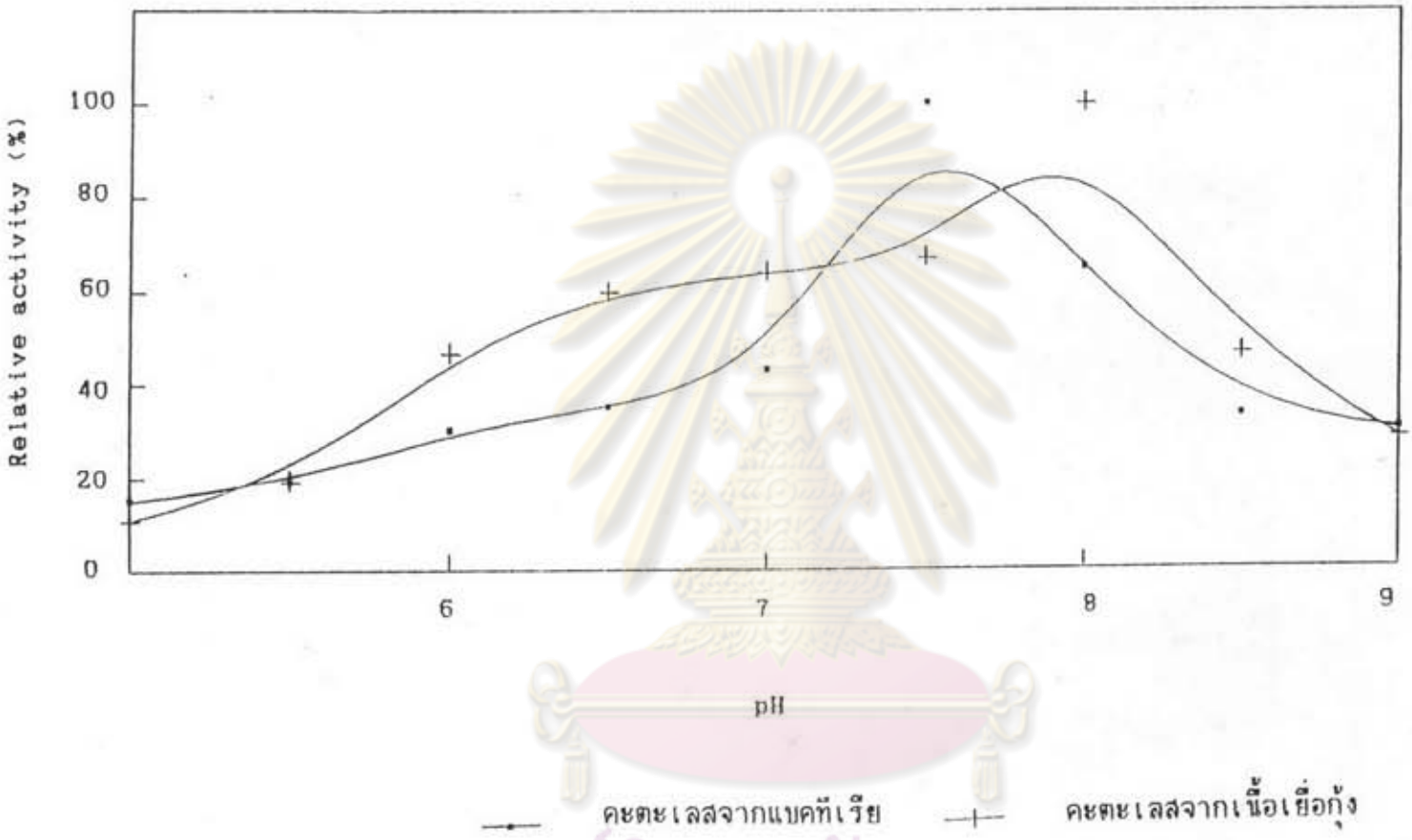
บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การศึกษาแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสที่ระดับ pH ต่างๆ

ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสที่สร้างจากเนื้อเยื่อกุ้งกุลาดำและแบคทีเรียที่ระดับ pH ต่างๆ พบว่าเอนไซม์คะตะเลสจากแบคทีเรียมีแอคติวิตีสูงสุดที่ pH 7.5 เอนไซม์คะตะเลสจากเนื้อเยื่อกุ้งที่ pH 8.0 (รูปที่ 5) และพบว่าที่ทุกช่วง pH ยกเว้น pH 6.0 และ 9.0 แอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสจากแบคทีเรียมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 3) ในขณะที่เอนไซม์คะตะเลสจากเนื้อเยื่อกุ้งที่ pH 7.0, 7.5 และ 8.0 มีแอคติวิตีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 แอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสที่สร้างจากเนื้อเยื่อกุ้งกุลาดำ และแบคทีเรีย ที่ระดับ pH ต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คซตะเลสที่สร้างจากจุลินทรีย์ที่ระดับ pH ต่างๆ

pH	ค่าเฉลี่ยของ FT ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
5.0	679.25 [a] ± 71.96
5.5	538.50 [b] ± 7.55
6.0	329.00 [c] ± 9.90
6.5	286.50 [c] ± 4.51
7.0	231.75 [e] ± 5.74
7.5	97.00 [h] ± 3.92
8.0	154.50 [g] ± 1.73
8.5	301.00 [d] ± 5.48
9.0	328.00 [c] ± 16.63

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT ในการวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสที่สร้างจากเนื้อเยื่อกุ้งที่ระดับ pH ต่างๆ

pH	ค่าเฉลี่ยของ FT ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
5.0	759.75 [a] ± 25.33
5.5	427.75 [b] ± 6.55
6.0	178.00 [d] ± 4.95
6.5	138.50 [e] ± 2.38
7.0	129.25 [e] ± 0.96
7.5	122.75 [e] ± 5.32
8.0	84.50 [e] ± 2.52
8.5	177.00 [d] ± 4.24
9.0	293.50 [c] ± 6.35

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การพัฒนาวิธีการตรวจสอบเอนไซม์คะตะเลสจากแบคทีเรีย

การพัฒนาวิธีการตรวจสอบเอนไซม์คะตะเลสเป็นการศึกษาเพื่อควบคุม และปรับปรุงวิธีการทดลองเพื่อให้ผลการทดลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยศึกษาแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าสามารถยับยั้งแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสจากเนื้อเยื่อกุ้งได้โดยสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 68 °C และยับยั้งคะตะเลสจากแบคทีเรียได้โดยสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 72 °C (ตารางที่ 5) และศึกษาประสิทธิภาพในการสุ่มตัวอย่างเชื้อจากเปลือกกุ้งโดยวิธี Rinse method โดยเปรียบเทียบกับวิธี Blend method พบว่าการหาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกุ้งที่แยกได้โดยทั้งสองวิธีมีจำนวนใกล้เคียงกัน แต่เมื่อวัดแอคติวิตีด้วย Catalasemeter ค่า FT ที่ได้แตกต่างกันมาก และค่า FT จากวิธี Blend method มีค่าต่ำกว่า FT จาก Rinse method เสมอ (ตารางที่ 6) จากการเปรียบเทียบการตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในเปลือกกุ้ง และในกุ้งหลังปอกเปลือกโดยวิธีปั่นละเอียด พบว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่ปนเปื้อนอยู่ที่เปลือกของกุ้ง (ตารางที่ 7) เมื่อตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียที่เหลือจากการแยกโดยวิธี Rinse method โดยนำกุ้งที่ผ่านการแยกแบคทีเรียออกโดยวิธี Rinse method แล้วนำมาตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียที่เหลือทั้งหมดโดยวิธี Blend method การปั่นละเอียดพบว่าจำนวนแบคทีเรียมีค่าใกล้เคียงกันเสมอ และไม่ขึ้นกับจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้น (ตารางที่ 8)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและการวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสจากแบคทีเรีย และจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อกุ้งและการวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสจากเนื้อเยื่อกุ้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	คะตะเลสจากเนื้อเยื่อกุ้ง		คะตะเลสจากแบคทีเรีย	
	แอคติวิตี	จำนวนแบคทีเรีย (โคโลนีต่อกรัม)	แอคติวิตี	จำนวนแบคทีเรีย (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)
control	+++	4	+++	2.75×10^{5}
60	++	0	+++	2.38×10^{4}
62	++	0	+++	1.50×10^{4}
64	++	0	++	3.26×10^{3}
66	+	0	++	3.48×10^{3}
68	-	0	+	2.46×10^{3}
70	-	0	+	2.68×10^{2}
72	-	0	-	1.89×10^{2}
74	-	0	-	2.30×10^{2}

+++,++ และ + คือระดับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสจากแอคติวิตีมากไปน้อยตามลำดับ และ - แสดงว่าไม่มีแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลส

control คือ ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำสด โดยแยกแบคทีเรียออกจากตัวกุ้งโดย Rinse และ Blend method และวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสด้วย Catalasemeter

ตัวอย่างที่	Rinse method		Blend method	
	ค่าเฉลี่ยของ FT ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	จำนวนแบคทีเรีย (โคโลนีต่อกรัม)	ค่าเฉลี่ยของ FT ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	จำนวนแบคทีเรีย (โคโลนีต่อกรัม)
1	93.0 ± 10.23^{c}	4.02×10^{7}	28.2 ± 0.96^{ns}	5.84×10^{7}
2	105.5 ± 10.25^{c}	1.53×10^{7}	33.0 ± 4.24^{ns}	2.77×10^{7}
3	268.2 ± 20.69^{b}	2.38×10^{8}	32.5 ± 5.32^{ns}	1.68×10^{8}
4	388.7 ± 23.43^{a}	8.22×10^{4}	29.2 ± 0.34^{ns}	1.21×10^{8}
5	388.2 ± 29.94^{a}	3.21×10^{4}	36.2 ± 2.06^{ns}	8.82×10^{4}

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 การตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนบนเปลือกกุ้งและเนื้อเยื่อกุ้งหลังปอกเปลือก โดยวิธี Rinse method

ตัวอย่างที่	กุ้งทั้งเปลือก (โคโลนีต่อกรัม)	เนื้อเยื่อกุ้งหลังปอกเปลือก (โคโลนีต่อกรัม)
1	4.84×10^{7}	1.25×10^{3}
2	3.29×10^{7}	3.76×10^{3}
3	1.06×10^{6}	1.22×10^{3}
4	7.23×10^{4}	8.24×10^{2}
5	6.02×10^{4}	2.53×10^{3}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 การตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียที่เหลือทั้งหมดในตัวกุ้งทั้งเปลือก หลังจากการแยกแบคทีเรียออก โดยวิธี Rinse method

ตัวอย่างที่	จำนวนแบคทีเรียเริ่มต้น (โคโลนีต่อกรัม)	จำนวนแบคทีเรียที่เหลือหลังการ Rinse (โคโลนีต่อกรัม)
1	3.8×10^{4}	6.32×10^{3}
2	2.0×10^{5}	4.26×10^{3}
3	1.5×10^{5}	7.29×10^{3}
4	2.0×10^{5}	3.65×10^{3}
5	2.7×10^{5}	2.44×10^{3}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

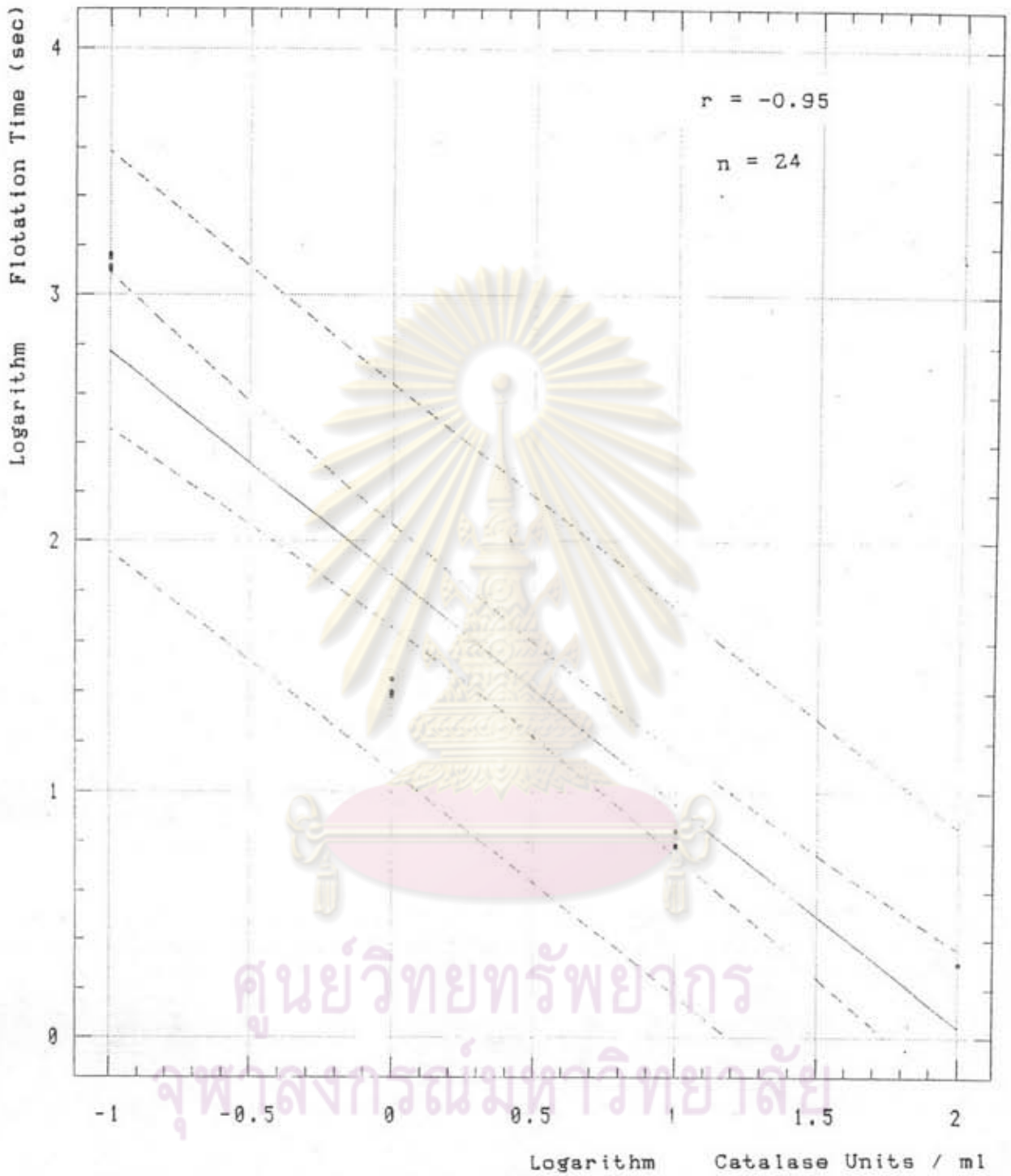
3. การศึกษาความไวของเครื่องมือต่อเอนไซม์คะตะเลส

ในการทดลองนี้ใช้วิธีในการวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลส 2 วิธี คือ Gas column method และการวัดด้วย Catalasemeter ทั้งสองระบบ และได้ศึกษาเปรียบเทียบความไวของเครื่องมือทั้งสองชนิดนี้ต่อเอนไซม์คะตะเลสที่มีชื่อทางการค้าว่า Microcatalase ® และเอนไซม์คะตะเลสจากแบคทีเรีย Pseudomonas fluorescens

3.1 การทดสอบความไวของเครื่องมือต่อเอนไซม์คะตะเลส

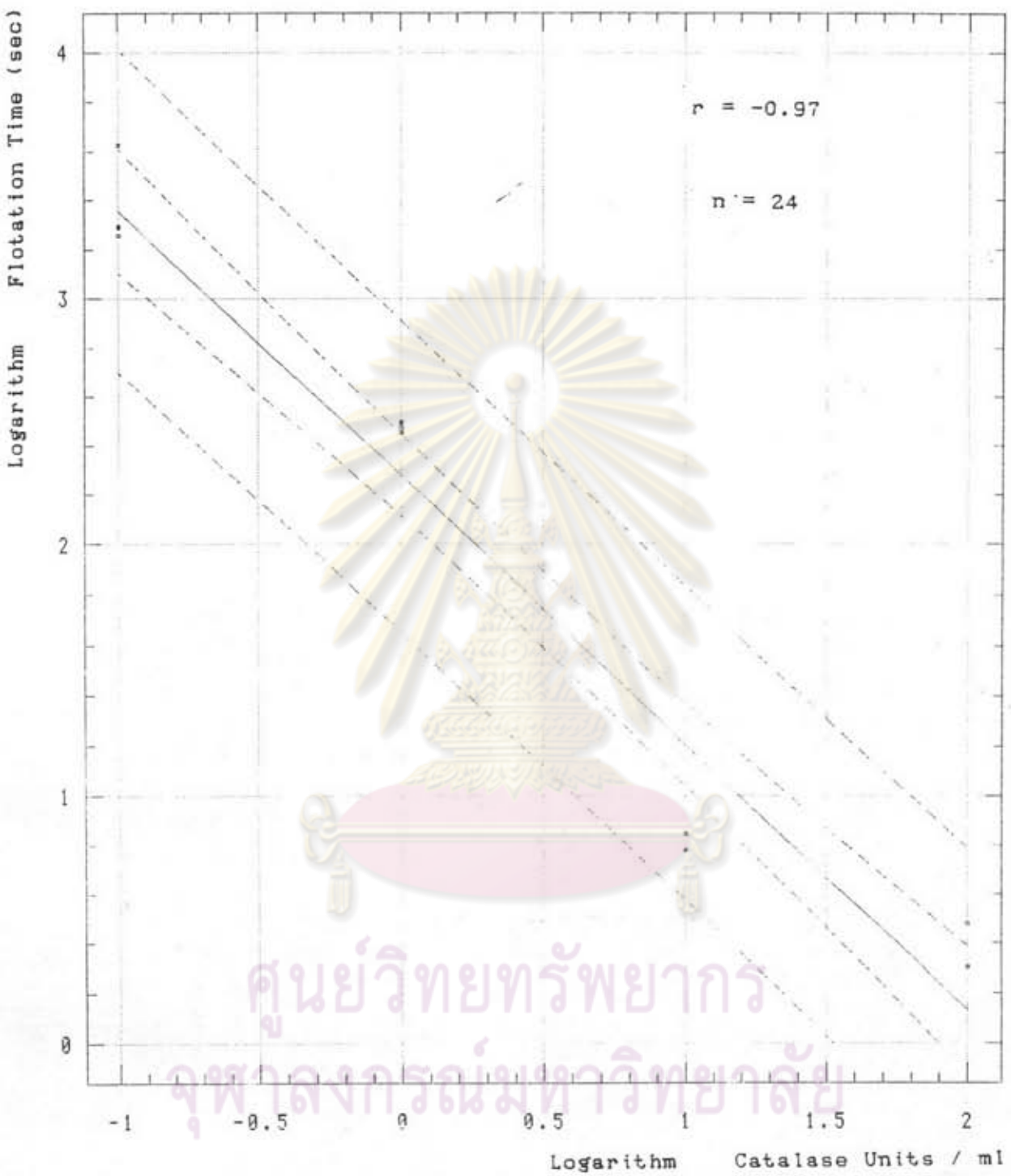
Catalasemeter ระบบ Paper disk และ Filter membrane พบว่า ต่างก็มีความไวต่อเอนไซม์คะตะเลสที่ระดับความเข้มข้น 10^{-1} ถึง 10^{2} ยูนิตต่อมิลลิลิตร และความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm catalase units/ml กับ Logarithm FT เป็นแบบเส้นตรงที่มีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ -0.95 ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 6) และ -0.97 ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 7) ตามลำดับ ส่วน Gas column method มีความไวต่อเอนไซม์คะตะเลส อยู่ในช่วง 10^{0} ถึง 10^{-2} ยูนิตต่อมิลลิลิตร ความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm catalase units / ml กับ Logarithm % G.C เป็นแบบเส้นตรงมีค่า r เท่ากับ 0.90 (รูปที่ 8)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



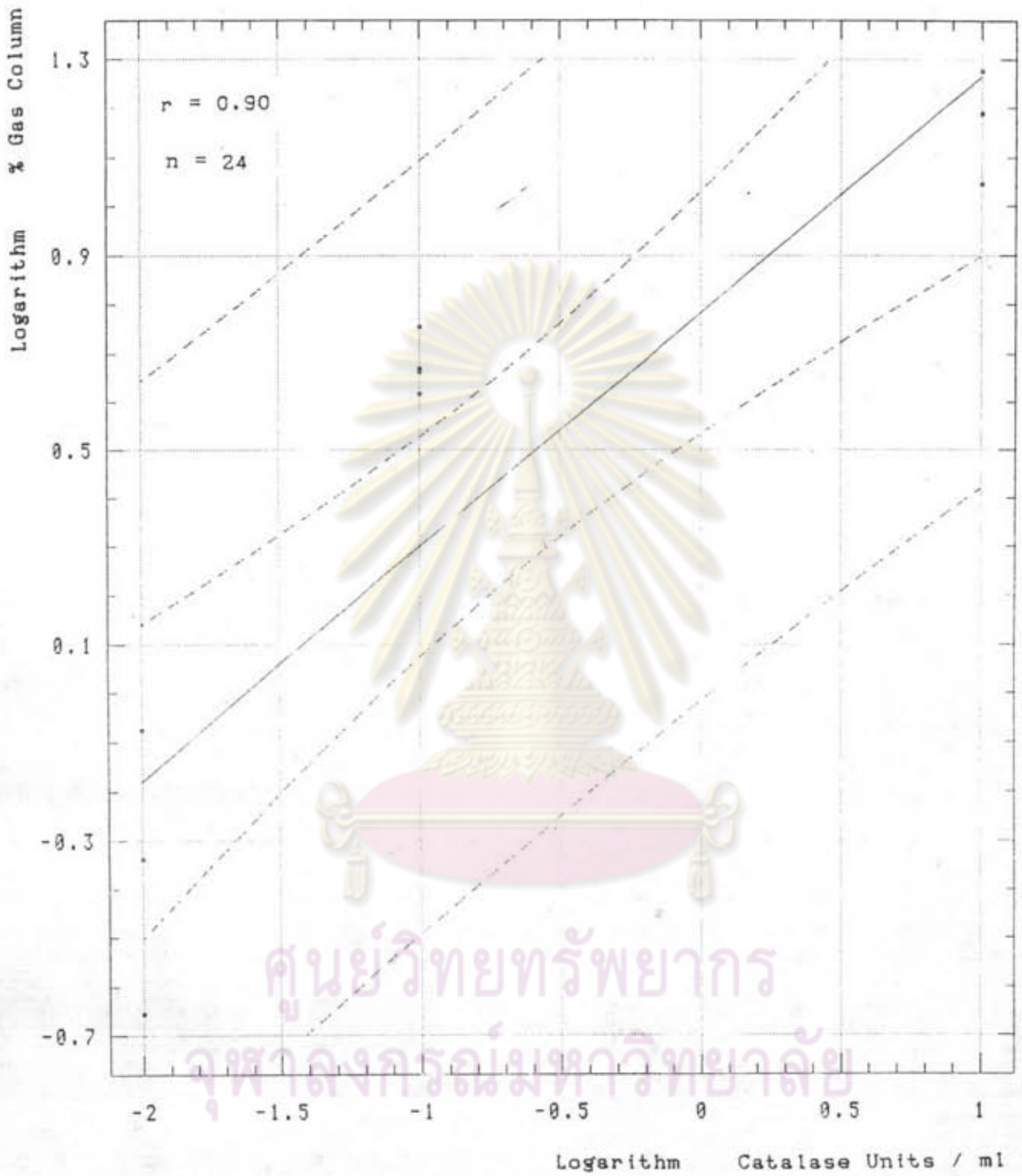
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Microcatalase ® กับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสเมื่อวัดด้วยเครื่อง Catalasemeter ระบบ Paper disk



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Microcatalase ® กับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสเมื่อวัดด้วยเครื่อง Catalasemeter ระบบ Filter membrane

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



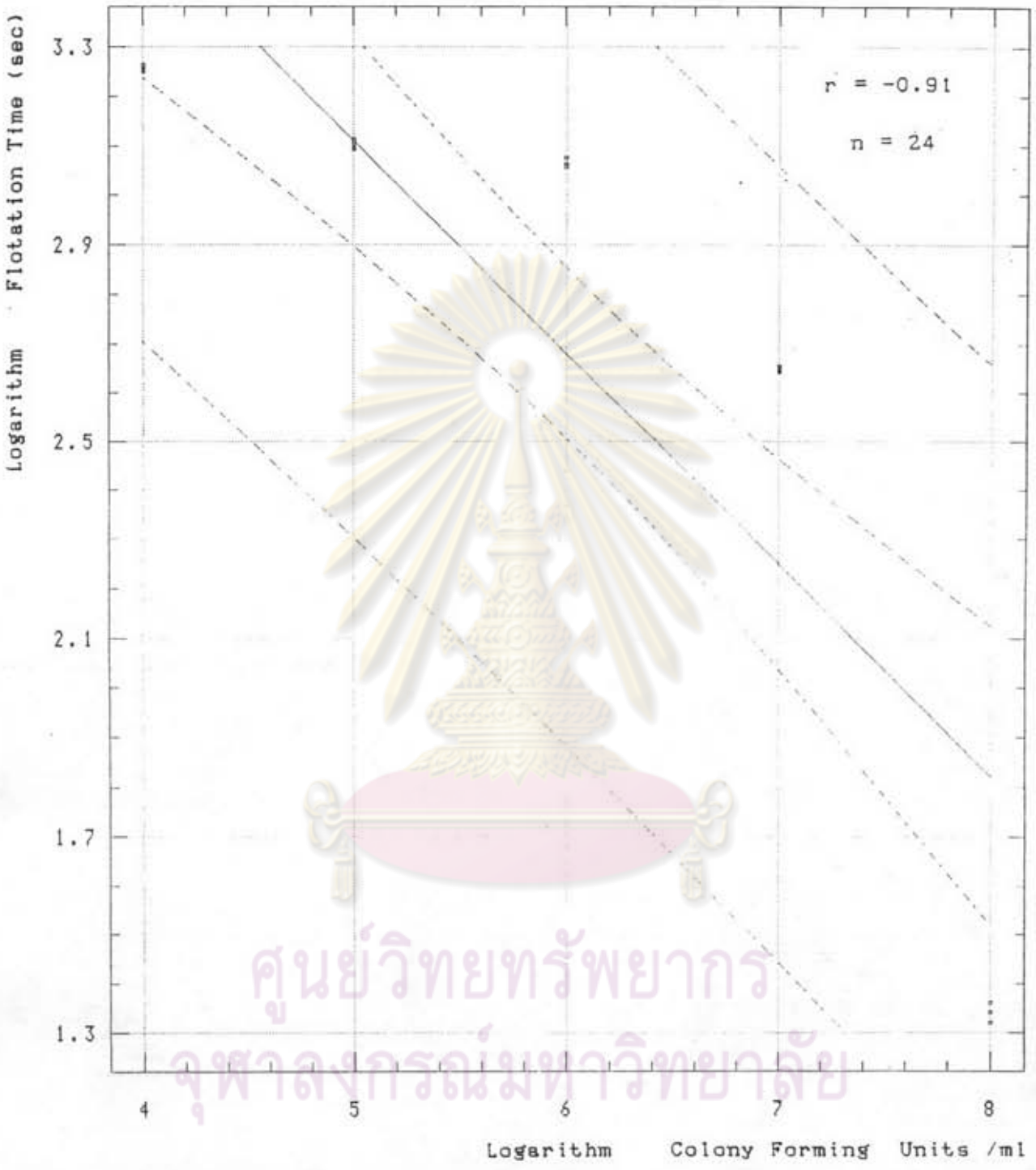
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Microcatalase ® กับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสเมื่อวัดด้วย Gas column method

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การทดสอบความไวของเครื่องมือต่อเอนไซม์คะตะเลสจากเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์

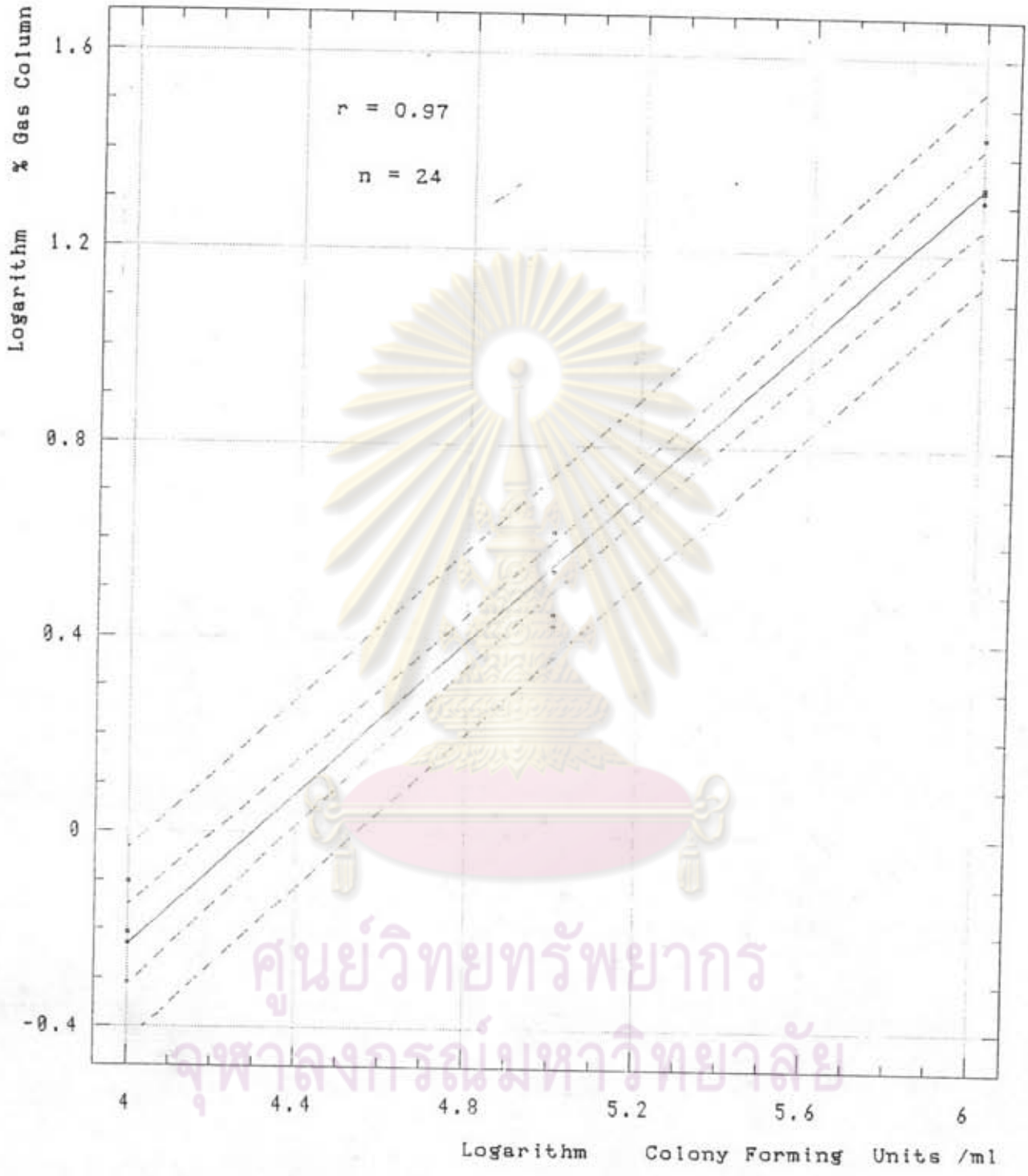
ความไวของ Catalasemeter ระบบ Paper disk ต่อเอนไซม์คะตะเลสจากเชื้อ Pseudomonas fluorescens อยู่ในช่วงที่มีจำนวนเซลล์เท่ากับ 10^4 ถึง 10^8 (โคโลนีต่อมิลลิลิตร) และความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm Colony Forming Units /ml กับ Logarithm FT เป็นแบบเส้นตรงมีค่า r เท่ากับ -0.91 (รูปที่ 9) ส่วน Gas column method มีความไวที่ช่วงจำนวนเซลล์เท่ากับ 10^5 ถึง 10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm Colony Forming Units / ml กับ Logarithm %Gas column เป็นแบบเส้นตรงค่า r เท่ากับ 0.97 (รูปที่ 10) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ใด ๆเมื่อวัดด้วย Catalasemeter ระบบ Filter membrane

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดกับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสจากเชื้อ Pseudomonas fluorescens เมื่อวัดด้วย Catalasemeter ระบบ Paper disk



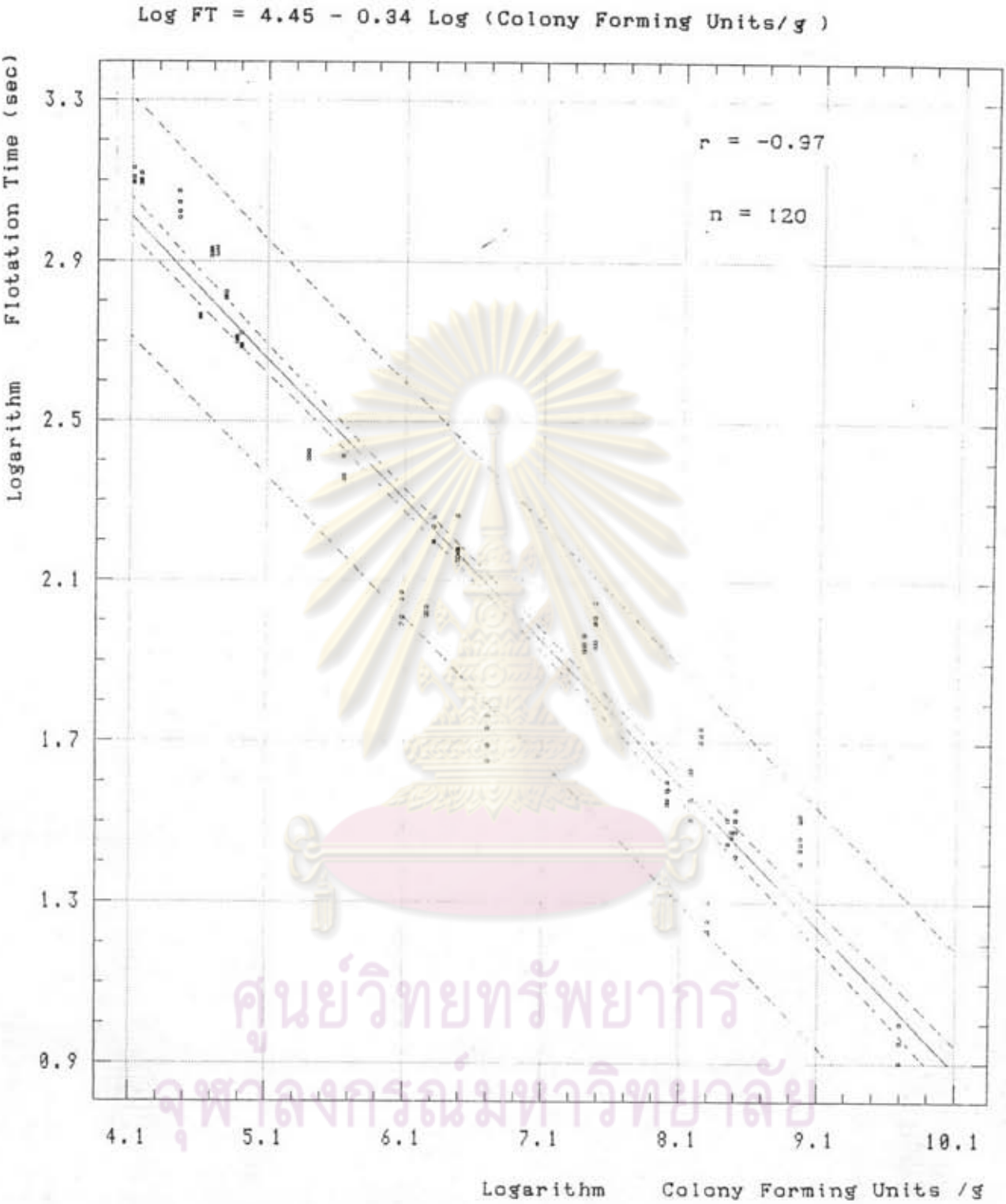
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดกับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสจากเชื้อ Pseudomonas fluorescens เมื่อวัดด้วย Gas column method

4. การศึกษาการประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบ

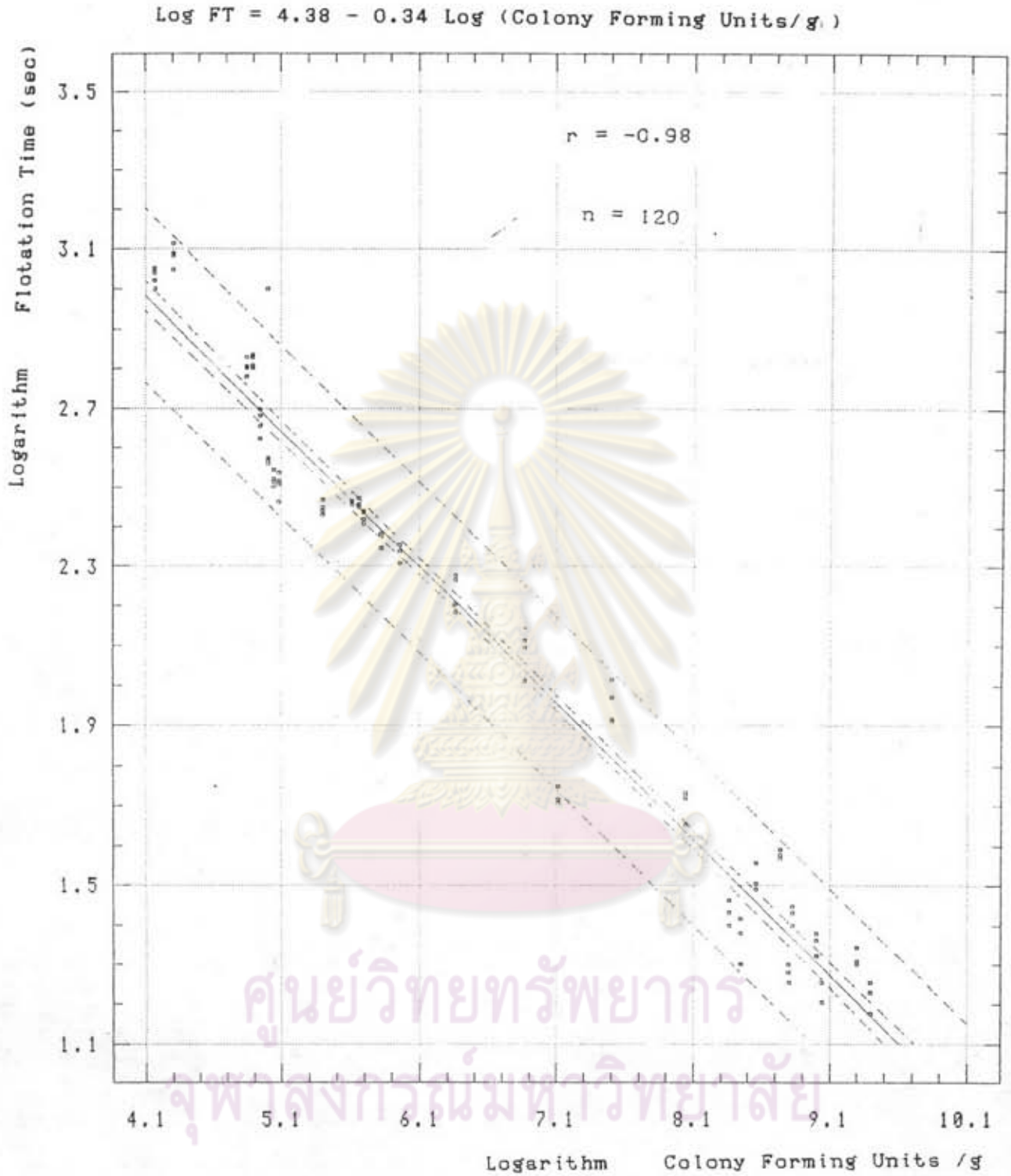
ผลการประมาณจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจาก จังหวัดนครศรีธรรมราช, ระยอง และสุราษฎร์ธานี ด้วย Catalasemeter ระบบ Paper disk พบว่าความไวของเครื่องมือต่อการประมาณจำนวนแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำจากทั้ง 3 แหล่ง อยู่ในช่วงจำนวนเซลล์เดียวกันคือ 10^4-10^9 โคโลนีต่อกรัม และความสัมพันธ์ระหว่าง Logarithm Colony Forming Units/g กับ Logarithm FT เป็นแบบเส้นตรงทั้งหมดและเส้นตรงทั้งสามเส้นมีความชันเท่ากับ -0.34 และมีค่า r เท่ากับ -0.97 ($P \leq 0.05$) , -0.98 ($P \leq 0.05$) และ -0.97 ($P \leq 0.05$) ในแต่ละจังหวัดตามลำดับ แสดงในรูปที่ 11, 12 และ 13 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



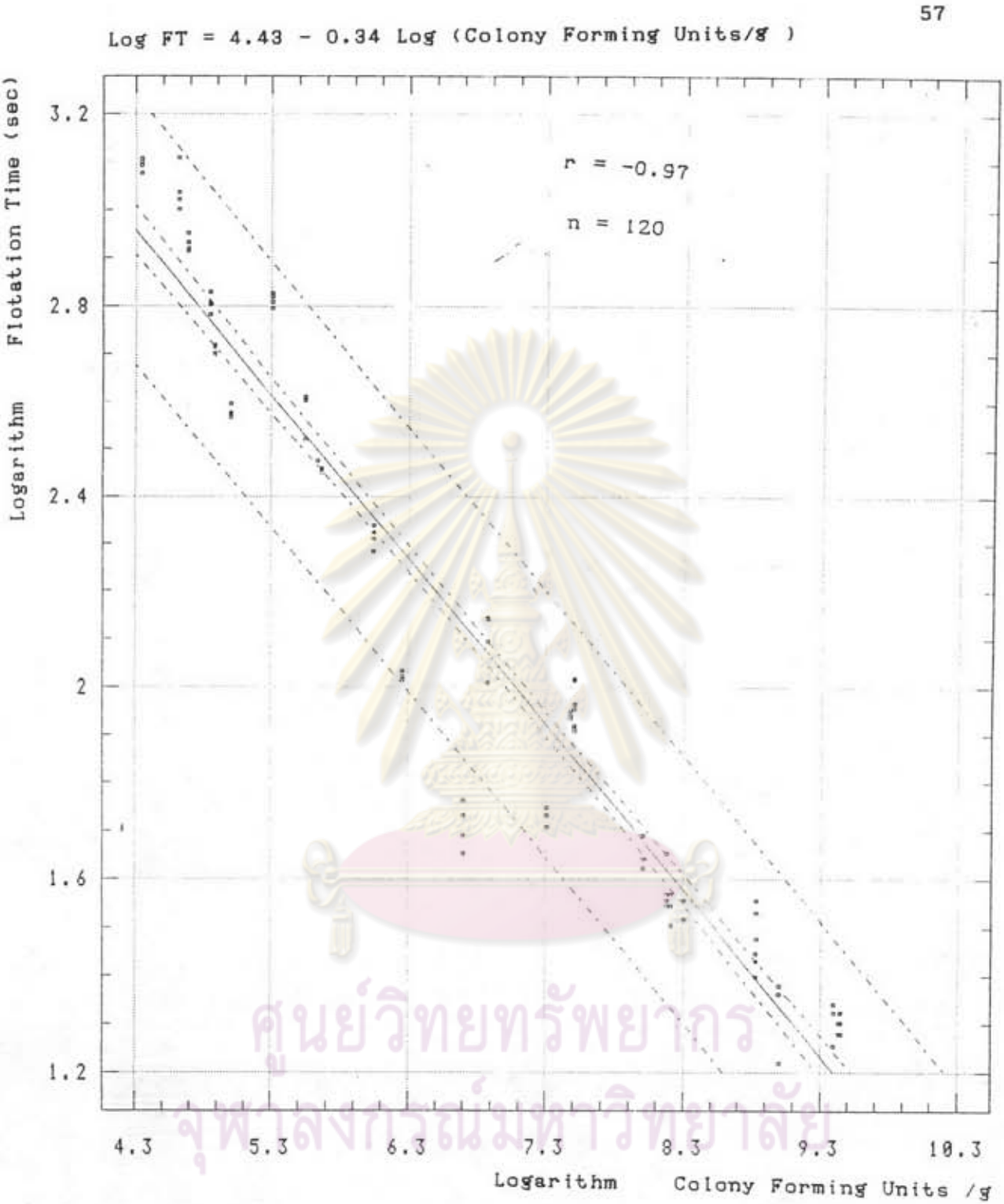
รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจากจังหวัดนครศรีธรรมราชกับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลส เมื่อวัดด้วย Catalasemeter ระบบ Paper disk

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจากจังหวัดระยอง กับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลส เมื่อวัดด้วย Catalasemeter ระบบ Paper disk



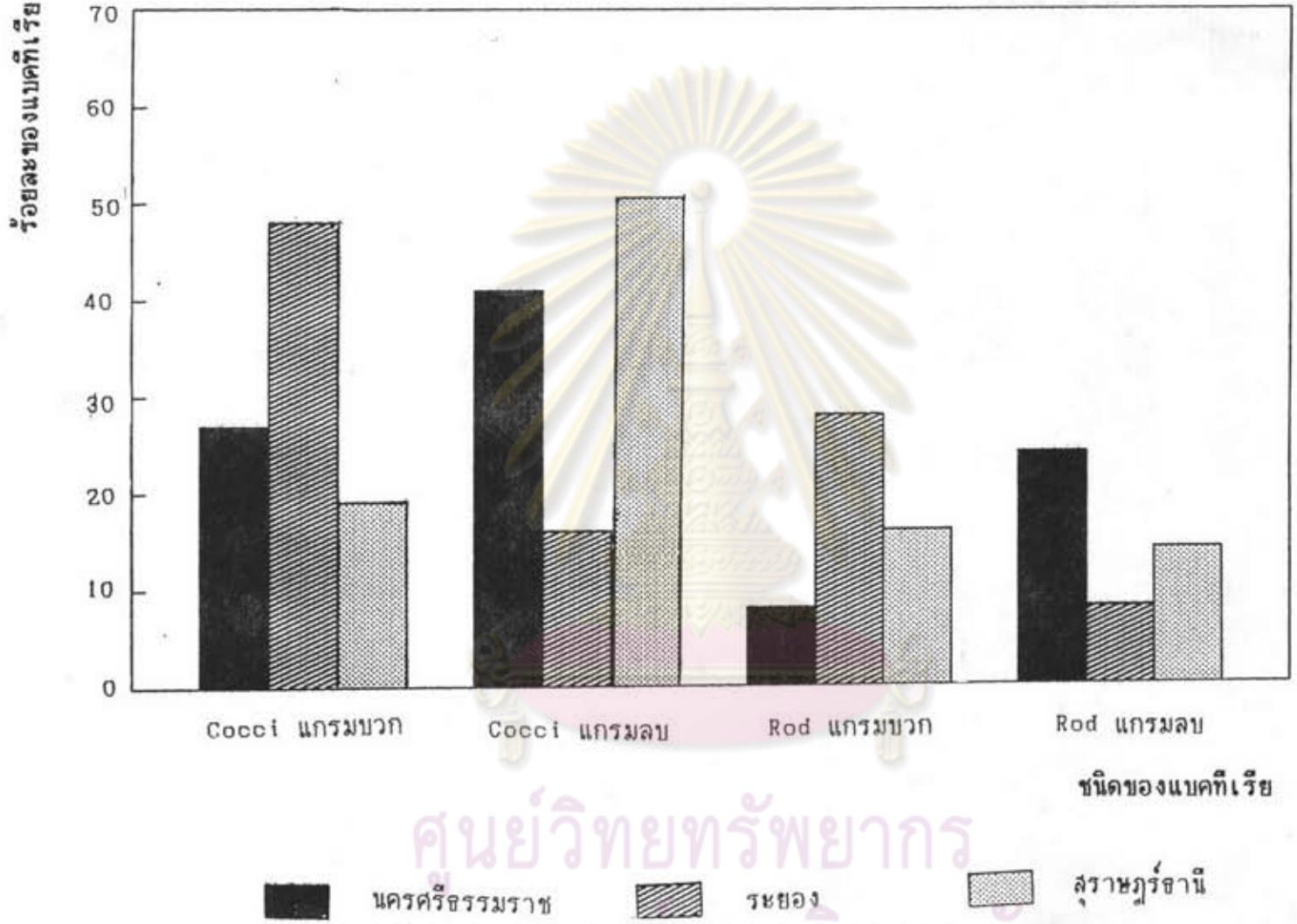
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี กับแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลส เมื่อวัดด้วย Catalasemeter ระบบ Paper disk

5. การศึกษาชนิดและปริมาณของ predominant bacteria ที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบ

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจากจังหวัดนครศรีธรรมราช, ระยอง และสุราษฎร์ธานี เมื่อตรวจสอบโดยการย้อมแกรม พบว่าแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำจากจังหวัดระยองเป็นส่วนใหญ่ คือ แบคทีเรียชนิด cocci แกรมบวก จากจังหวัดนครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี คือ แบคทีเรียที่มีลักษณะการติดสีแกรมคล้ายกับชนิด cocci แกรมลบ (รูปที่ 14) เมื่อทดสอบสมบัติทางชีวเคมีพบว่า predominant bacteria ที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำจากจังหวัดระยองคือแบคทีเรียใน Genus Micrococcus จากจังหวัดนครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี คือ แบคทีเรียใน Genus Acinetobacter (ตารางที่ 9) รายละเอียดวิธีจัดกลุ่มแบคทีเรียแสดงในภาคผนวก ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 14 ผลของชนิดของรูปร่าง, สมบัติการติดสีแกรม และปริมาณของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจากจังหวัดนครศรีธรรมราช, ระยอง และสุราษฎร์ธานี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ชนิดและปริมาณของ predominant bacteria ที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจากจังหวัดต่างๆ

จังหวัด	predominant bacteria	ร้อยละที่พบ
นครศรีธรรมราช	Acinetobacter	39
ระยอง	Micrococcus	45
สุราษฎร์ธานี	Acinetobacter	54

6. การศึกษาผลของชนิดและปริมาณแบคทีเรียต่อความสามารถในการวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสโดยเครื่องมือ

6.1 ศึกษาระดับการสร้างเอนไซม์คะตะเลสของแบคทีเรีย

ผลการศึกษาปริมาณ และระดับการสร้างเอนไซม์คะตะเลสของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบจากทั้ง 3 จังหวัดโดยวิธี Capillary tube catalase test พบว่าแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำจากทั้งสามจังหวัดส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่มีการสร้างเอนไซม์คะตะเลสระดับ +++ (ตารางที่ 10)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ปริมาณของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกุ้งกุลาดำวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติในการสร้างเอนไซม์คะตะเลสระดับต่าง ๆ

ระดับการสร้างเอนไซม์	นครศรีธรรมราช (ร้อยละ)	ระยอง (ร้อยละ)	สุราษฎร์ธานี (ร้อยละ)
+++	56	80	58
++	28	14	28
+	16	2	8
0	0	4	6

6.2 ศึกษาผลของสัดส่วนของแบคทีเรียที่มีระดับการสร้างเอนไซม์คะตะเลสแตกต่างกันต่อการวัดแอคติวิตีของเครื่องมือ

ผลการศึกษาความไวของ Catalasemeter ระบบ Paper disk ต่อการวัดแอคติวิตีของเอนไซม์คะตะเลสของแบคทีเรียที่สร้างคะตะเลสในระดับต่าง ๆ และผสมในสัดส่วนแตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 11,12,13 และ14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT จากการผสมแบคทีเรียที่มีระดับการสร้างเอนไซม์คะตะเลส +++ กับ + ในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนของแบคทีเรีย +++ : +	ค่าเฉลี่ยของ FT ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
0 : 1	160.67 [a] ± 7.77
1 : 2	134.67 [b] ± 2.52
1 : 1	113.33 [c] ± 9.71
2 : 1	96.00 [d] ± 0.00
1 : 0	88.67 [d] ± 6.51

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT จากการผสมแบคทีเรียที่มีระดับการสร้างเอนไซม์คะตะเลส +++ กับ ++ ในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนของแบคทีเรีย +++ : ++	ค่าเฉลี่ยของ FT ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
0 : 1	282.00 ^{a} ± 11.36
1 : 2	274.67 ^{a} ± 13.05
1 : 1	247.33 ^{b} ± 4.04
2 : 1	148.67 ^{c} ± 6.03
1 : 0	140.00 ^{c} ± 6.24

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT จากการผสมแบคทีเรียที่มีระดับการสร้างเอนไซม์คะตะเลส ++ กับ + ในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนของแบคทีเรีย ++ : +	ค่าเฉลี่ยของ FT ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
0 : 1	$347.67^{a} \pm 7.37$
1 : 2	$327.33^{b} \pm 7.02$
1 : 1	$322.33^{b} \pm 5.86$
2 : 1	$304.76^{c} \pm 10.26$
1 : 0	$282.00^{d} \pm 11.36$

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ FT จากการผสมแบคทีเรียที่มีระดับการสร้างเอนไซม์คะตะเลส +++ กับ ++ และ + ในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนของแบคทีเรีย +++ : ++ : +	ค่าเฉลี่ยของ FT ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
0 : 0 : 1	347.67 ^{a} ± 7.37
0 : 1 : 0	282.00 ^{b} ± 11.36
1 : 1 : 2	267.33 ^{bc} ± 24.09
1 : 2 : 2	263.67 ^{c} ± 6.66
2 : 1 : 2	261.33 ^{c} ± 5.86
1 : 1 : 1	350.33 ^{c} ± 8.74
1 : 2 : 1	231.67 ^{d} ± 6.51
2 : 2 : 1	143.00 ^{e} ± 3.61
2 : 1 : 1	142.33 ^{e} ± 5.51
1 : 0 : 0	140.00 ^{e} ± 6.24

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย