	2.0					2.0					3.5				
	3	2.0					2.0					3.0				
	4	2.0					2.0					3.0				
	5	2.0					2.0					3.5				
	6	2.5					2.0					3.5				
	7	2.0					2.0					3.5				
	8	2.5					2.0					3.5				
	9	2.0					2.0					4.0				
	10	2.0					2.0					3.5				

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ร้อยละการ เคลือบ  (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
4.00 A	1	1.0	20	1.1	1.0	1.0	1.5	20	1.5	1.5	1.5	2.5	20	2.5	2.5	2.5
	2	0.5					1.5					2.0				
	3	1.0					1.5					2.5				
	4	1.0					1.5					2.5				
	5	1.0					1.5					2.5				
	6	1.5					1.5					3.0				
	7	1.0					1.5					2.5				
	8	1.0					1.5					2.5				
	9	1.5					1.5					2.5				
	10	1.0					1.5					3.0				
4.00 B	1	1.0	20	1.1	1.0	1.0	1.5	20	1.5	1.5	1.5	2.0	20	2.5	2.5	2.5
	2	1.0					1.5					2.5				
	3	1.0					1.5					2.5				
	4	1.0					1.5					3.0				
	5	1.0					1.5					2.0				
	6	1.5					1.5					2.5				
	7	1.5					1.5					2.5				
	8	1.0					1.0					2.5				
	9	1.0					1.5					2.5				
	10	1.5					1.5					2.5				

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ร้อยละการ เคลือบ  (% : w/w)	ครั้งที่	ทดสอบโดยการจุ่ม										ทดสอบโดยการฉีด				
		หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )		จำนวนครั้งของ การตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\bar{y}$ )
5.00 A	1	1.5	20	0.8	0.5	0.5	1.5	20	1.5	1.5	1.5	2.0	20	2.0	2.0	2.0
	2	1.0					1.5					2.0				
	3	1.0					1.5					2.0				
	4	1.5					1.5					2.0				
	5	1.0					1.5					2.0				
	6	1.5					1.3					2.0				
	7	1.0					1.5					2.0				
	8	0.5					1.5					2.0				
	9	0.5					1.5					2.0				
	10	0.5					1.5					2.0				
5.00 B	1	0.5	20	0.8	0.5	0.5	1.5	20	1.5	1.5	1.5	2.0	20	2.0	2.0	2.0
	2	0.5					1.5					2.0				
	3	1.0					1.5					2.0				
	4	1.0					1.5					2.0				
	5	0.5					1.5					2.0				
	6	0.5					1.5					2.0				
	7	0.5					1.5					2.0				
	8	0.5					1.5					2.0				
	9	0.5					1.5					2.0				
	10	0.5					1.5					2.0				

ตารางที่ ๒ การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของหลอดตรวจวัดที่บรรจุซิลิกา – ออโซโทลิคีน 0.10 %  
(w/w) ในการตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระ 50 ppm ทดสอบโดยการจุ่ม

เวลา (นาที)	ครั้งที่	หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทาง ที่เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทาง ที่เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\tilde{x}$ )		จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\tilde{x}$ )
5	1	7.9	10	8.0	7.9	7.9	7.5	10	7.7	7.5	7.6
	2	7.9					7.5				
	3	8.0					7.5				
	4	8.2					7.3				
	5	7.9					8.1				
	6	7.9					8.0				
	7	8.4					7.9				
	8	8.5					7.4				
	9	7.8					7.6				
	10	7.9					7.7				
10	1	11.0	10	11.2	11.0	11.0	11.0	10	11.1	11.0	11.0
	2	10.5					11.0				
	3	11.5					11.0				
	4	12.0					10.5				
	5	11.0					11.5				
	6	11.0					11.5				
	7	11.5					10.9				
	8	11.5					11.0				
	9	10.5					11.0				
	10	11.0					11.2				

ตารางที่ ๑๒ (ต่อ)

เวลา (นาทีก)	ครั้ง ที่	หลอดตรวจวัดขนาด 1.0 (mm.i.d.)					หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทาง ที่เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทาง ที่เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\tilde{x}$ )		จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด (n)	ค่า เฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\tilde{x}$ )
15	1	11.0	10	11.3	11.0	11.1	11.1	10	11.1	11.0	11.0
	2	10.9					11.0				
	3	11.5					11.0				
	4	12.0					10.9				
	5	11.0					11.5				
	6	11.1					11.6				
	7	11.5					11.0				
	8	11.6					11.0				
	9	10.9					11.0				
	10	11.0					11.2				
20	1	11.0	10	11.3	11.0	11.2	11.1	10	11.2	11.0	11.1
	2	11.2					11.0				
	3	11.5					11.0				
	4	12.0					11.2				
	5	11.0					11.5				
	6	11.2					11.6				
	7	11.5					11.0				
	8	11.6					11.0				
	9	11.0					11.0				
	10	11.0					11.2				

ตารางที่ ๑๓ การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของหลอดตรวจวัดที่บรรจุซิลิกา – ออโซโทลิคีน 0.05 % (w/w) ในการตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระ 50 ppm ทดสอบโดยการฉีด

เวลา (นาที)	ครั้งที่	หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่เกิด การเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
1	1	22.5	10	22.3	22.5	22.3
	2	22.0				
	3	22.5				
	4	22.5				
	5	22.0				
	6	22.5				
	7	22.0				
	8	22.0				
	9	22.5				
	10	22.0				
2	1	22.5	10	22.4	22.5	22.5
	2	22.5				
	3	22.5				
	4	22.0				
	5	22.5				
	6	22.5				
	7	22.5				
	8	22.0				
	9	22.0				
	10	22.5				
3	1	22.5	10	22.4	27.5	22.5
	2	22.5				
	3	22.5				
	4	22.0				
	5	22.5				
	6	22.5				
	7	22.5				
	8	22.0				
	9	22.5				
	10	22.5				

ตารางที่ ๓3 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้งที่	หลอดตรวจวัดขนาด 2.6 (mm.i.d.)				
		ระยะทางที่เกิด การเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
4	1	22.5	10	22.5	22.5	22.5
	2	22.5				
	3	22.5				
	4	22.5				
	5	22.5				
	6	22.5				
	7	22.0				
	8	22.5				
	9	22.5				
	10	22.5				
5	1	22.5	10	22.5	22.5	22.5
	2	22.5				
	3	22.5				
	4	22.0				
	5	22.5				
	6	22.5				
	7	22.5				
	8	22.5				
	9	22.5				
	10	22.5				

ตารางที่ ๓4 การศึกษา pH ที่เหมาะสมในการตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระความเข้มข้น 50 ppm ของ  
 หลอดตรวจวัดที่บรรจุซิลิกา – ออโซโทลิคีน 0.05 % (w/w)

ร้อยละ การ เคลื่อน (% : w/w)	ครั้ง ที่	ปรับ pH (1.79)				ไม่ปรับ pH (10.05)					
		ระยะทาง ที่เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ			
			จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\tilde{x}$ )		จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน ( $\tilde{x}$ )
0.05A	1	16.0	20	16.1	16.0	16.0	22.5	20	22.2	22.0	22.0
	2	16.0					22.5				
	3	16.5					22.0				
	4	17.0					22.5				
	5	16.0					22.0				
	6	16.0					22.0				
	7	17.0					22.0				
	8	16.5					22.5				
	9	16.0					22.0				
	10	16.0					22.5				
0.05 B	1	16.0	20	16.1	16.0	16.0	22.0	20	22.2	22.0	22.0
	2	16.0					22.5				
	3	16.0					22.5				
	4	16.5					22.0				
	5	16.0					22.0				
	6	15.5					22.0				
	7	15.0					22.0				
	8	16.0					22.0				
	9	16.0					22.5				
	10	16.0					22.5				

ตารางที่ ๓5 ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสีของหลอดตรวจวัดที่บรรจุซิลิกา – ออโซโทลิคีน 0.05 % (w/w) เมื่อตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระความเข้มข้น 0-100 ppm

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)				
	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
0.00	0.05 A	1	0.0	20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.05 A	1	1.0	20	1.0	1.0	1.0	2.98				
		2	0.0								2	1.0									
		3	0.0								3	1.0									
		4	0.0								4	1.0									
		5	0.0								5	1.0									
		6	0.0								6	1.0									
		7	0.0								7	1.0									
		8	0.0								8	1.0									
		9	0.0								9	1.0									
		10	0.0								10	1.0									
	0.05 B	1	0.0	20	0.00	0.00	0.00	0.00		3.00	0.05 B	1	1.0	20	1.0	1.0		1.0	2.98		
		2	0.0									2	1.0								
		3	0.0									3	1.0								
		4	0.0									4	1.0								
		5	0.0									5	1.0								
		6	0.0									6	1.0								
		7	0.0									7	1.0								
		8	0.0									8	1.0								
		9	0.0									9	1.0								
		10	0.0									10	1.0								

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)				
	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน  ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน  ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน  ( $\tilde{x}$ )
5.00	0.05 A	1	1.5	20	1.5	1.5	1.5	5.00	7.00	0.05 A	1	2.1	20	2.1	2.1	2.1	7.02				
		2	1.5								2	2.1									
		3	1.5								3	2.1									
		4	1.5								4	2.1									
		5	1.5								5	2.0									
		6	1.5								6	2.1									
		7	1.5								7	2.0									
		8	1.5								8	2.0									
		9	1.5								9	2.1									
		10	1.5								10	2.0									
	0.05 B	1	1.5							1	2.1										
		2	1.5							2	2.0										
		3	1.5							3	2.0										
		4	1.5							4	2.1										
		5	1.5							5	2.0										
		6	1.5							6	2.0										
		7	1.5							7	2.0										
		8	1.5							8	2.0										
		9	1.5							9	2.1										
		10	1.5							10	2.1										

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)				
	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
10.00	0.05 A	1	5.5	20	5.6	5.0	5.5	10.08	13.00	0.05 A	1	6.5	20	6.4	6.5	6.5	13.03				
		2	6.0								2	6.0									
		3	5.5								3	6.5									
		4	5.5								4	6.5									
		5	5.5								5	6.5									
		6	6.0								6	6.5									
		7	6.0								7	6.5									
		8	5.0								8	6.0									
		9	6.0								9	6.5									
		10	6.0								10	6.5									
	0.05 B	1	6.0							1	6.5										
		2	5.5							2	6.0										
		3	5.0							3	6.5										
		4	5.5							4	6.5										
		5	5.0							5	6.5										
		6	5.0							6	6.5										
		7	6.0							7	6.5										
		8	5.0							8	6.0										
		9	6.0							9	6.0										
		10	5.0							10	6.0										

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)				
	ร้อยละการเคลื่อน (%) : w/w	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละการเคลื่อน (%) : w/w	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
15.00	0.05 A	1	8.0	20	8.1	8.0	8.0	15.04	17.00	0.05 A	1	5.0	20	5.0	5.0	5.0	17.05				
		2	8.5								2	5.0									
		3	7.5								3	5.0									
		4	8.0								4	5.0									
		5	7.5								5	5.0									
		6	8.5								6	5.0									
		7	8.5								7	5.0									
		8	8.0								8	5.0									
		9	8.0								9	5.0									
		10	8.0								10	5.0									
	0.05 B	1	8.0							1	5.0										
		2	7.5							2	5.0										
		3	8.5							3	5.0										
		4	8.5							4	5.0										
		5	8.0							5	5.0										
		6	8.0							6	5.0										
		7	7.5							7	5.0										
		8	8.0							8	5.0										
		9	8.0							9	5.0										
		10	8.5							10	5.0										

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด										
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)			
	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ				
				จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)									ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )		ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )		
20.00	0.05 A	1	5.5	20	5.5	5.5	5.5	2.10	23.00	0.05 A	1	6.0	20	6.0	6.0	6.0	23.00			
		2	5.0								2	6.5								
		3	5.5								3	6.0								
		4	5.5								4	6.0								
		5	5.5								5	6.0								
		6	5.5								6	6.0								
		7	5.5								7	5.5								
		8	6.0								8	6.0								
		9	5.5								9	6.0								
		10	5.5								10	6.0								
	0.05 B	1	5.5	20	5.5	5.5	5.5	2.10		23.00	0.05 B	1	6.0	20	6.0	6.0		6.0	23.00	
		2	5.5									2	6.0							
		3	5.5									3	6.0							
		4	5.5									4	6.0							
		5	5.0									5	5.5							
		6	5.5									6	6.0							
		7	5.5									7	6.0							
		8	5.5									8	6.0							
		9	5.5									9	6.0							
		10	5.5									10	6.0							

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)				
	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน  ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน  ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม	มัธย ฐาน  ( $\tilde{x}$ )
25.00	0.05 A	1	7.0	20	7.0	7.0	7.0	24.89	27.00	0.05 A	1	7.5	20	7.5	7.5	7.5	27.11				
		2	7.0								2	7.5									
		3	7.0								3	7.5									
		4	7.0								4	7.5									
		5	7.5								5	7.5									
		6	7.0								6	7.5									
		7	7.0								7	7.5									
		8	7.0								8	7.5									
		9	7.0								9	7.5									
		10	7.0								10	7.5									
	0.05 B	1	7.0							0.05 B	1	7.5									
		2	7.0								2	7.5									
		3	6.5								3	7.5									
		4	7.0								4	7.5									
		5	7.0								5	7.5									
		6	7.0								6	7.5									
		7	7.0								7	7.5									
		8	7.5								8	7.5									
		9	7.0								9	7.5									
		10	7.0								10	7.5									

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)				
	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
30.00	0.05 A	1	8.0	20	8.0	8.0	8.0	30.20	33.00	0.05 A	1	8.5	20	8.4	8.5	8.5	32.90				
		2	8.0								2	9.0									
		3	8.0								3	8.5									
		4	8.0								4	8.5									
		5	7.5								5	8.5									
		6	8.0								6	8.5									
		7	8.0								7	8.5									
		8	8.5								8	8.5									
		9	8.0								9	7.5									
		10	8.0								10	7.5									
	0.05 B	1	8.0							1	7.5										
		2	8.0							2	8.5										
		3	8.0							3	8.5										
		4	8.0							4	8.5										
		5	8.5							5	9.0										
		6	8.0							6	7.5										
		7	8.0							7	8.5										
		8	8.0							8	8.5										
		9	8.0							9	9.0										
		10	8.0							10	9.0										

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)				
	ร้อยละการเคลื่อน (%) : w/w	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละการเคลื่อน (%) : w/w	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
35.00	0.05 A	1	9.0	20	9.0	9.0	9.0	35.19	37.00	0.05 A	1	9.5	20	9.5	9.5	9.5	36.88				
		2	9.0								2	9.5									
		3	9.0								3	9.5									
		4	9.0								4	9.5									
		5	9.0								5	9.5									
		6	9.0								6	9.5									
		7	9.0								7	9.5									
		8	9.0								8	9.5									
		9	9.0								9	9.5									
		10	9.0								10	9.5									
	0.05 B	1	9.0							0.05 B	1	9.5									
		2	9.0								2	9.5									
		3	9.0								3	9.5									
		4	9.0								4	9.5									
		5	9.0								5	9.5									
		6	9.0								6	9.5									
		7	9.0								7	9.5									
		8	9.0								8	9.5									
		9	9.0								9	9.5									
		10	9.0								10	9.5									

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด										
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)			
	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ				
				จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)									ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )		ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )		
40.00	0.05 A	1	10.0	20	10.0	10.0	10.0	39.74	43.00	0.05 A	1	10.0	20	10.4	10.5	10.5	43.05			
		2	10.0								2	10.5								
		3	10.5								3	10.5								
		4	10.0								4	10.5								
		5	10.0								5	10.5								
		6	10.5								6	10.5								
		7	9.5								7	10.5								
		8	10.0								8	10.5								
		9	10.0								9	10.5								
		10	10.0								10	10.5								
	0.05 B	1	10.5							1	10.0									
		2	9.5							2	10.5									
		3	9.5							3	10.5									
		4	10.0							4	10.5									
		5	10.0							5	10.5									
		6	10.0							6	10.5									
		7	10.0							7	10.5									
		8	10.0							8	10.5									
		9	10.0							9	10.5									
		10	10.5							10	10.0									

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด										
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)			
	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ				
				จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)									ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )		ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )		
45.00	0.05 A	1	11.0	20	11.0	11.0	11.0	45.21	47.00	0.05 A	1	11.5	20	11.5	11.5	11.5	47.31			
		2	11.0								2	11.5								
		3	11.0								3	11.5								
		4	11.0								4	11.5								
		5	11.0								5	11.5								
		6	11.0								6	11.5								
		7	11.0								7	11.5								
		8	11.0								8	11.5								
		9	11.0								9	11.5								
		10	11.0								10	11.5								
	0.05 B	1	11.0							0.05 B	1	11.5								
		2	11.0								2	11.5								
		3	11.0								3	11.5								
		4	11.0								4	11.5								
		5	11.0								5	11.5								
		6	11.5								6	11.5								
		7	11.0								7	11.5								
		8	11.0								8	11.5								
		9	11.0								9	11.5								
		10	11.0								10	11.5								

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)	
	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ				
				ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)							ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )		
50.00	0.05 A	1	12.5	20	12.0	12.0	12.0	50.23	60.00	0.05 A	1	24.5	20	24.4	24.5	24.5	61.92	
		2	12.0								2	24.5						
		3	12.0								3	24.5						
		4	12.0								4	25.0						
		5	12.0								5	24.5						
		6	12.0								6	24.0						
		7	12.0								7	24.0						
		8	12.5								8	24.0						
		9	11.2								9	24.5						
		10	12.5								10	25.0						
	0.05 B	1	12.5							1	23.5							
		2	12.5							2	25.0							
		3	12.5							3	24.5							
		4	11.2							4	24.5							
		5	12.0							5	23.5							
		6	12.0							6	24.0							
		7	12.0							7	24.0							
		8	12.0							8	25.5							
		9	12.0							9	24.5							
		10	11.2							10	24.5							

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความ เข้มข้น ของ คลอรีน อิสระ  (ppm)	วิธีการตรวจวัด										
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทร โฟโตเมทรี  (ppm)			
	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละ การ เคลื่อน  (% : w/w)	ครั้งที่	ระยะทางที่ เกิดการ เปลี่ยนสี  (mm)	ค่าทางสถิติ				
				จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)	ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )	ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )	จำนวนครั้ง ของการ ตรวจวัด  (n)									ค่าเฉลี่ย  ( $\bar{x}$ )		ฐาน นิยม  ( $\tilde{x}$ )		
70.00	0.05 A	1	26.0	20	26.9	26.5	26.5	70.93	80.00	0.05 A	1	29.0	20	28.7	29.0	29.0	79.82			
		2	27.5								2	28.5								
		3	26.5								3	29.0								
		4	27.5								4	29.0								
		5	26.5								5	29.0								
		6	26.5								6	29.0								
		7	27.5								7	28.5								
		8	26.5								8	28.5								
		9	26.5								9	28.0								
		10	26.5								10	29.0								
	0.05 B	1	27.5							1	29.0									
		2	26.5							2	28.5									
		3	27.5							3	28.5									
		4	26.5							4	28.5									
		5	26.0							5	29.0									
		6	26.0							6	28.0									
		7	27.5							7	29.0									
		8	26.5							8	29.0									
		9	26.0							9	28.5									
		10	30.0							10	29.0									

ตารางที่ ๓5 (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด								ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	วิธีการตรวจวัด											
	หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)				
	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)	ค่าทางสถิติ						จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ร้อยละการเคลื่อน	ครั้งที่	ระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนสี (mm)		ค่าทางสถิติ			
				จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )											จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )
90.00	0.05 A	1	30.0	20	30.6	31.1	30.5	90.32	100.00	0.05 A	1	33.0	20	32.6	33.0	32.5	99.57				
		2	31.0								2	32.5									
		3	30.5								3	33.0									
		4	31.0								4	33.0									
		5	30.0								5	32.5									
		6	30.5								6	32.5									
		7	30.0								7	32.0									
		8	31.0								8	32.0									
		9	30.5								9	32.5									
		10	31.0								10	32.0									
	0.05 B	1	31.0							1	33.0										
		2	30.0							2	32.0										
		3	31.0							3	33.0										
		4	31.0							4	32.5										
		5	30.0							5	32.5										
		6	30.5							6	33.0										
		7	31.0							7	33.0										
		8	30.5							8	33.0										
		9	31.0							9	32.5										
		10	30.5							10	33.0										

**ตารางที่ ๑๖** การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้นด้วยหลอดตรวจวัดเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้น (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี								
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							
			จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )	จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )
0.00	1	0	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
	2	0								0.00							
	3	0								0.00							
	4	0								0.10							
	5	0								0.00							
	6	0								0.00							
	7	0								0.02							
	8	0								0.00							
	9	0								0.02							
	10	0								0.00							
3.00	1	3	10	2.90	5.00	3.00	0.10	0.32	0.07	3.33	10	3.10	3.21	3.16	0.03	0.19	0.04
	2	3								3.21							
	3	3								2.92							
	4	2								3.22							
	5	3								3.00							
	6	3								3.11							
	7	3								3.28							
	8	3								2.90							
	9	3								3.21							
	10	3								2.78							

ตารางที่ ๖ (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้น (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หาลอตรวจวัด							ยูวี-ฟลูออโรมิเตอร์โฟโตเมทรี								
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							
			จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )	จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )
5.00	1	5	10	4.80	5.00	5.00	0.18	0.42	0.09	4.78	10	4.96	-	4.89	0.06	0.30	0.07
	2	5								5.00							
	3	4								5.00							
	4	5								4.77							
	5	5								4.71							
	6	4								4.98							
	7	5								5.36							
	8	5								5.33							
	9	5								4.76							
	10	5								5.24							
7.00	1	7	10	6.80	5.00	7.00	0.18	0.42	0.09	7.18	10	7.07	7.00	7.09	0.06	0.25	0.05
	2	7								6.84							
	3	7								7.26							
	4	6								7.00							
	5	7								7.00							
	6	7								7.38							
	7	7								7.23							
	8	6								6.71							
	9	7								6.75							
	10	7								7.35							

ตารางที่ ๖ (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้น (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หาลอตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี								
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							
			จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )	จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )
10.00	1	10	10	9.90	10.00	10.00	0.10	0.32	0.07	10.02	10	10.01	10.00	10.01	0.03	0.18	0.04
	2	10								10.21							
	3	10								10.14							
	4	10								10.15							
	5	10								10.00							
	6	10								10.00							
	7	9								9.69							
	8	10								10.15							
	9	10								9.71							
	10	10								10.00							
15.00	1	15	10	15.00	15.00	15.00	0.22	0.47	0.11	15.00	10	14.98	15.00	15.00	0.07	0.27	0.06
	2	15								15.21							
	3	14								15.35							
	4	15								15.15							
	5	16								15.26							
	6	15								14.79							
	7	15								15.00							
	8	15								14.76							
	9	15								14.50							
	10	15								14.81							

ตารางที่ ๖ (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้น (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หาลอตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี								
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							
			จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )	จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )
20.00	1	20	10	19.80	20.00	20.00	0.18	0.42	0.09	20.00	10	20.03	20.16	20.14	0.06	0.25	0.06
	2	20								20.16							
	3	19								20.13							
	4	20								19.51							
	5	20								19.64							
	6	20								20.27							
	7	20								20.16							
	8	19								20.14							
	9	20								20.16							
	10	20								20.14							
25.00	1	25	10	24.70	25.00	25.00	0.23	0.48	0.11	25.29	10	24.95	-	24.91	0.08	0.28	0.06
	2	24								25.00							
	3	24								24.60							
	4	25								25.30							
	5	25								24.80							
	6	25								25.09							
	7	24								24.64							
	8	25								24.81							
	9	25								24.67							
	10	25								25.31							

ตารางที่ ๗ การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระที่เติมลงในน้ำตัวอย่างด้วยหลอดตรวจวัดเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติม (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี								
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							
			จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )	จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )
0.00	1	3	10	2.90	3.00	3.00	0.10	0.32	0.07	3.02	10	3.04	3.00	3.07	0.04	0.20	0.04
	2	3								2.90							
	3	3								2.80							
	4	3								2.70							
	5	3								3.00							
	6	2								3.20							
	7	3								3.12							
	8	3								3.12							
	9	3								3.30							
	10	3								3.27							
3.00	1	6	10	5.90	6.00	6.00	0.10	0.32	0.07	6.02	10	6.08	6.00	6.14	0.03	0.18	0.04
	2	6								5.85							
	3	5								6.15							
	4	6								5.70							
	5	6								6.25							
	6	6								6.05							
	7	6								6.22							
	8	6								6.21							
	9	6								6.13							
	10	6								6.19							

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติม (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หาลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรี								
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							
			จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )	จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )
5.00	1	8	10	7.90	8.00	8.00	0.10	0.32	0.07	8.29	10	8.10	8.13	8.13	0.05	0.23	0.05
	2	8								8.13							
	3	8								7.61							
	4	8								8.13							
	5	8								8.13							
	6	8								7.79							
	7	8								8.24							
	8	7								8.40							
	9	8								8.16							
	10	8								8.13							
7.00	1	10	10	9.90	10.00	10.00	0.10	0.32	0.07	10.18	10	10.09	10.22	10.20	0.04	0.20	0.05
	2	10								9.80							
	3	10								10.22							
	4	10								9.92							
	5	10								10.26							
	6	10								9.73							
	7	10								10.10							
	8	9								10.21							
	9	10								10.30							
	10	10								10.22							

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติม (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หาลอดตรวจวัด							ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี								
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							
			จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )	จำนวนครั้งที่ของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S\bar{x}$ )
10.00	1	13	10	12.90	13.00	13.00	0.10	0.32	0.07	13.14	10	13.11	13.24	13.22	0.04	0.20	0.05
	2	12								13.26							
	3	13								13.29							
	4	13								12.78							
	5	13								13.24							
	6	13								12.74							
	7	13								13.20							
	8	13								13.24							
	9	13								13.00							
	10	13								13.25							
15.00	1	17	10	17.00	17.00	17.00	0.22	0.47	0.11	16.89	10	17.05	17.34	17.14	0.08	0.28	0.06
	2	17								17.19							
	3	17								17.18							
	4	17								16.60							
	5	17								16.72							
	6	16								17.34							
	7	17								16.78							
	8	18								17.34							
	9	17								17.34							
	10	17								17.09							

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติม (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หอดตรวจวัด								ยูวี-ฟลูออโรสโคปโฟโตเมทรี							
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						
			จำนวนครั้งที่ทำการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )		จำนวนครั้งที่ทำการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )
20.00	1	23	10	22.80	23.00	23.00	0.18	0.42	0.09	23.00	10	23.15	23.11	23.08	0.14	0.37	0.08
	2	23								23.05							
	3	22								23.11							
	4	23								23.14							
	5	23								24.16							
	6	23								22.98							
	7	23								22.92							
	8	22								23.11							
	9	23								22.87							
	10	23								23.11							

ตารางที่ ๑๘ การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระตกค้างในน้ำตัวอย่างจากสระว่ายน้ำสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติม (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด																													
		หลอดตรวจวัด								ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี																					
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ																				
			จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )		จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )														
ขอบสระด้านทิศเหนือ	1	3	25.00	3.04	3.00	3.00	0.12	0.35	0.08	3.25	25.00	3.13	3.13	3.15	0.07	0.26	0.06														
	2	3								2.99																					
	3	3								3.13																					
	4	3								3.19																					
	5	2								2.90																					
ขอบสระด้านทิศใต้	1	3																						2.84							
	2	3																						3.24							
	3	3																						3.34							
	4	3																						3.40							
	5	3																						3.09							
ขอบสระด้านทิศตะวันออก	1	3																						3.38							
	2	3																						3.50							
	3	3																						3.38							
	4	3																						2.80							
	5	3																						3.40							
ขอบสระด้านทิศตะวันตก	1	3																						2.75							
	2	3																						3.13							
	3	3																						2.69							
	4	4																						2.72							
	5	3																						3.15							
กลางสระ	1	3								3.21																					
	2	4								3.41																					
	3	3								3.13																					
	4	3								2.75																					
	5	3								3.43																					

ตารางที่ ๑๑ การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระตกค้างในน้ำตัวอย่างจากสระว่ายน้ำสวนพระนคร

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติม (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หลอดตรวจวัด								ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี							
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						
			จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )		จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )
ขอบสระด้านทิศเหนือ	1	0	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	2	0								0.00							
	3	0								0.00							
	4	0								0.00							
	5	0								0.00							
ขอบสระด้านทิศใต้	1	0								0.00							
	2	0								0.00							
	3	0								0.00							
	4	0								0.01							
	5	0								0.00							
ขอบสระด้านทิศตะวันออก	1	0								0.00							
	2	0								0.00							
	3	0								0.02							
	4	0								0.00							
	5	0								0.00							
ขอบสระด้านทิศตะวันตก	1	0								0.00							
	2	0								0.01							
	3	0								0.00							
	4	0								0.02							
	5	0								0.02							
กลางสระ	1	0								0.02							
	2	0								0.00							
	3	0								0.00							
	4	0								0.00							
	5	0								0.02							

ตารางที่ 10 การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระตกค้างในน้ำตัวอย่างจากสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลคลองหก

ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติม (ppm)	ครั้งที่	วิธีการตรวจวัด															
		หลอดตรวจวัด								ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี							
		ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ							ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (ppm)	ค่าทางสถิติ						
			จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )		จำนวนครั้งของการตรวจวัด (n)	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ฐานนิยม	มัธยฐาน ( $\tilde{x}$ )	ความแปรปรวน ( $S^2$ )	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $S_{\bar{x}}$ )
ขอบสระด้านทิศเหนือ	1	3	25.00	3.16	3.00	3.00	0.14	0.37	0.08	3.33	25.00	3.22	3.21	3.30	0.07	0.27	0.06
	2	3								2.90							
	3	3								2.58							
	4	4								3.21							
	5	3								2.87							
ขอบสระด้านทิศใต้	1	3								3.27							
	2	3								3.24							
	3	3								2.87							
	4	3								3.55							
	5	4								2.76							
ขอบสระด้านทิศตะวันออก	1	3								3.35							
	2	3								3.50							
	3	3								3.36							
	4	3								3.35							
	5	3								3.34							
ขอบสระด้านทิศตะวันตก	1	3								3.52							
	2	3								3.30							
	3	3								3.51							
	4	4								3.40							
	5	3								3.07							
กลางสระ	1	3								3.21							
	2	3								3.45							
	3	4								3.20							
	4	3								2.93							
	5	3								3.52							

**ภาคผนวก ช.**

**วิธีคำนวณผลการทดลองทางสถิติ**

## 1. การคำนวณค่าช่วงความเชื่อมั่น (confident interval : CI)

### วิธีการคำนวณ

เนื่องจาก  $n < 30$  จะใช้การแจกแจงของ  $t$  ในการหาพื้นที่ส่วนปลายใต้เส้นโค้งปกติเพื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ โดยใช้  $\bar{x}$  ในการประมาณค่า CI

ที่ระดับความเชื่อมั่น  $(1 - \alpha)100\%$  หรือระดับความเชื่อมั่น 95% จะได้

$$CI = \bar{x} \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

เช่น การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระความเข้มข้น 5 ppm ในหัวข้อที่ 4.1.4.1

$$\bar{x} = 4.8$$

$$s = 0.42$$

$$n = 10$$

จากตาราง  $t$  เมื่อพื้นที่ส่วนปลายใต้เส้นโค้งปกติแต่ละข้าง = 0.025,  $V = 9$  จะได้ค่า  $t = 2.262$

$$CI = 4.8 \pm \left( 2.262 \cdot \frac{0.42}{\sqrt{10}} \right)$$

$$CI = 4.8 \pm 0.3$$

ดังนั้นหลอดตรวจวัดสามารถตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้น 5 ppm ได้เท่ากับ

$4.8 \pm 0.3$  ppm ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 2. การทดสอบสมมติฐานด้วย $t$ - test (paired $t$ - test)

### วิธีการคำนวณ

เนื่องจากการทดลองจะใช้หลอดตรวจวัดสำหรับตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระและเปรียบเทียบวิธีมาตรฐานยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี ซึ่งข้อมูลของ 2 กลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์กันคือ ผลการตรวจวัดตัวอย่างเดียวกันจาก 2 วิธี ที่ระดับความเข้มข้นหลายระดับที่ไม่กว้างนัก จึงใช้ paired  $t$  - test ในการทดสอบ

เช่น การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระความเข้มข้น 5 ppm ในหัวข้อที่ 4.1.4.1

### สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_D = 0 \quad \text{เมื่อ } \mu_D = \mu_1 - \mu_2$$

$$H_1 : \mu_D \neq 0$$

ค่าวิกฤตของ  $t$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ  $V = 10 - 1 = 9$  สำหรับสมมติฐานสองทาง คือ

$$t_{\text{crit.}} = \pm t_{0.025} = \pm 2.262$$

### การตัดสินใจ

จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $t$  ที่ได้จากการคำนวณ ( $t_{cal}$ ) มีค่ามากกว่า +2.262 หรือน้อยกว่า -2.262

วิธีการคำนวณค่า  $t$

วิธีการตรวจวัด		D	D - $\bar{D}$	$(D - \bar{D})^2$
หลอดตรวจวัด (ppm)	ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (ppm)			
5	4.78	0.22	0.41	0.17
5	5.00	0.00	0.19	0.04
4	5.00	-1.00	-0.81	0.66
5	4.77	0.23	0.42	0.18
5	4.71	0.29	0.48	0.23
4	4.98	-0.98	-0.79	0.62
5	5.36	-0.36	-0.17	0.03
5	5.33	-0.33	-0.14	0.02
5	4.76	0.24	0.43	0.18
5	5.24	-0.24	-0.05	0.00
		$\sum D = -1.93$		$(\sum (D - \bar{D})^2 = 2.13$

$$\begin{aligned}\bar{D} &= \frac{\sum D}{n} \\ &= \frac{-1.93}{10} \\ &= -0.193\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{(D - \bar{D})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{2.13}{10-1}} \\ &= 0.486\end{aligned}$$

เมื่อ  $D$  = ความแตกต่างระหว่างปริมาณคลอรีนอิสระที่ตรวจวัดด้วยหลอดตรวจวัดกับวิธีมาตรฐานยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี

$\bar{D}$  = ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างปริมาณคลอรีนอิสระที่ตรวจวัดด้วยหลอดตรวจวัดกับวิธีมาตรฐานยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี

$s$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างปริมาณคลอรีนอิสระที่ตรวจวัดด้วย  
 หลอดตรวจวัดกับวิธีมาตรฐานยูวี - วิถีเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี

$$t = \frac{\bar{D}}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{-0.193}{\frac{0.486}{\sqrt{10}}}$$

$$= -1.255$$

สรุป  $t_{\text{cal}} (-1.255)$  มีค่าอยู่ในช่วงของ  $t_{\text{crit.}}$  ( $> -2.262$  และ  $< +2.262$ )

ดังนั้นวิธีตรวจวัดคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้นด้วยหลอดตรวจวัดกับวิธีมาตรฐานยูวี - วิถีเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรีมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### 3. การทดสอบสมมติฐานด้วย F - test

#### วิธีการคำนวณ

ทดสอบความเที่ยงของวิธีตรวจวัดคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้นด้วยหลอดตรวจวัดกับวิธีมาตรฐานยูวี-วิถีเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี

เช่น การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระความเข้มข้น 5 ppm ในหัวข้อที่ 4.1.4.1

#### สมมติฐาน

$$H_0 : S_1^2 = S_2^2$$

$$H_1 : S_1^2 > S_2^2$$

เมื่อ  $S_1^2$  = ความแปรปรวนของการตรวจวัดด้วยหลอดตรวจวัด  
 = 0.178

$S_2^2$  = ความแปรปรวนของการตรวจวัดด้วยวิธีมาตรฐานยูวี - วิถีเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี  
 = 0.060

ค่าวิกฤตของ F ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ  $V_1 = 10 - 1 = 9$ ,  $V_2 = 10 - 1 = 9$  สำหรับสมมติฐานทางเดียวทางขวามือ คือ

$$F_{\text{crit.}} \text{ ทางขวามือ} = F_{0.05(9,9)} = 3.18$$

การตัดสินใจ

จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $F$  ที่ได้จากการคำนวณ ( $F_{cal}$ ) มีค่ามากกว่า 3.18

วิธีการคำนวณค่า  $F$ 

$$\begin{aligned} F &= \frac{s_1^2}{s_2^2} \\ &= \frac{0.178}{0.060} \\ &= 2.97 \end{aligned}$$

สรุป  $F_{cal}$  (2.97) มีค่าน้อยกว่า  $F_{crit}$  (3.18)

ดังนั้นความเที่ยงของวิธีการตรวจวัดคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้นด้วยหลอดตรวจวัดกับวิธีมาตรฐานยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรีมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

#### 4. การคำนวณค่า %RSD<sub>r</sub> โดยประเมินด้วย Horwitz's equation และ HORRAT

วิธีการคำนวณ

เช่น การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระความเข้มข้น 5 ppm ในหัวข้อที่ 4.1.4.1

ตรวจวัดคลอรีนอิสระที่เตรียมขึ้นด้วยหลอดตรวจวัดจะทำการตรวจวัด 10 ซ้ำในแต่ละความเข้มข้นในเวลาใกล้เคียงกัน คำนวณดังนี้

- การคำนวณ %RSD<sub>r</sub>

$$\%RSD_r = \left( \frac{s}{\bar{x}} \right) \times 100$$

เมื่อ  $s = 0.42$

$$\bar{x} = 4.80$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \%RSD_r &= \left( \frac{0.42}{4.80} \right) \times 100 \\ &= 8.8 \% \end{aligned}$$

- การคำนวณค่า expected %RSD<sub>r</sub> จาก Horwitz's equation

$$\text{expected \%RSD}_r = 0.66 \times 2 \times C^{-0.1505}$$

เมื่อ  $C = \bar{x} \times 10^{-6} = 4.80 \times 10^{-6}$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{expected \%RSD}_r &= 0.66 \times 2 \times (4.80 \times 10^{-6})^{-0.1505} \\ &= 7.6 \% \end{aligned}$$

- การคำนวณค่าHORRAT

$$\begin{aligned}\text{HORRAT} &= \frac{\% \text{RSD}_r}{\% \text{RSD}_{\text{expected}}} \\ &= \frac{8.8}{7.6} \\ &= 1.2\end{aligned}$$

ดังนั้นค่า HORRAT น้อยกว่า 2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ( $\text{HORRAT}_{\text{AOAC}} < 2$ ) สรุปว่าความเที่ยงของวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระด้วยหลอดตรวจวัดยอมรับได้

#### 5. การคำนวณร้อยละการคืนกลับ (% recovery)

เช่น การตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระที่เติมในน้ำตัวอย่างความเข้มข้น 5 ppm ในหัวข้อที่

4.1.4.2

$$\% \text{Recovery} = \left( \frac{C_1 - C_2}{C_3} \right) \times 100$$

$C_1$  = ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระหลังจากที่เติมคลอรีนอิสระ = 7.9 ppm

$C_2$  = ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระตกค้างในน้ำตัวอย่างที่ไม่เติมคลอรีนอิสระ = 2.959 ppm

$C_3$  = ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เติมในน้ำ = 5.00 ppm

$$\begin{aligned}\% \text{Recovery} &= \left( \frac{7.9 - 2.950}{5.00} \right) \times 100 \\ &= 98.8 \%\end{aligned}$$

ดังนั้นความแม่นยำของวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอรีนอิสระด้วยหลอดตรวจวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ ( $\% \text{recovery}_{\text{AOAC}} = 80$  ถึง  $110 \%$ )