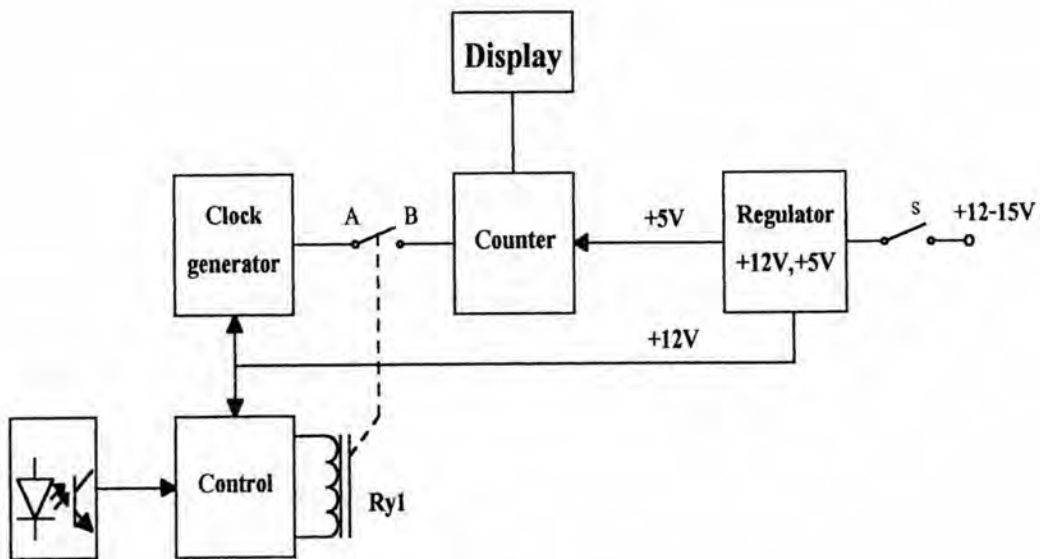


บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การออกแบบ และ ประดิษฐ์เครื่อง Catalasemeter

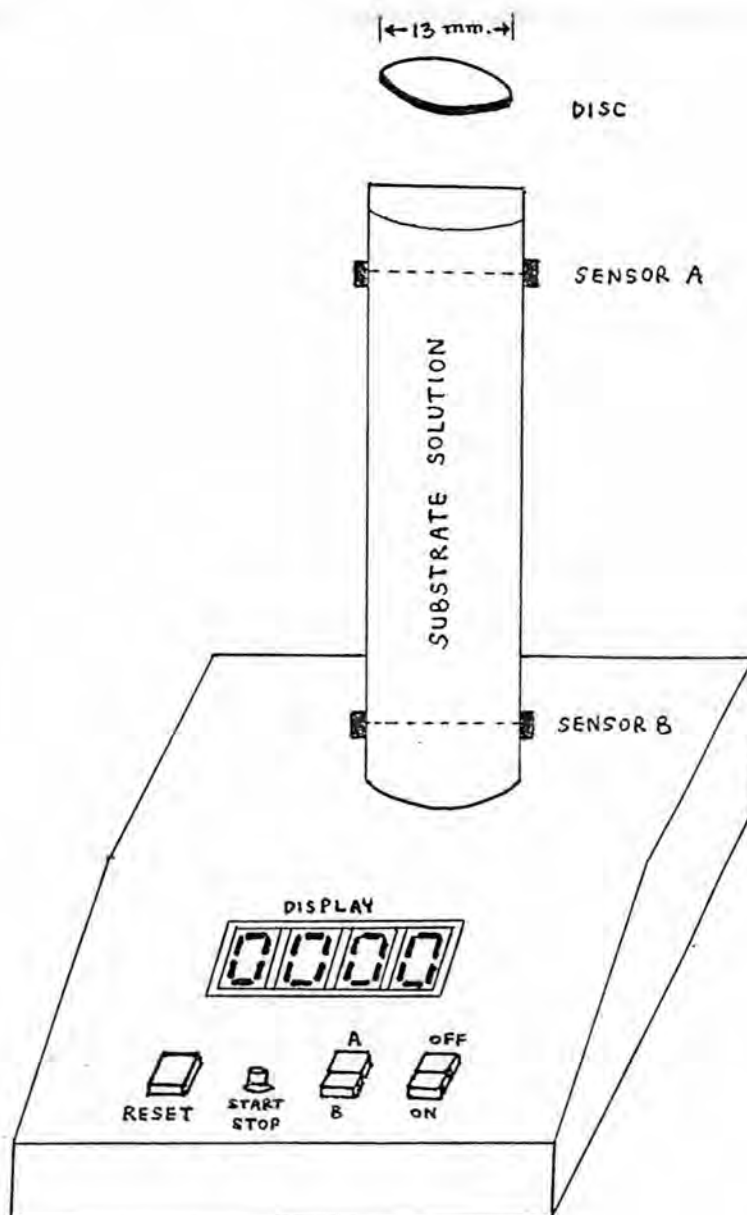
Catalasemeter ที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในการวัดแอกติวิตีของคະຕະເລສ์ สามารถวัดแอกติวิตีของคະຕະເລສ์ได้ในรูปของเวลาที่เกิดปฏิกิริยา เครื่องมือสามารถควบคุมการเริ่มต้น และหยุดจับเวลาได้เองโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยการทำงานของ photo cell (Infrared diode) โดยมีแผ่น paper disc ซึ่งสามารถดักจับก๊าซออกซิเจนที่เป็นผลผลิตของปฏิกิริยาไว้ได้ ทำให้เกิดการจมและลอย ผ่านลำแสง infrared เป็นการตัดสัญญาณของวงจร Block diagram ของเครื่อง แสดงในรูปที่ 4



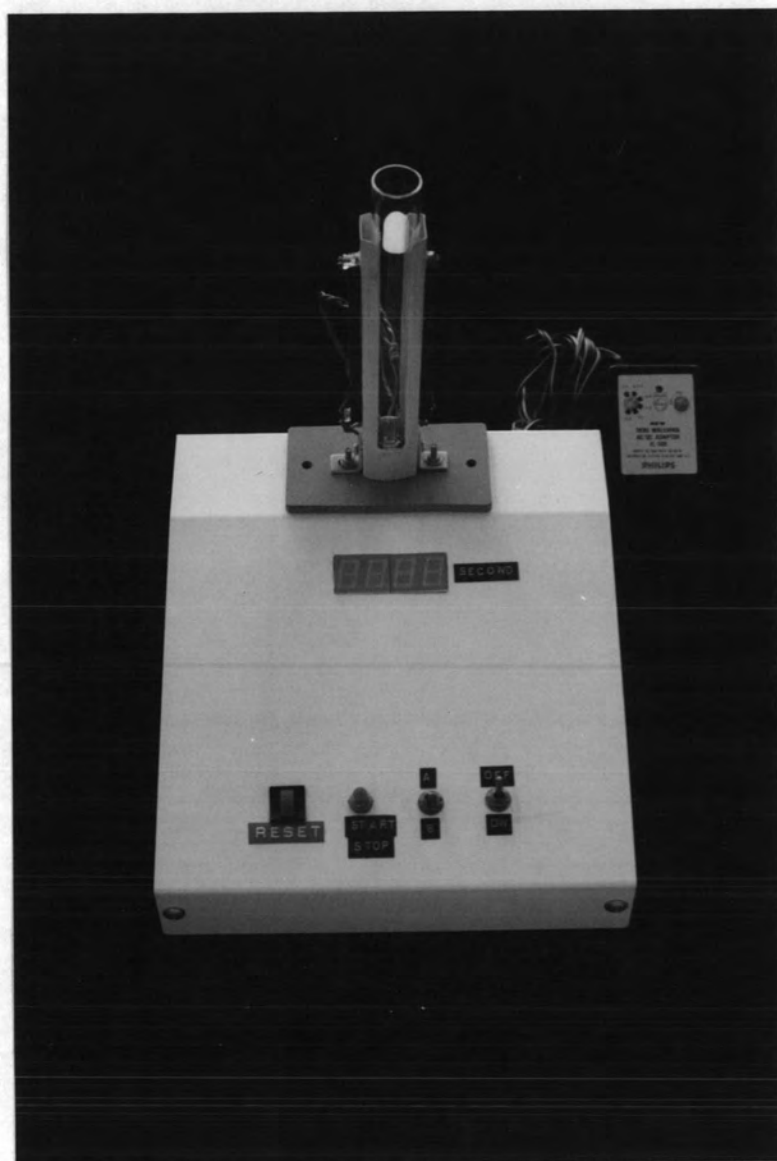
รูปที่ 4 Block diagram ของ Catalasemeter ที่ประดิษฐ์ขึ้น

หลักการทำงานของเครื่อง คือ ใช้ Photo diode เป็นตัวตัดและต่อวงจร ควบคุม Relay (Ry 1) ให้ on/off เพื่อป้องกันสัญญาณความถี่จาก Clock generator เข้าสู่วงจรรับ (Counter) และแสดงผล (Display)

Catalasemeter ที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ ออกแบบให้มี photo cell 2 จุด คือที่บริเวณส่วนบน (A) และส่วนล่าง (B) ของหลอดบรรจุจล็ดสเตรท สามารถกำหนดให้ทำงานร่วมกัน (A = start , B = stop หรือ B = start , A = stop) หรือ ทำงานแยกเป็นอิสระจากกันได้ (A หรือ B = start / stop) รูปแบบของเครื่องแสดงในรูปที่ 5



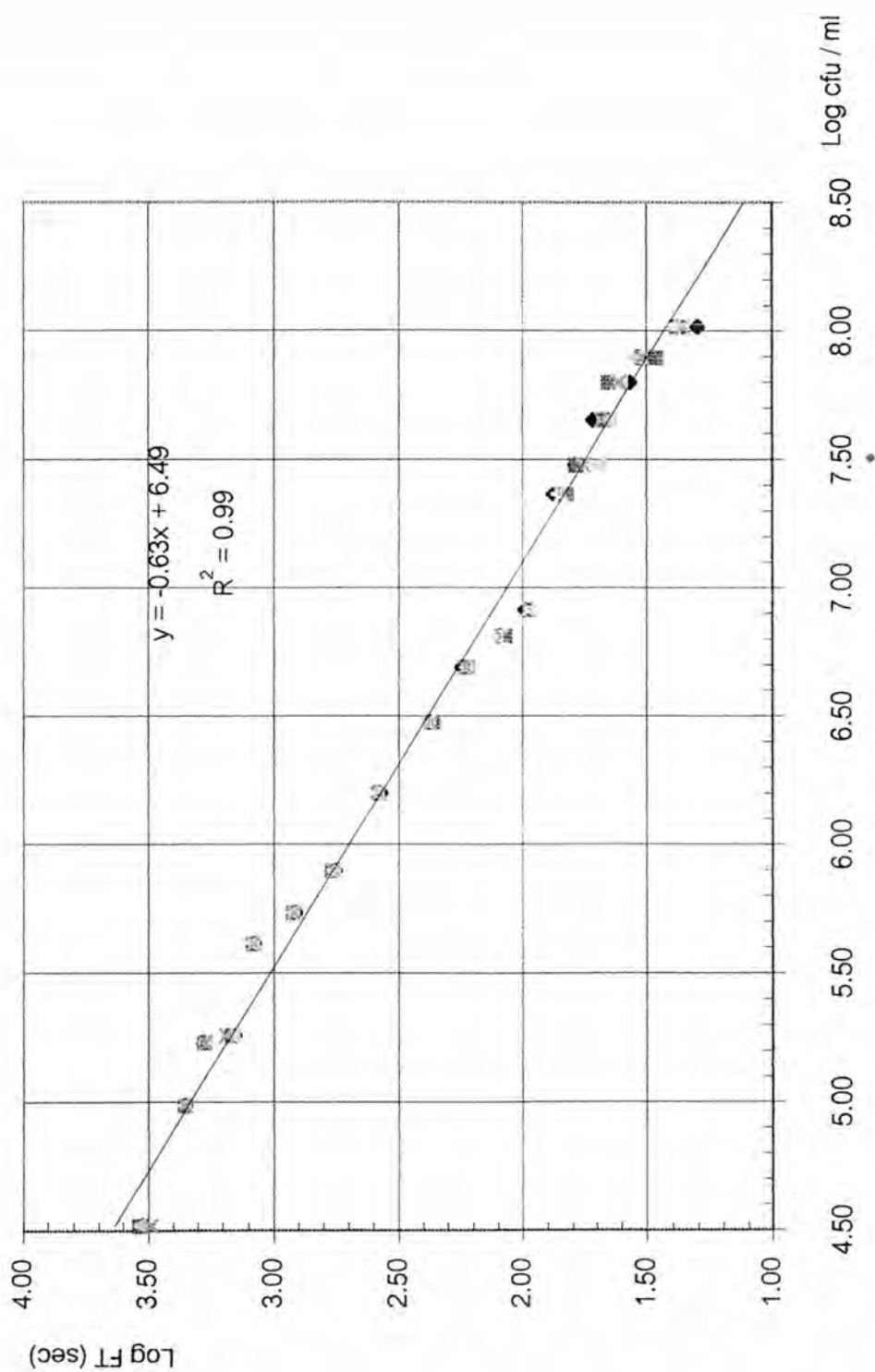
รูปที่ 5 รูปแบบของ Catalasemeter ที่ประดิษฐ์ขึ้น



รูปที่ 6 Catalasemeter ที่ประดิษฐ์ขึ้น

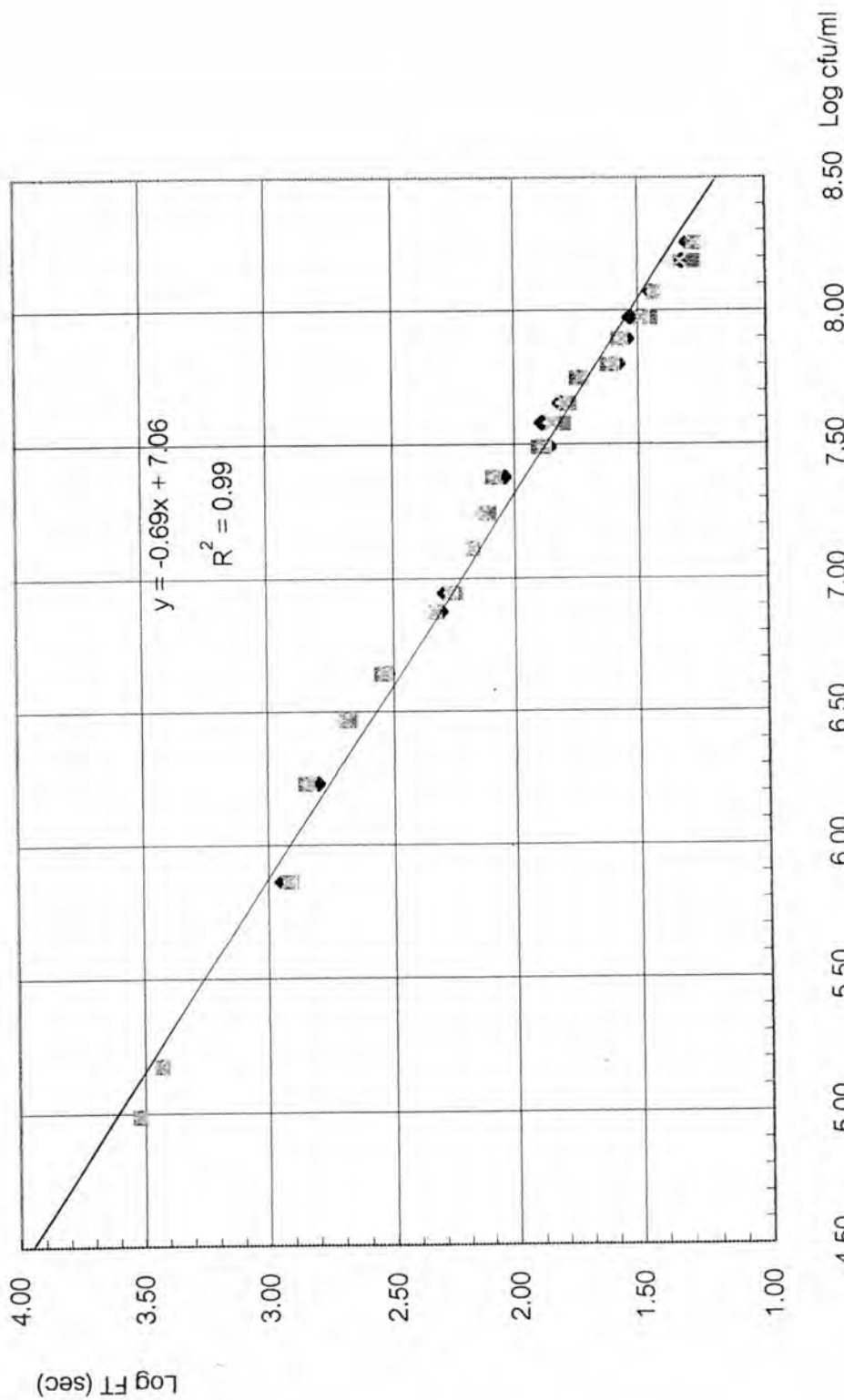
2. การทดสอบ Sensitivity ของเครื่อง Catalasemeter ต่อเอนไซม์คะตะเลสจากเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์

เครื่อง Catalasemeter มี sensitivity ต่อคะตะเลสจากแบคทีเรีย *Micrococcus luteus* ATCC 9341 อยู่ในช่วงจำนวนเซลล์ 10^4 ถึง 10^8 โคโณนีต่อมิลลิลิตร และความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm Colony Forming Units ต่อมิลลิลิตร กับ Logarithm Flotation Time เป็นแบบเส้นตรง มีค่า r เท่ากับ -0.99 ($p \leq 0.05$) (รูปที่ 7) ส่วนแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 พบว่ามี sensitivity ต่อเครื่อง Catalasemeter อยู่ในช่วงจำนวนเซลล์ 10^5 ถึง 10^8 โคโณนีต่อมิลลิลิตร และ ความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm Colony Forming Units ต่อมิลลิลิตร กับ Logarithm Flotation Time เป็นแบบเส้นตรงเช่นเดียวกัน โดยมีค่า r เท่ากับ -0.99 (รูปที่ 8)



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรีย *M. luteus* ATCC 9341 ทั้งหมด (Log cfu / ml) กับแอกติวิตีของคะตะเลสที่วัดได้โดยใช้

Catalasemeter (Log FT)



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ATCC 27853 ทั้งหมด (Log cfu / ml) กับแอกติวิตีของคะตะเลสที่วัดได้โดยใช้ Catalasemeter (Log FT)

3. การศึกษาชนิด และปริมาณของ predominant bacteria ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในเนื้อไก่

จากผลการศึกษาชนิด และปริมาณของ predominant bacteria ที่พบในเนื้อไก่ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อไก่แช่เย็นในซูเปอร์มาร์เก็ตต่าง ๆ จำนวน 30 ตัวอย่าง เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าส่วนใหญ่เป็นชนิด bacilli แกรมลบ และเมื่อทดสอบสมบัติทางชีวเคมี พบว่าเป็นแบคทีเรียกลุ่ม *Pseudomonas sp.* มากที่สุด ส่วนแบคทีเรียอื่น ๆ ที่พบ ได้แก่ *Micrococcus sp.* *Acinetobacter sp.* และกลุ่ม Enterobacteriaceae (ตารางที่ 3) ซึ่งพบในสัดส่วนที่น้อยกว่ากลุ่ม *Pseudomonas sp.* มาก และเมื่อทำการตรวจสอบระดับการสร้างคะตะเลสเบื้องต้นโดยวิธี Capillary tube catalase test (Fung และ Petrishko ,1973) พบว่าแบคทีเรียทุกกลุ่มที่พบให้ผล catalase positive

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณของ predominant bacteria ที่พบในเนื้อไก่

อันดับที่พบ	ชนิดที่พบ	% of total isolates	Catalase test
1	<i>Pseudomonas sp.</i>	87 %	+++
2	<i>Micrococcus sp.</i>	5 %	+++
3	<i>Acinetobacter sp.</i>	3 %	+++
4	Enterobacteriaceae	3 %	++

หมายเหตุ :
 +++ = มีฟองก๊าซเกิดขึ้นเต็มหลอด capillary
 ++ = มีฟองก๊าซเกิดขึ้นประมาณ 1/2 ของหลอด capillary
 + = มีฟองก๊าซเกิดขึ้นประมาณ 1/4 ของหลอด capillary
 - = ไม่เกิดฟองก๊าซ

4. การศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการใช้ยับยั้งคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ และเลือดไก่

4.1 การศึกษาแอกติวิตีของคะตะเลสที่ pH ต่าง ๆ

ในการศึกษาแอกติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ เลือดไก่ และpredominant bacteria ตัวแทนที่เลือกมาศึกษาคือ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 และ *Micrococcus luteus* ATCC 9341 เปรียบเทียบกันที่ระดับ pH ต่าง ๆ พบว่าคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่มีแอกติวิตีต่ำสุดที่ pH ต่ำกว่า 2.8 ลงมาถึง 2.0 โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4) ส่วนคะตะเลสจากเลือดไก่ สามารถยับยั้งแอกติวิตีได้สมบูรณ์เมื่อ pH ต่ำกว่า 2.6 เป็นต้นไป (ตารางที่ 5) ในขณะที่คะตะเลสจาก *P. aeruginosa* และ *M. luteus* มีแอกติวิตีลดลงเมื่อ pH ลดต่ำลง แต่ยังคงพบแอกติวิตีของคะตะเลส แม้เมื่อ pH ลดต่ำลงถึง 2.0 (ตารางที่ 6 และ ตารางที่ 7) และแสดงผลในรูปของ % Relative activity ของคะตะเลสจากแหล่งต่าง ๆ ที่ระดับ pH ต่าง ๆ เปรียบเทียบกันได้ตามรูปที่ 9

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่อที่ระดับ pH ต่าง ๆ

pH	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
11.0	29.67 ^a \pm 0.58
10.0	28.67 ^a \pm 0.58
9.0	33.33 ^a \pm 3.51
8.0	25.33 ^a \pm 6.11
7.0	27.67 ^a \pm 1.15
6.0	34.33 ^a \pm 0.58
5.0	45.33 ^{ab} \pm 3.21
4.0	58.00 ^{bc} \pm 3.00
3.0	75.00 ^c \pm 1.73
2.8	163.33 ^d \pm 9.07
2.6	327.33 ^d \pm 15.50
2.4	436.33 ^d \pm 13.05
2.2	987.00 ^d \pm 17.58
2.0	1332.67 ^d \pm 27.79

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจากเลือดไก่ที่ระดับ pH ต่าง ๆ

pH	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
11.0	32.67 ^a \pm 2.52
10.0	30.33 ^a \pm 2.08
9.0	34.67 ^a \pm 3.05
8.0	31.00 ^a \pm 1.73
7.0	32.33 ^a \pm 1.53
6.0	55.33 ^b \pm 2.52
5.0	75.33 ^c \pm 3.79
4.0	163.67 ^d \pm 5.69
3.0	215.67 ^e \pm 8.39
2.8	301.67 ^f \pm 14.05
2.6	> 3600

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจาก *P. aeruginosa* ATCC 27853 ที่ระดับ pH ต่าง ๆ

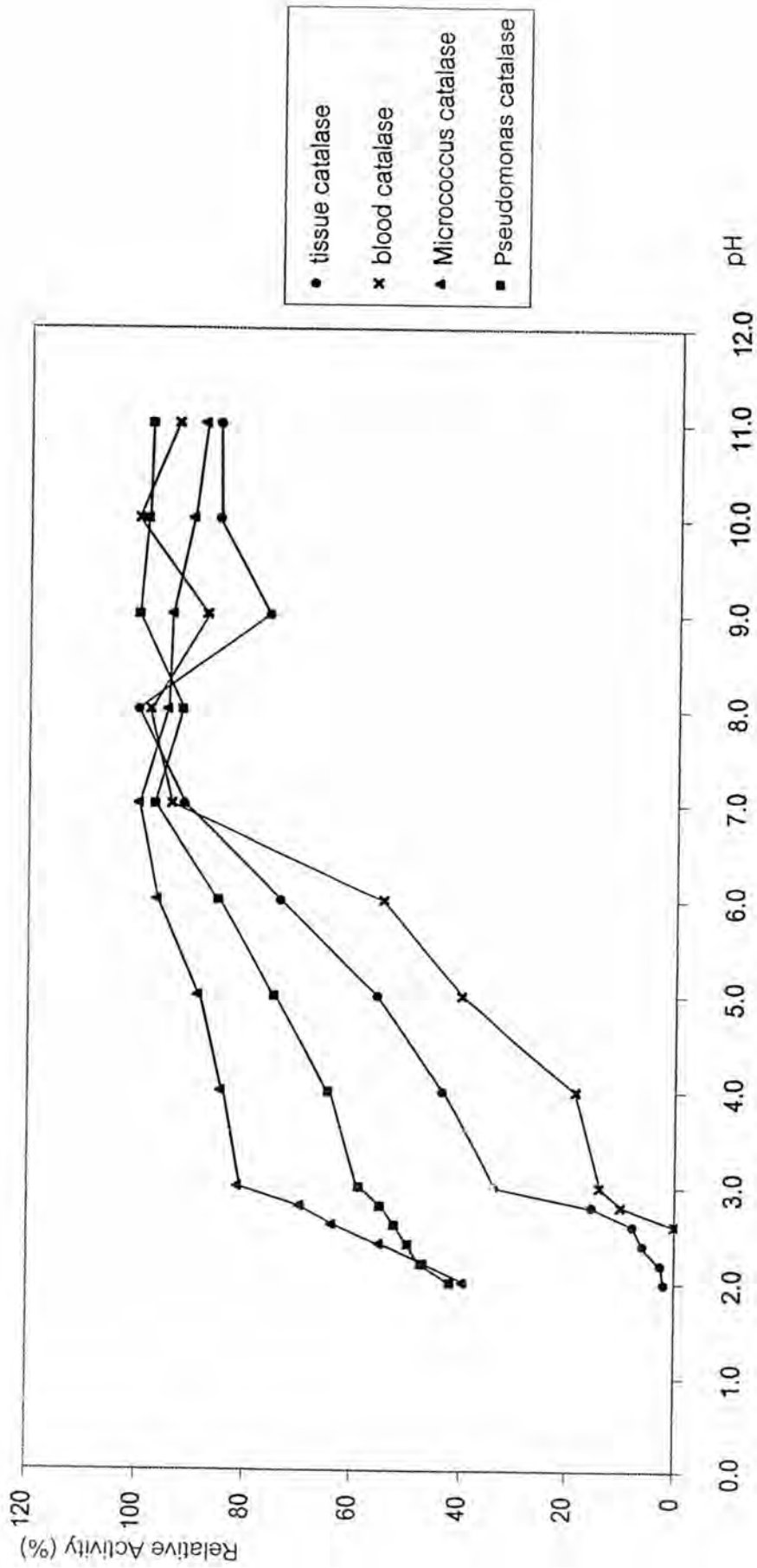
pH	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
11.0	85.00 ^a \pm 6.56
10.0	84.33 ^a \pm 9.50
9.0	83.00 ^a \pm 6.00
8.0	90.33 ^a \pm 8.08
7.0	100.67 ^a \pm 3.51
6.0	97.33 ^a \pm 4.04
5.0	111.00 ^b \pm 6.56
4.0	128.33 ^c \pm 6.66
3.0	141.00 ^{cd} \pm 7.94
2.8	150.67 ^{de} \pm 7.02
2.6	158.33 ^{ef} \pm 9.02
2.4	166.33 ^{fg} \pm 9.50
2.2	175.00 ^g \pm 10.54
2.0	197.33 ^h \pm 9.07

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจาก *M. luteus* ATCC 9341 ที่ระดับ pH ต่าง ๆ

pH	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
11.0	86.25 ^{bcd} \pm 4.92
10.0	84.25 ^{bc} \pm 2.77
9.0	81.00 ^{ab} \pm 2.94
8.0	80.25 ^{ab} \pm 3.30
7.0	76.00 ^a \pm 4.90
6.0	78.75 ^{ab} \pm 4.03
5.0	85.50 ^{bc} \pm 3.42
4.0	89.75 ^{cd} \pm 3.59
3.0	93.25 ^d \pm 6.70
2.8	108.75 ^e \pm 4.79
2.6	119.00 ^e \pm 2.16
2.4	137.50 ^e \pm 5.26
2.2	161.25 ^e \pm 8.26
2.0	191.00 ^e \pm 7.35

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 9 แอคติวิตีของคมาเทเลสจากเนื้อเยื่อไก่ เลือดไก่ แบคทีเรีย *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *M. luteus* ATCC 9341 ที่ระดับ pH ต่าง ๆ

4.2 การศึกษาแอกติวิตีของคะตะเลสที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ในการศึกษาแอกติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ เลือดไก่ และ predominant bacteria ที่เลือกมาเป็นตัวแทน คือ *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *M. luteus* ATCC 9341 เปรียบเทียบกัน เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ pH เท่ากับ 7.0 เป็นเวลานาน 5 นาที และ 10 นาที โดยมี control เป็นตัวอย่างที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน พบว่าแอกติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ สามารถถูกยับยั้งได้ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ทั้งเมื่อใช้เวลานาน 5 นาที และ 10 นาที (ตารางที่ 8) ส่วนแอกติวิตีของคะตะเลสจากเลือดไก่ สามารถถูกยับยั้งได้ที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลานาน 10 นาที หรือที่อุณหภูมิ 64 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลานาน 5 นาที (ตารางที่ 9) ในขณะที่แอกติวิตีของคะตะเลสจาก *P. aeruginosa* ถูกยับยั้งที่อุณหภูมิสูงกว่า นั่นคือ ที่ 78 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลานาน 10 นาที หรือ ที่ 80 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลานาน 5 นาที (ตารางที่ 10) และ แอกติวิตีของคะตะเลสจาก *M. luteus* สามารถถูกยับยั้งได้ที่อุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลานาน 10 นาที หรือ ที่ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลานาน 5 นาที (ตารางที่ 11) และแสดงผลในรูปของ % Relative activity ของคะตะเลสจากแหล่งต่าง ๆ ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบกันได้ตามรูปที่ 10 และ รูปที่ 11

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	
	ให้ความร้อน 5 นาที	ให้ความร้อน 10 นาที
Control	168.67 ^{ab} \pm 4.16	
35	141.67 ^a \pm 10.01	160.33 ^{ab} \pm 4.16
40	142.50 ^a \pm 4.36	160.67 ^{ab} \pm 4.04
45	153.00 ^{ab} \pm 12.53	177.33 ^b \pm 10.79
50	163.00 ^{ab} \pm 4.58	204.33 ^c \pm 9.87
55	165.67 ^{ab} \pm 10.41	254.33 ^d \pm 10.01
60	775.67 ^c \pm 19.86	973.67 ^d \pm 20.74
62	928.67 ^f \pm 21.13	1200.33 ^h \pm 19.76
64	1329.67 ⁱ \pm 24.17	1495.33 ^j \pm 22.90
65	> 3600	-

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจากเลือดไก่ที่ระดับ อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	
	ให้ความร้อน 5 นาที	ให้ความร้อน 10 นาที
Control	36.00 ^{bc} \pm 1.00	
35	29.00 ^{ab} \pm 1.73	29.67 ^{ab} \pm 1.53
40	25.33 ^a \pm 2.08	45.00 ^{de} \pm 2.65
45	39.00 ^c \pm 2.65	49.67 ^{ef} \pm 1.15
50	47.67 ^{ef} \pm 2.52	53.67 ^f \pm 3.21
55	52.33 ^{ef} \pm 3.21	61.67 ^g \pm 4.51
60	94.33 ^h \pm 6.03	188.00 ⁱ \pm 8.54
62	265.67 ^j \pm 9.29	> 3600
64	> 3600	-

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจาก
P. aeruginosa ATCC 27853 ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

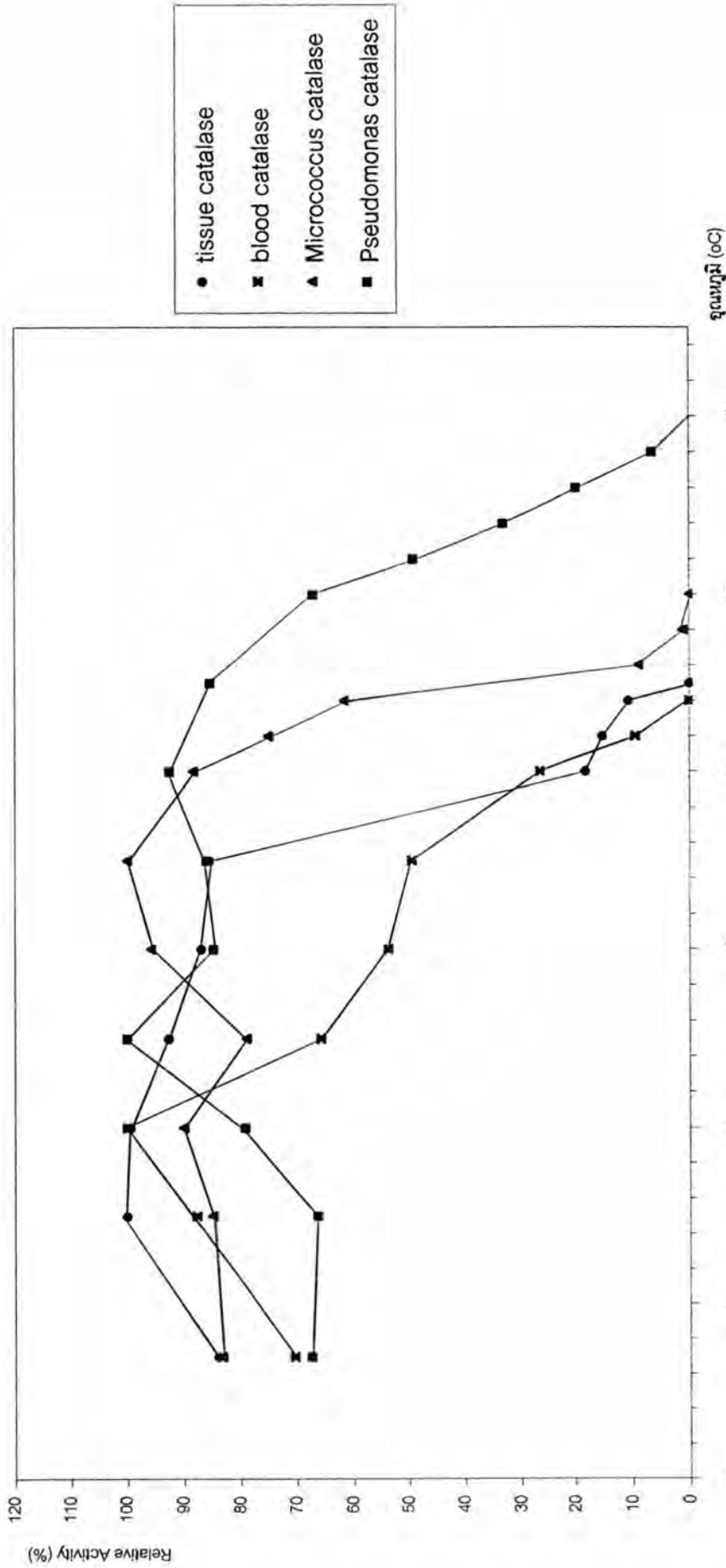
อุณหภูมิ (°C)	ค่าเฉลี่ยของ FT ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	
	ให้ความร้อน 5 นาที	ให้ความร้อน 10 นาที
Control	60.33 ^{abc} ± 3.51	
35	61.33 ^{abc} ± 9.87	68.67 ^{cd} ± 6.66
40	51.33 ^{abc} ± 4.16	55.00 ^{bc} ± 4.58
45	40.67 ^a ± 3.79	56.00 ^{bc} ± 5.29
50	48.00 ^{ab} ± 7.94	49.33 ^{bc} ± 3.21
55	47.33 ^{ab} ± 4.16	52.33 ^{bc} ± 1.15
60	44.00 ^a ± 3.61	55.33 ^{bc} ± 6.81
65	47.67 ^{ab} ± 2.08	66.00 ^{bcd} ± 2.65
70	60.67 ^{abc} ± 7.37	109.67 ^e ± 10.02
72	82.67 ^d ± 8.08	179.00 ^f ± 8.54
74	123.33 ^e ± 7.57	348.67 ^h ± 14.01
76	204.67 ^g ± 12.58	1655.00 ⁱ ± 33.41
78	635.67 ⁱ ± 21.39	> 3600
80	> 3600	-

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

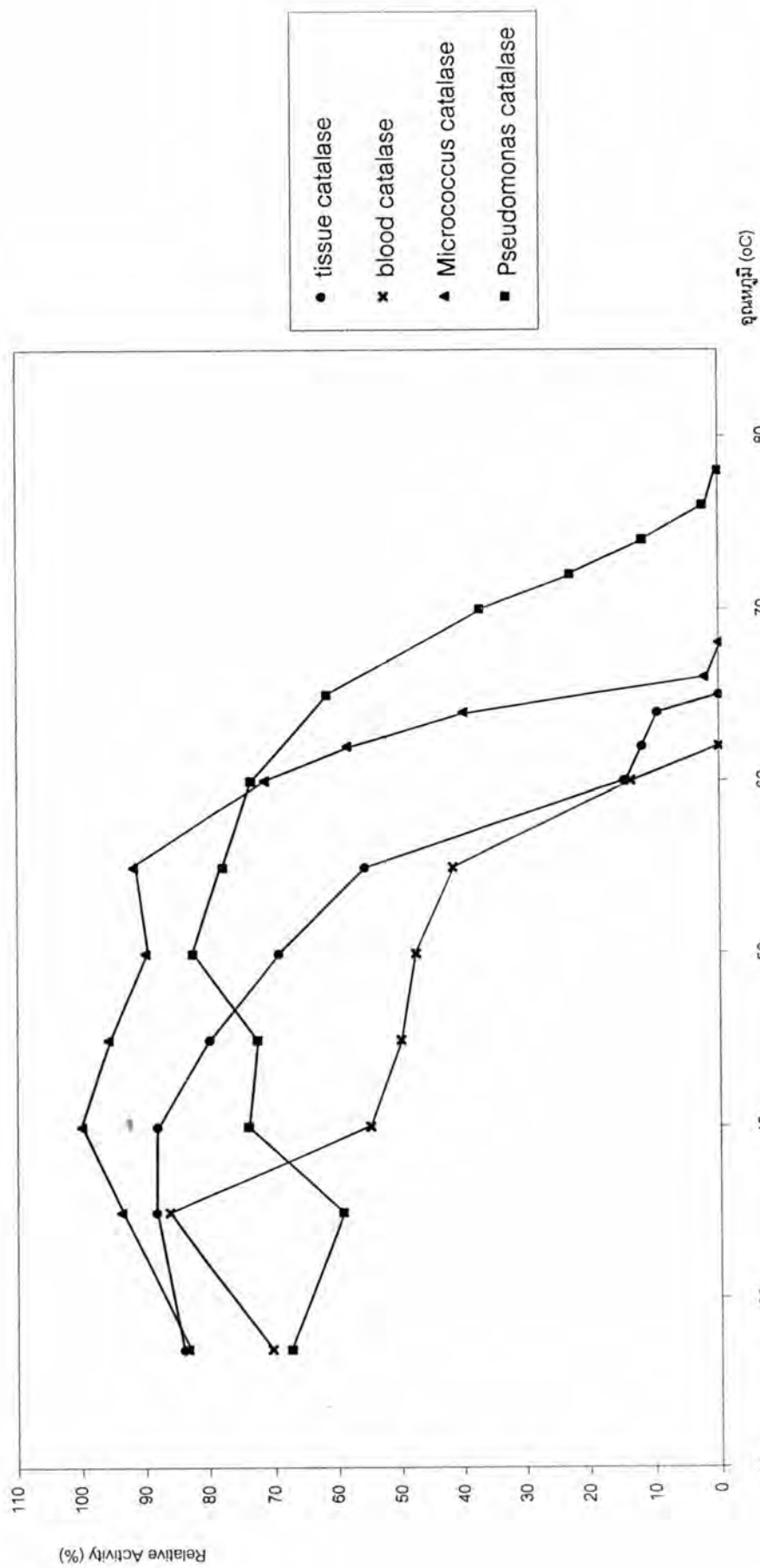
ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจาก *M. luteus* ATCC 9341 ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	
	ให้ความร้อน 5 นาที	ให้ความร้อน 10 นาที
Control	27.00 ^{abc} \pm 2.83	
35	26.50 ^{abc} \pm 3.54	24.00 ^{ab} \pm 2.83
40	25.00 ^{ab} \pm 1.41	24.50 ^{ab} \pm 2.12
45	28.50 ^{abc} \pm 0.71	23.50 ^a \pm 0.71
50	23.50 ^a \pm 2.12	25.00 ^{ab} \pm 2.83
55	22.50 ^a \pm 3.54	24.50 ^{ab} \pm 3.54
60	25.50 ^{ab} \pm 0.71	31.50 ^{abc} \pm 2.12
62	30.00 ^{abc} \pm 2.12	38.50 ^c \pm 2.12
64	36.50 ^{bc} \pm 4.95	56.50 ^d \pm 0.71
66	255.50 ^e \pm 12.02	958.00 ^f \pm 12.73
68	2010.50 ^g \pm 10.61	> 3600
70	> 3600	-

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 10 แอคติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ เลือดไก่ แบคทีเรีย *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *M. luteus* ATCC 9341 ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลานาน 5 นาที



รูปที่ 11 แอคติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ เลือดไก่ แมคทีเรีย *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *M. luteus* ATCC 9341 ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลานาน 10 นาที

จากผลการทดลองดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิร่วมกับ pH ที่มีต่อแอคติวิตีของคะตะเลสจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อที่ว่าอาจช่วยลดภาวะของอุณหภูมิ และ pH ที่ใช้ในการยับยั้งแอคติวิตีของคะตะเลสรวมกันจากทั้ง 2 แหล่ง ลงได้ ซึ่งพบว่าเมื่อให้ภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ร่วมกับ pH 2.6 แก่คะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ สามารถยับยั้งแอคติวิตีได้ และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 55 องศาเซลเซียส ก็สามารถลด pH ลงเหลือ 3.6 (ตารางที่ 12) ส่วนแอคติวิตีของคะตะเลสจากเลือดไก่ ถูกยับยั้งได้เมื่อใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสร่วมกับ pH 2.8 และเมื่อใช้อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส pH 3.8 (ตารางที่ 13) จากนั้นเลือกภาวะที่ใช้ยับยั้งคะตะเลสรวมกันจากทั้ง สองแหล่งได้ คือ การใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 2.6 และ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส pH 3.6 มาทดสอบถึงผลที่มีต่อแอคติวิตีของคะตะเลสจาก predominant bacteria พบว่า ภาวะดังกล่าวเป็นภาวะที่รุนแรงเกินไป เพราะทำให้แอคติวิตีของคะตะเลสจาก predominant bacteria ทั้งสองชนิดสูญเสียไปมาก (ตารางที่ 14 และตารางที่ 15)

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจากเนื้อเยื่อไก่ โดยแปรอุณหภูมิร่วมกับ pH

อุณหภูมิ (°C)	pH	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
Control	7.0	35.33 ^a \pm 2.08
	4.0	75.67 ^b \pm 4.73
	3.0	106.00 ^c \pm 5.57
	2.8	217.33 ^d \pm 11.85
	2.6	356.67 ^e \pm 11.06
	2.4	437.67 ^f \pm 11.68
	2.2	950.33 ^g \pm 10.69
	2.0	1026.33 ^h \pm 13.61
50	7.0	46.67 ^a \pm 4.16
	4.0	529.00 ^b \pm 9.17
	3.0	1080.33 ^c \pm 11.59
	2.8	1844.33 ^d \pm 11.06
	2.6	> 3600
55	7.0	47.33 ^a \pm 1.53
	4.0	829.67 ^b \pm 9.29
	3.8	1341.67 ^c \pm 12.74
	3.6	> 3600

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจากเลือดไก่ โดยแปรอุณหภูมิร่วมกับ pH

อุณหภูมิ (°C)	pH	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
Control	7.0	32.67 ^a \pm 2.08
	4.0	153.33 ^b \pm 4.51
	3.0	205.67 ^c \pm 5.13
	2.8	323.67 ^d \pm 8.74
	2.6	> 3600
50	7.0	55.33 ^a \pm 3.06
	4.0	871.33 ^b \pm 12.50
	3.0	1585.33 ^c \pm 11.15
	2.8	> 3600
55	7.0	61.67 \pm 3.79
	4.0	1237.00 \pm 10.82
	3.8	> 3600

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจาก
P. aeruginosa ATCC 27853 โดยแปรอุณหภูมิร่วมกับ pH

อุณหภูมิ (°C)	pH	ค่าเฉลี่ยของ FT ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
Control	7.0	87.67 ^a ± 2.08
	3.6	133.67 ^b ± 3.21
	2.6	160.00 ^c ± 4.58
50	7.0	105.33 ^a ± 4.04
	3.6	157.33 ^b ± 4.51
	2.6	448.33 ^c ± 13.87
55	7.0	111.33 ± 4.04
	3.6	670.33 ± 5.13
	2.6	> 3600

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

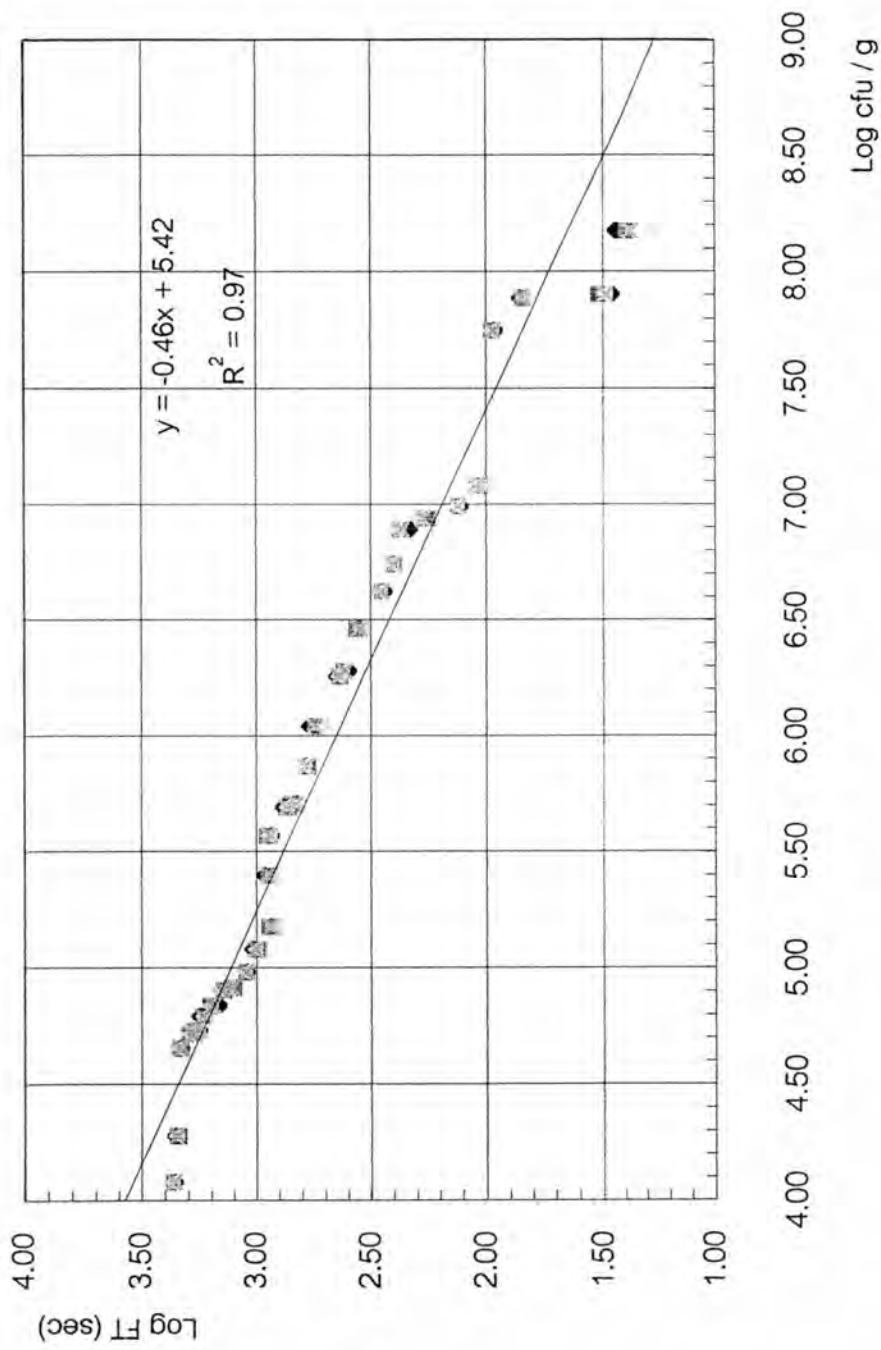
ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอกติวิตีของคะตะเลสจาก
M. luteus ATCC 9341 โดยแปรอุณหภูมิร่วมกับ pH

อุณหภูมิ (°C)	pH	ค่าเฉลี่ยของ FT \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
Control	7.0	15.33 ^a \pm 1.53
	3.6	18.67 ^a \pm 3.21
	2.6	24.00 ^a \pm 3.60
50	7.0	17.33 ^a \pm 2.89
	3.6	21.33 ^a \pm 1.53
	2.6	59.00 ^b \pm 6.08
55	7.0	20.00 ^a \pm 1.73
	3.6	31.33 ^b \pm 1.53
	2.6	784.33 ^c \pm 9.45

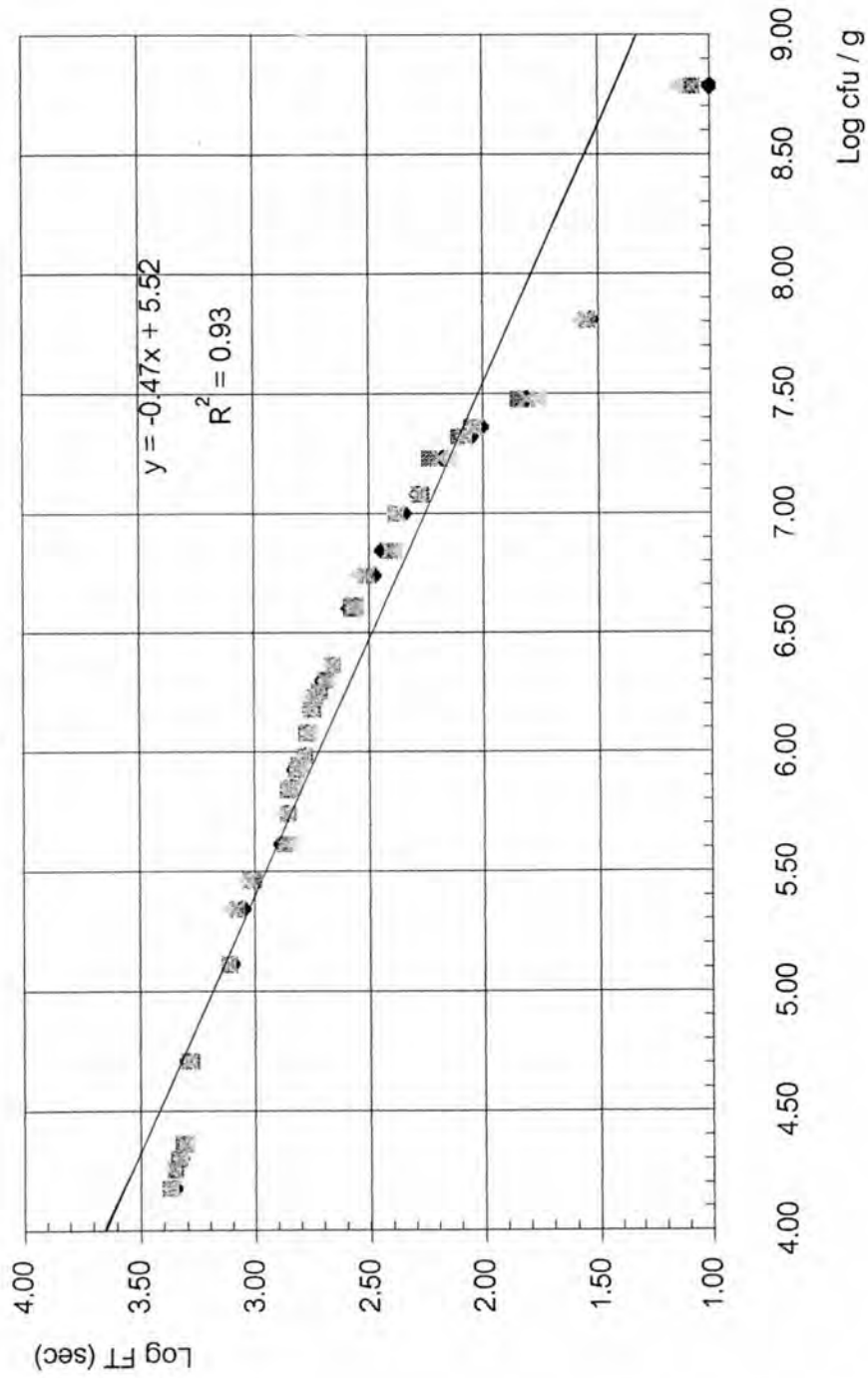
a, b, ... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5. การศึกษาการประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในเนื้อไก่แช่เย็น

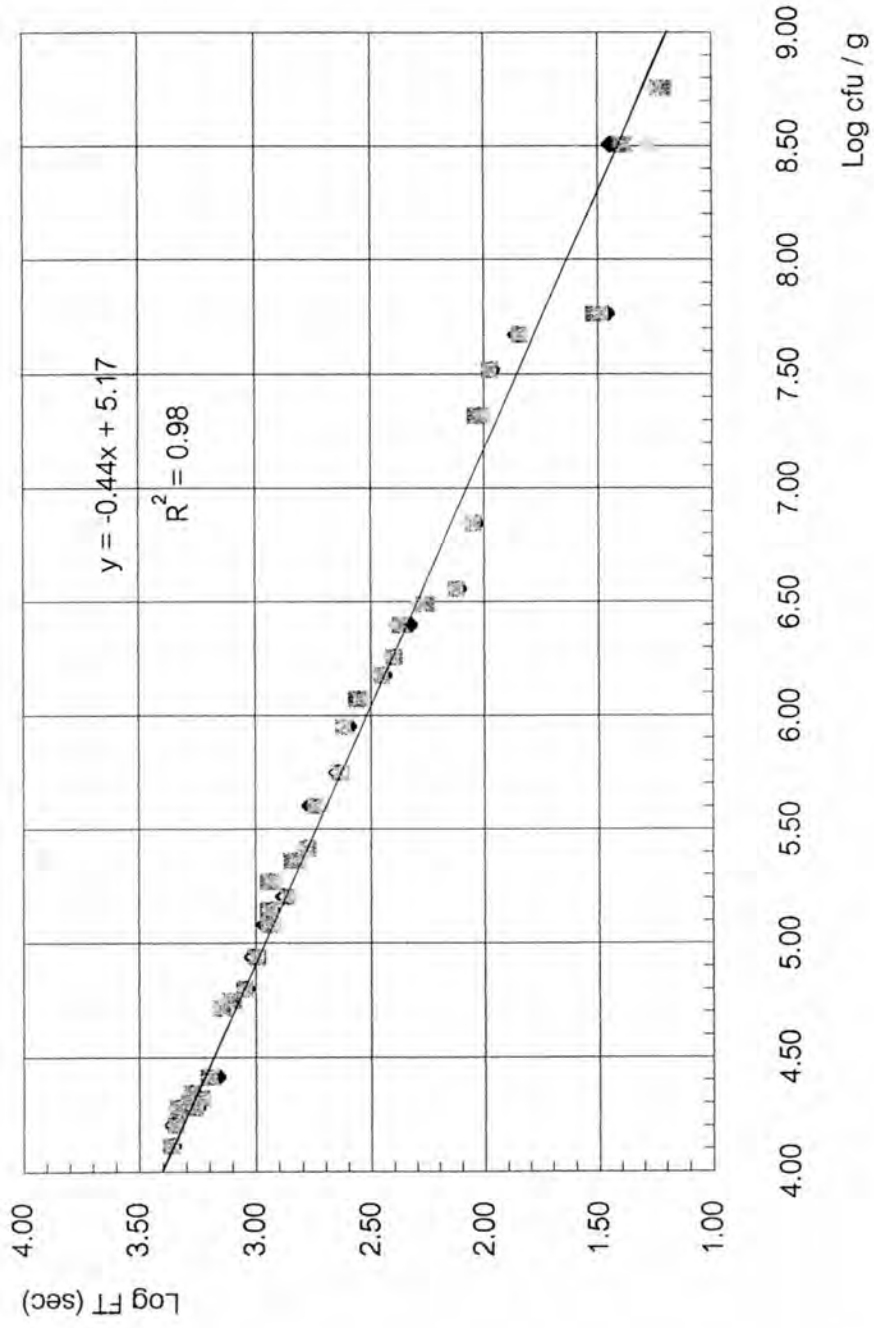
ผลการประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในเนื้อไก่แช่เย็น ชนิดเนื้อส่วนอกติดกับปีกบน (Boneless Breast meat ; BB) และ เนื้อส่วนน่อง ที่มีจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตต่างๆ ใน กรุงเทพมหานคร โดยใช้ Catalasemeter พบว่าในการประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (total viable cell count) เครื่องมือ มี sensitivity ต่อจำนวนเซลล์แบคทีเรียในช่วง 10^4 ถึง 10^9 โคโลนีต่อกรัม และความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm Colony Forming Units ต่อกรัม กับ Logarithm Flotation Time เป็นแบบเส้นตรงทั้งในตัวอย่างชนิดเนื้ออกไก่ และ น่องไก่ โดยมีค่า r เท่ากับ -0.98 ($p \leq 0.05$) และ -0.96 ($p \leq 0.05$) ตามลำดับ (รูปที่ 12 และ รูปที่ 13) ส่วนในการประมาณจำนวนแบคทีเรีย psychrotroph ทั้งหมด (total psychrotroph count) พบว่า Catalasemeter มี sensitivity ต่อจำนวนเซลล์แบคทีเรียในช่วง 10^3 ถึง 10^8 โคโลนีต่อกรัม และความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm Colony Forming Units ต่อกรัม กับ Logarithm Flotation Time เป็นแบบเส้นตรงเช่นกัน ทั้งในตัวอย่างชนิดเนื้ออกไก่ และ น่องไก่ โดยมีค่า r เท่ากับ -0.98 ($p \leq 0.05$) (รูปที่ 14 และ รูปที่ 15)



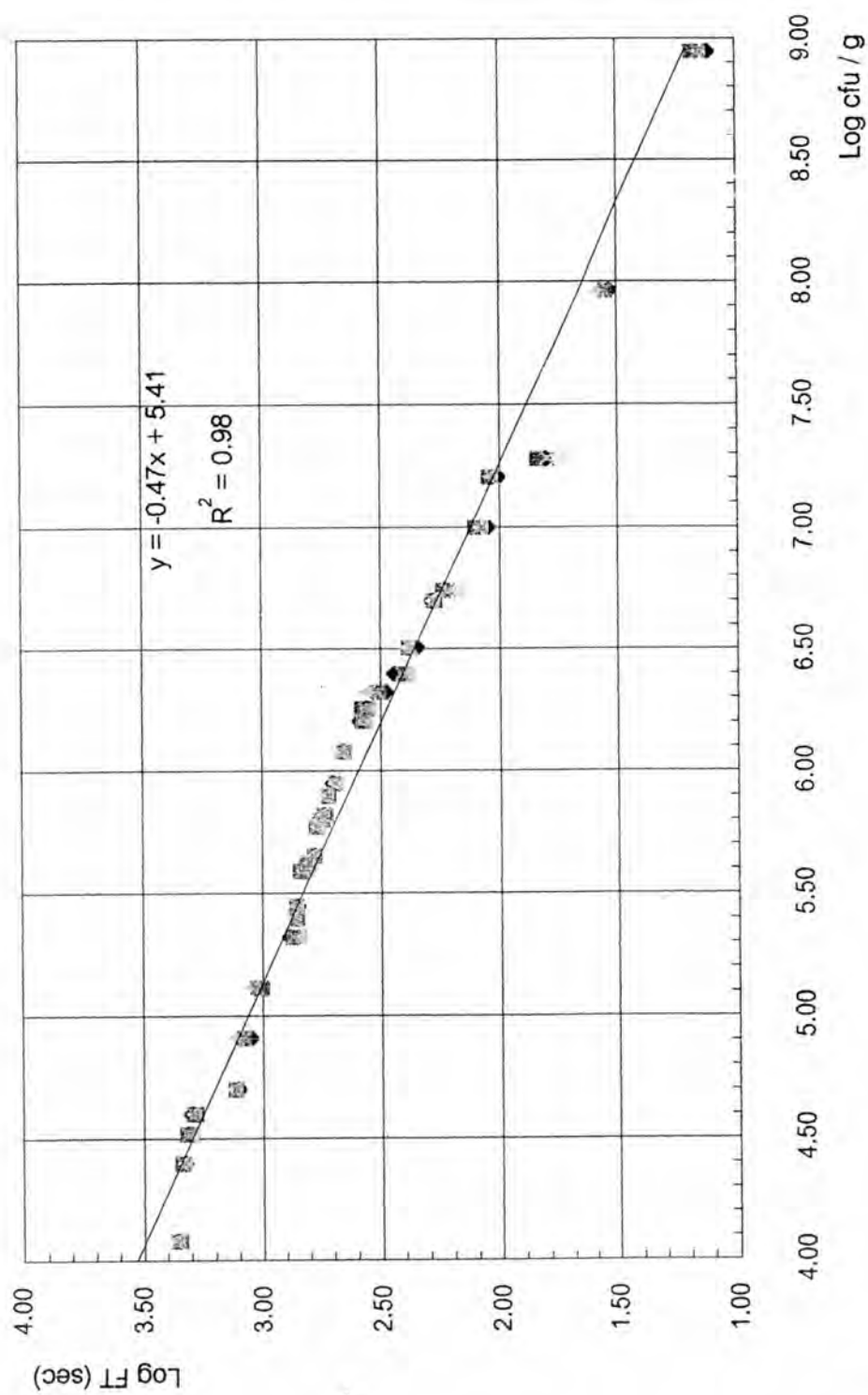
รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (total viable count) (Log cfu / ml) ในเนื้ออกไก่แช่เย็น กับแอดคทีวิตีของคะตะเลส
เมื่อวัดด้วย Catalasometer (Log FT)



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (total viable count) (Log cfu / ml) ในเนื้อสมองไก่แช่เย็น กับแอมพลิจูดของคะตะเดสเมื่อวัดด้วย Catalasemeter (Log FT)



รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรีย psychrotroph ทั้งหมด (total psychrotroph count) (Log cfu / ml) ในเนื้ออกไก่แช่เย็น กับแอกติวิตีของคะตะเลส เมื่อวัดด้วย Catalasemeter (Log FT)



รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรีย psychrotroph ทั้งหมด (total psychrotroph count) (Log cfu / ml) ในเนื้อของไก่แช่เย็น กับแอกติวิตีของคะตะเลส เมื่อวัดด้วย Catalasemeter (Log FT)

6. การศึกษาการประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในเนื้อไก่แปรรูป

6.1 การศึกษาชนิด และปริมาณของ predominant bacteria ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในเนื้อไก่แปรรูป

เนื้อไก่แปรรูปที่เลือกมาศึกษา คือ น่องไก่หมักซอสกระเทียมแช่เย็น ที่มีจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ต จากผลการศึกษาชนิดและปริมาณของ predominant bacteria ที่พบเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ตัวอย่าง เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าส่วนใหญ่เป็นพวก bacilli แกรมลบ และมีพวก bacilli แกรมบวก และ cocci แกรมบวก ปะปนมาบ้าง เมื่อทำการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีในด้านต่าง ๆ พบว่าเป็นแบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae มากที่สุด (ตารางที่ 16) ส่วนแบคทีเรียกลุ่มอื่น ๆ ที่พบได้แก่ *Pseudomonas sp.*, *Lactobacillus sp.* และกลุ่ม Micrococcaceae และเมื่อทำการตรวจสอบระดับการสร้างคะตะเลสเบื้องต้นโดยวิธี Capillary tube catalase test (Fung และ Petrishko, 1973) พบว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบให้ผล catalase positive ในระดับต่ำ และส่วนหนึ่งไม่สร้างคะตะเลส

ตารางที่ 16 ชนิดและปริมาณของ predominant bacteria ที่พบในเนื้อไก่แปรรูป

อันดับที่พบ	ชนิดที่พบ	% of total isolates	Catalase test
1	Enterobacteriaceae	50 %	++
2	<i>Pseudomonas sp.</i>	18 %	+++
3	<i>Lactobacillus sp.</i>	16 %	-
4	Micrococcaceae	4 %	+++

หมายเหตุ :
 +++ = มีฟองก๊าซเกิดขึ้นเต็มหลอด capillary
 ++ = มีฟองก๊าซเกิดขึ้นประมาณ 1/2 ของหลอด capillary
 + = มีฟองก๊าซเกิดขึ้นประมาณ 1/4 ของหลอด capillary
 - = ไม่เกิดฟองก๊าซ

6.2 ศึกษาการประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในเนื้อไก่แปรรูป

จากผลการศึกษานิตและปริมาณของ predominant bacteria ที่พบในตัวอย่างเนื้อไก่หมักซอสกระเทียมแช่เย็น ซึ่งแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบให้ผล catalase positive ในระดับต่ำ และส่วนหนึ่งไม่สร้างคะตะเลส ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ตัวอย่างที่นำมาศึกษามี normal contamination level อยู่ในระดับประมาณ 10^5 ถึง 10^6 โคโลนีต่อกรัม และทดสอบพบว่าเครื่องมือสามารถตรวจสอบแอกติวิตีของคะตะเลสได้เมื่อมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่า 10^6 โคโลนีต่อกรัม จึงสรุปได้ว่าวิธีตรวจสอบแอกติวิตีของคะตะเลสโดยใช้ Catalasemeter ไม่เหมาะสมในการใช้ประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เนื่องจากเครื่องมือจะมี sensitivity ต่อจำนวนเซลล์ต่ำ นั่นคือจะสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในระดับสูงเท่านั้น