

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

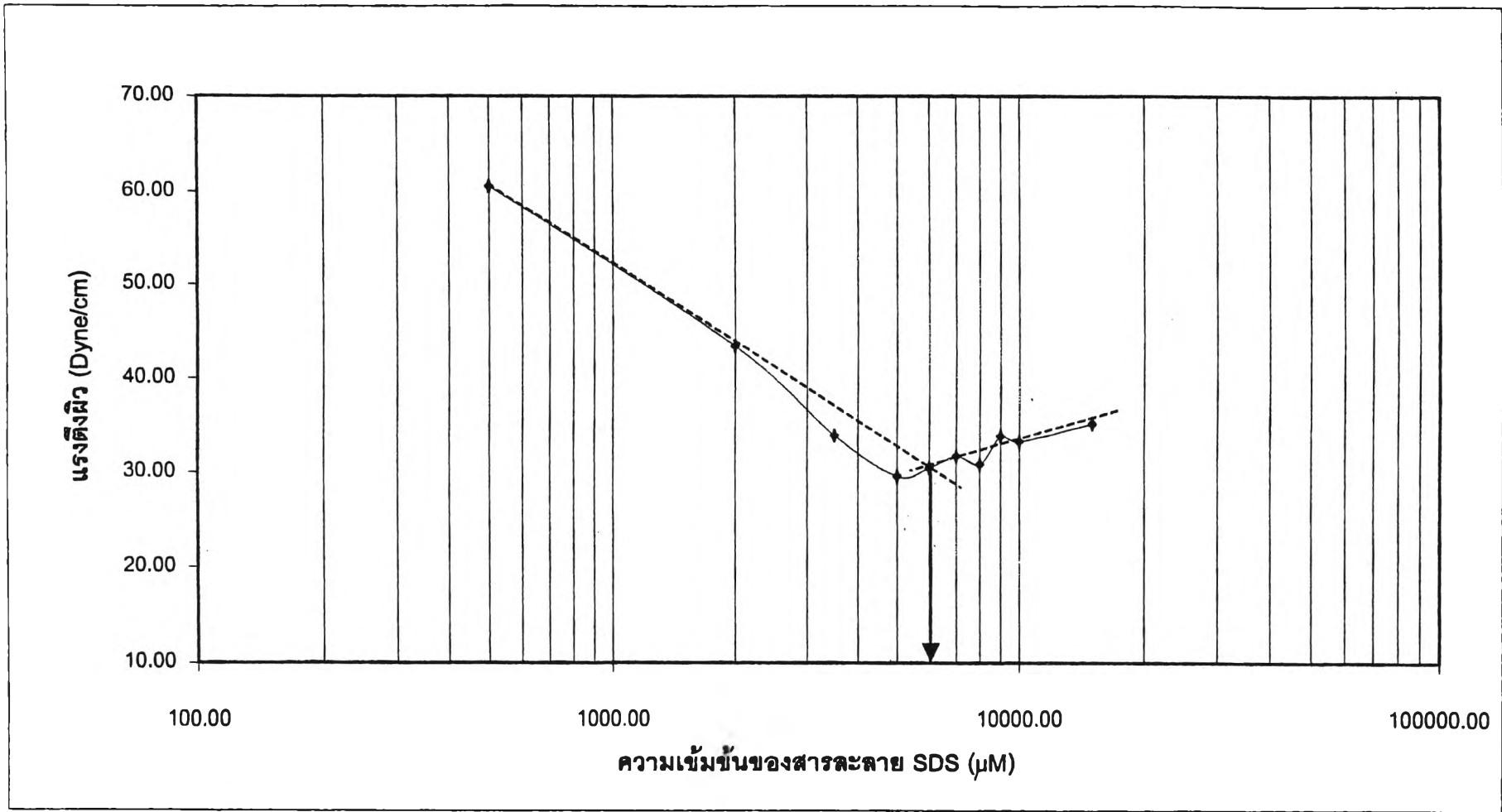
4.1 ค่าความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์ (CMC)

การวัดค่าความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์ของสารลดแรงตึงผิว 3 ชนิด ได้แก่ SDS, CTAB และ TERIC N10 ได้ใช้เครื่องวัดแรงตึงผิว (Tensiometer) โดยใช้วิธี Du-Nöuy ข้อมูลการทดลองหาค่าแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวทั้งสามชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ค่าซีเอ็มซีสามารถหาได้จากจุดตัดของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงตึงผิว (Surface Tension) และค่า Log ของความเข้มข้นของสารละลายสารลดแรงตึงผิว จากผลการทดลอง จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.3 จะพบว่าความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวในช่วงแรกเส้นแนวโน้มของค่าแรงตึงผิวลดต่ำลงเป็นรูปพาราโบลา ความชันของกราฟมีค่าสูง จากนั้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้น พบว่า ความชันของเส้นมีค่าลดต่ำลงเข้าใกล้ 0 ที่ช่วงนี้จะเกิดไมเซลล์ ความเข้มข้นที่สูงกว่าจุดซีเอ็มซี ค่าแรงตึงผิวจะสูงขึ้น (Porter,1994 , Yohiyuki and Eng,1979)

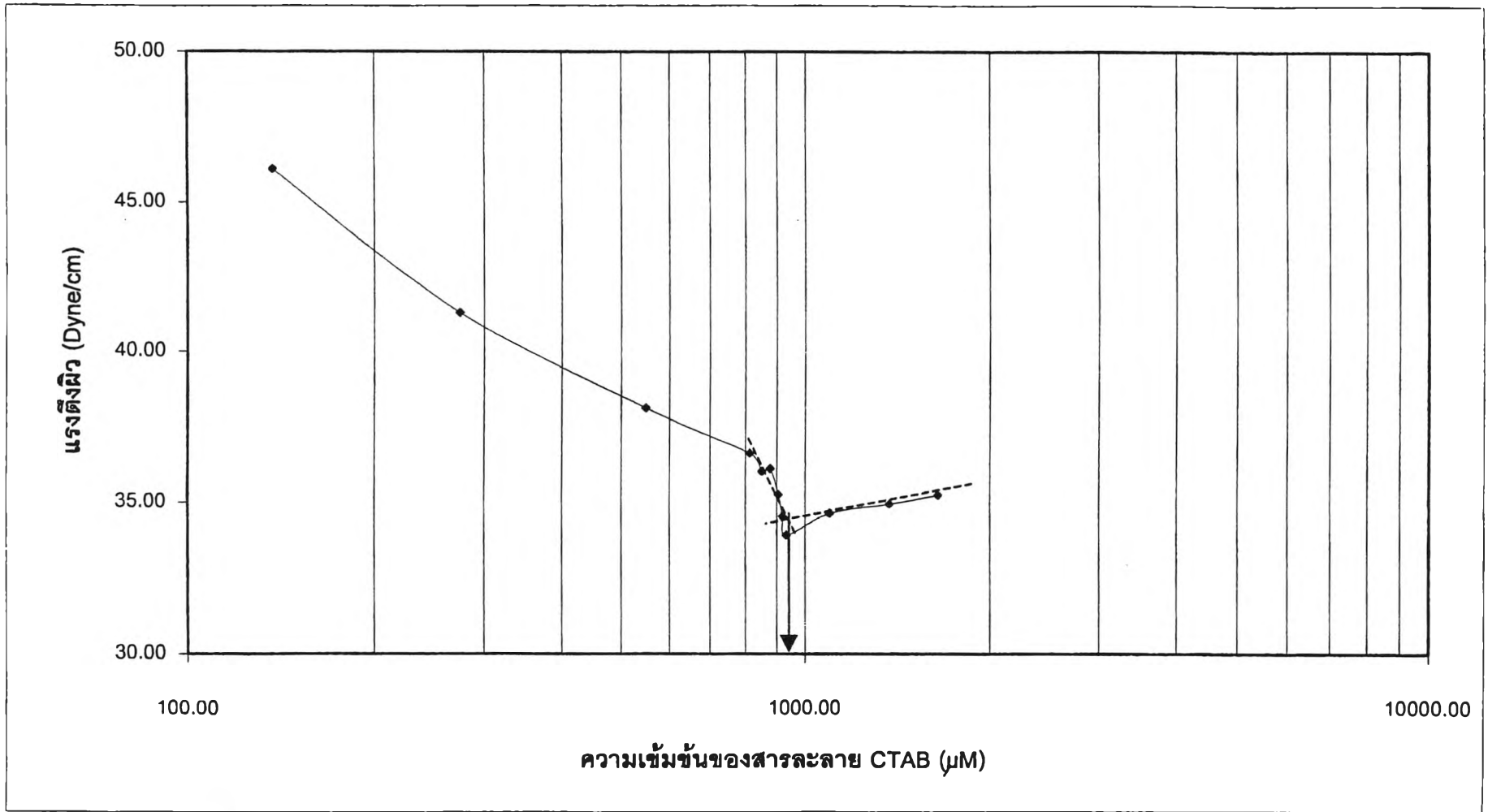
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์ที่วัดได้ของสารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิด โดยค่าความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์ของสาร SDS มีค่าสูงสุด ของสาร CTAB ลดต่ำกว่า และ TERIC N10 ต่ำสุด ทั้งนี้เนื่องจาก TERIC N10 เป็นสารลดแรงตึงผิวประเภทนอนไอออนิก ไม่มีประจุ ดังนั้นโมเลกุลจึงไม่มีแรงผลักัน ทำให้การรวมกันเกิดเป็นไมเซลล์ได้ง่าย สำหรับสารไอออนิก ค่าซีเอ็มซีลดลงเมื่อจำนวนของคาร์บอนอะตอมในส่วนหางของสารเพิ่มขึ้น ดังนั้น CTAB ที่มีคาร์บอนส่วนหางถึง 16 ตัว จึงมีค่าซีเอ็มซีน้อยกว่า SDS ที่มีคาร์บอน 12 ตัว (Rosen,1989)

ตารางที่ 4.1 ค่าความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์ (CMC) ของสารลดแรงตึงผิว 3 ชนิดที่ใช้ในการทดลองนี้

สารลดแรงตึงผิว	น้ำหนักโมเลกุล	ค่าความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์	
		ไมโครโมลาร์	ก/ล
SDS	288.3	6000	1.7298
CTAB	364.5	930	0.3390
TERIC N10	660.0	76	0.0502

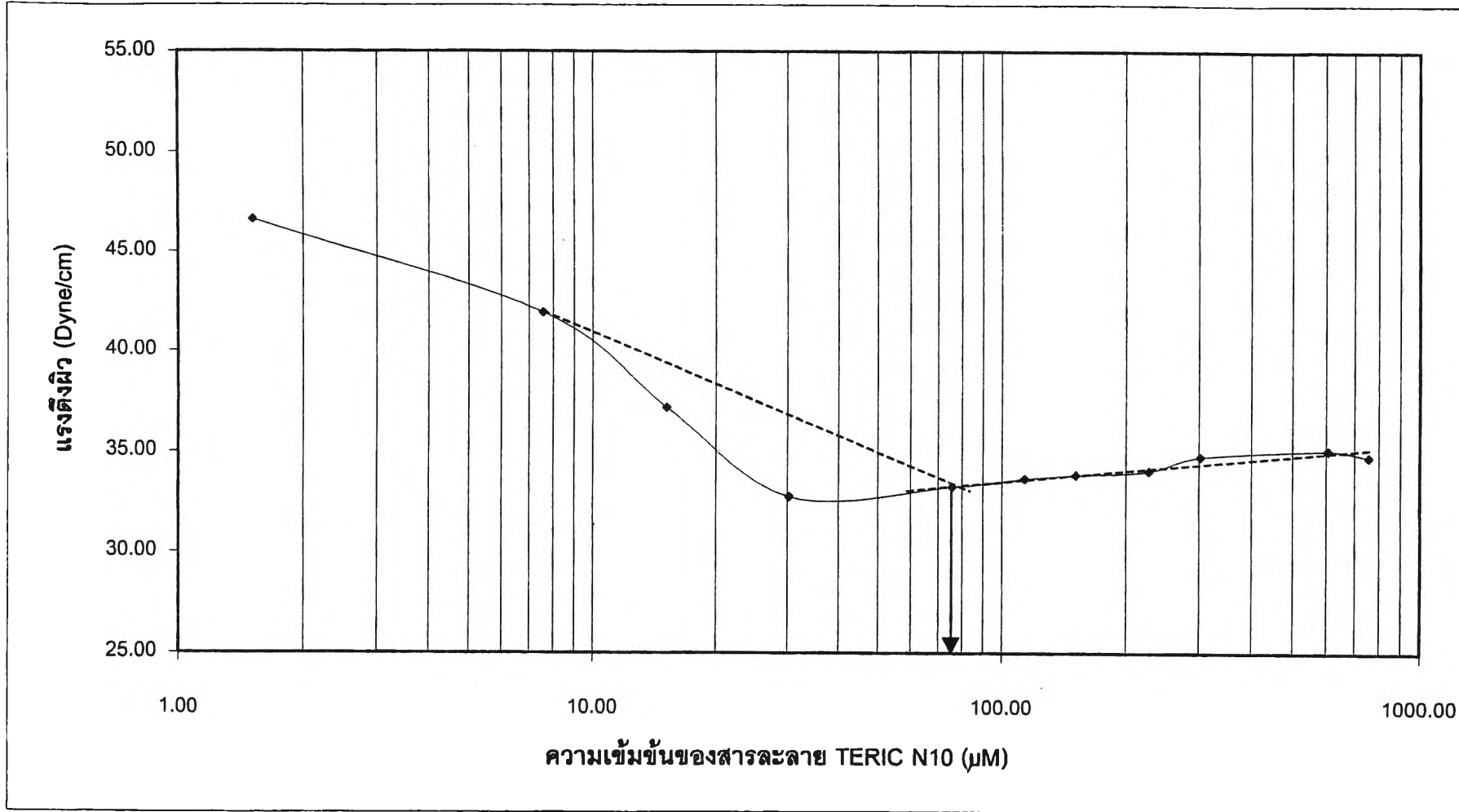


รูปที่ 4.1 ค่าแรงตึงผิว กับ ความเข้มข้นของสารละลาย SDS



รูปที่ 4.2 ค่าแรงตึงผิว กับ ความเข้มข้นของสารละลาย CTAB

21



รูปที่ 4.3 ค่าแรงตึงผิว กับ ความเข้มข้นของสารละลาย TERIC N10

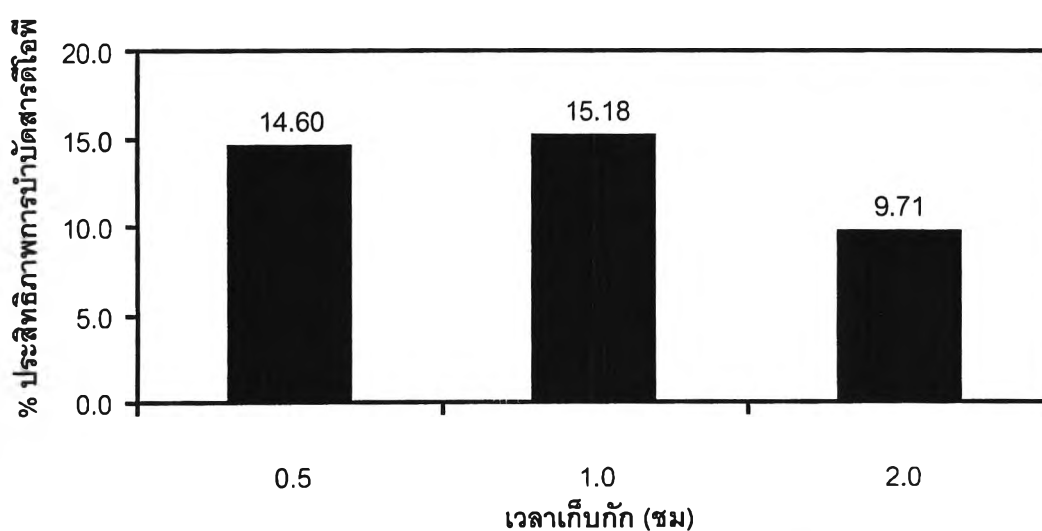
4.2 การบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยระบบทำให้เป็นฟองลอย

เนื่องจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตสารดีไอพีที่มีความแปรผันมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อลดการแปรผันลักษณะสมบัติน้ำเสีย ข้อมูลการทดลองการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบทำให้เป็นฟองลอยได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง. โดยผลการทดลองมีดังนี้

4.2.1 เวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์

ผลการทดลองได้สรุปในตารางที่ 4.2 และในรูปที่ 4.4 พบว่า %ประสิทธิภาพของการบำบัดที่เวลาเก็บกักที่ 0.5 และ 1.0 ชม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 85% เวลาเก็บกักที่ 2.0 ชม มีประสิทธิภาพของการบำบัดต่ำที่สุด ซึ่งไม่สอดคล้องตามทฤษฎี ที่เวลาเก็บกักยาวนาน ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น จนถึงระดับคงที่หนึ่ง ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพีที่เวลาเก็บกักต่างๆ ของน้ำเสียสังเคราะห์

เวลาเก็บกัก ชม.	ความเข้มข้นดีไอพี น้ำเข้า (มก/ล)	ความเข้มข้นดีไอพี น้ำออก (มก/ล)	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ การบำบัด, %
0.5	277.2	237.2	14.69
1.0	388.3	329.4	15.18
2.0	300.6	271.4	9.71



รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพการบำบัดที่เวลาเก็บกักต่างๆ ของน้ำเสียสังเคราะห์

ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองนี้เมื่อเวลาเก็บกักที่สูงขึ้นอาจทำให้ฟองอากาศเกิดการรวมตัวกันจนกลายเป็นฟองที่มีขนาดใหญ่ ส่งผลให้พื้นที่ผิวสำหรับให้สารดีไอพีมาเกาะลดต่ำลง ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า เวลาเก็บกักที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียนี้ควรเลือกที่ 0.5 ชม เนื่องจากจะประหยัดพลังงาน และ ลดค่าก่อสร้างระบบบำบัดนี้

4.2.2 ความเข้มข้นสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์

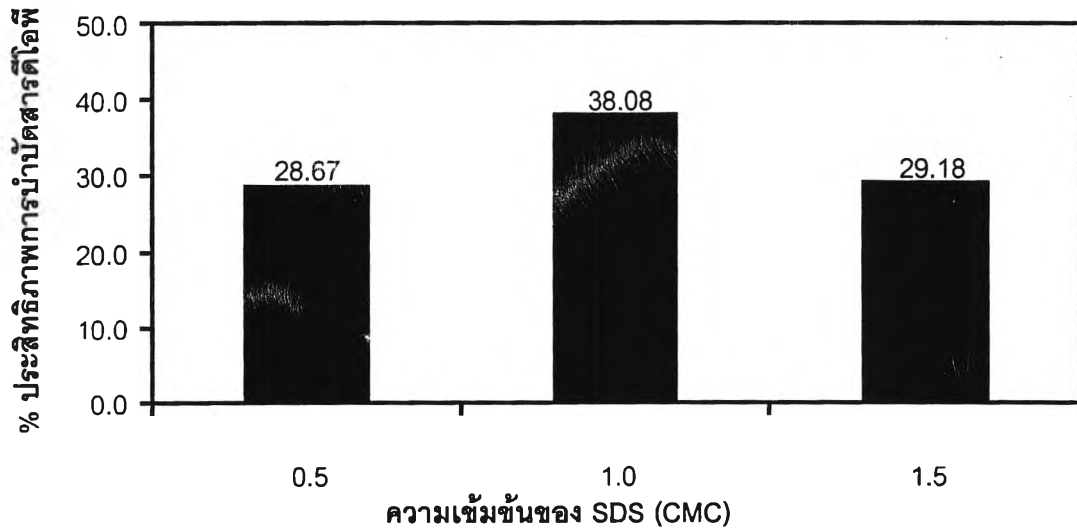
ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5-4.7 แสดงประสิทธิภาพระบบทำให้เป็นฟองลอยในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้สารลดแรงตึงผิว 3 ชนิด พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพีขึ้นกับความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว โดยสารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิด ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพีสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวสูงขึ้น และมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์ (ซีเอ็มซี) แต่เมื่อความเข้มข้นสารลดแรงตึงผิวสูงกว่าความเข้มข้นวิกฤตการเกิดไมเซลล์กลับมีประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพีลดต่ำลง

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพีของน้ำเสียสังเคราะห์โดยระบบ

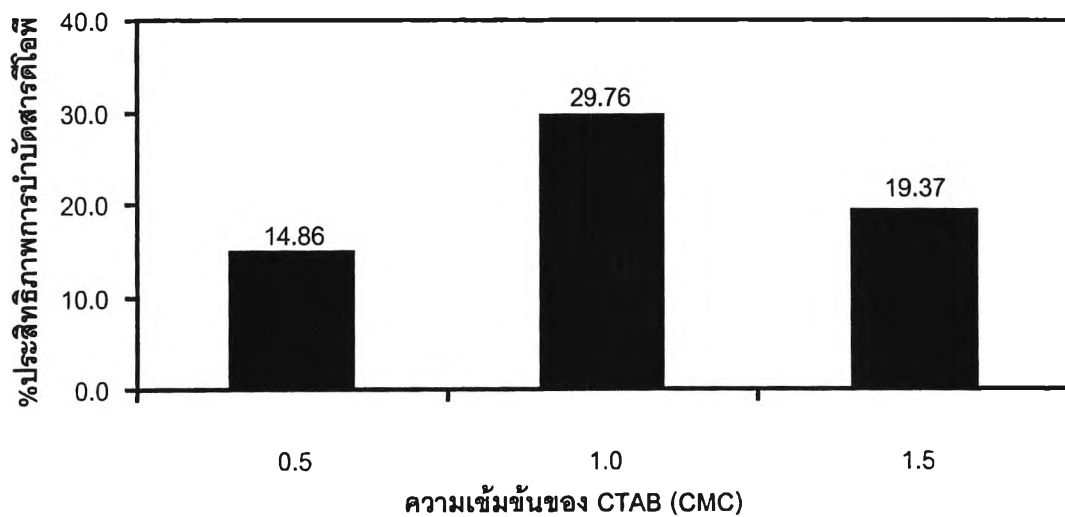
ทำให้เป็นฟองลอยโดยใช้สารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของ สารลดแรงตึงผิว ที่เวลาเก็บกักคงที่ที่ 0.5 ชม และอัตราการไหลของอากาศคงที่ที่ 400 ล/ชม

ชนิดสารลดแรงตึงผิว	ความเข้มข้น (CMC)	ความเข้มข้นสารดีไอพีน้ำเข้า (มก/ล)	ความเข้มข้นสารดีไอพีน้ำออก (มก/ล)	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด,%
SDS	0.5	537.17	344.71	28.67
	1.0	397.10	245.88	38.08
	1.5	569.12	403.06	29.18
CTAB	0.5	370.68	288.69	14.86
	1.0	371.02	260.62	29.76
	1.5	378.28	305.02	19.37
TERIC N10	0.5	360.45	308.59	14.39
	1.0	460.17	353.17	23.25
	1.5	399.20	358.85	10.11

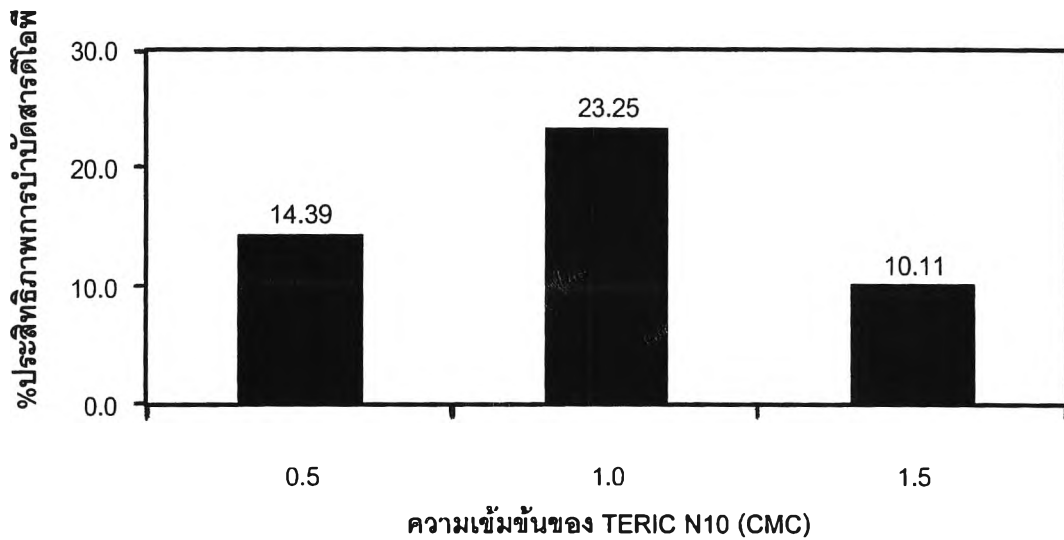
ทั้งนี้เนื่องจากที่ความเข้มข้นสูงกว่าค่าซีเอ็มซี ไมเซลล์ที่เกิดขึ้นจะมีการแข่งขันกับฟองอากาศในการจับสารดีไอพีเข้าไปอยู่ในไมเซลล์ ทำให้สารดีไอพีที่ถูกจับที่ฟองลดต่ำลง จึงทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพีลดต่ำลง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Porter (1994) และ Wungrattanasopon และคณะ (1995)



รูปที่ 4.5 ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อใช้สาร SDS ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.5,1.0 และ 1.5 CMC



รูปที่ 4.6 ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อใช้สาร CTAB ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.5,1.0 และ 1.5 CMC



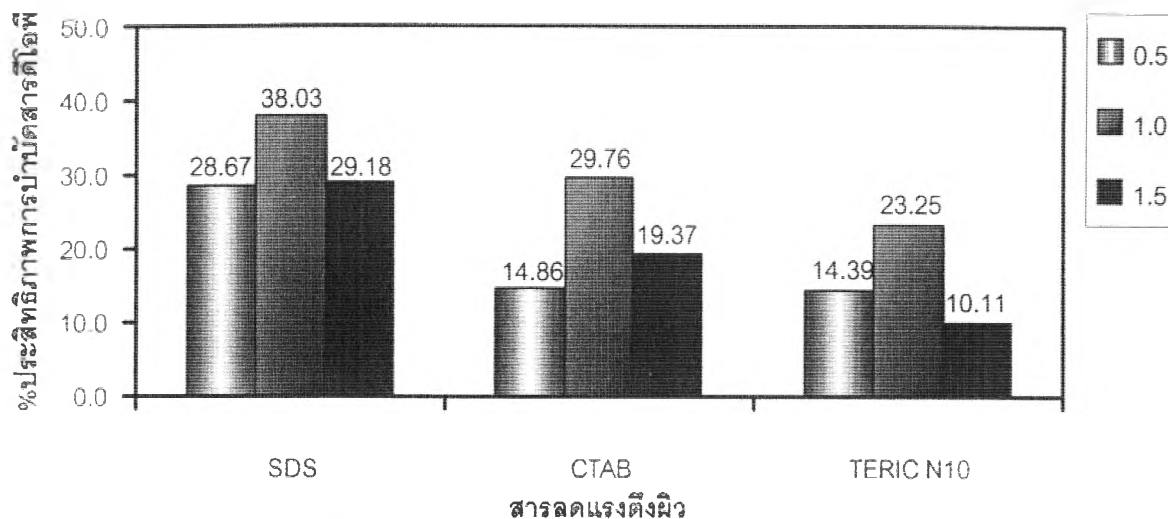
รูปที่ 4.7 ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อใช้สาร TERIC N10 ที่ ความเข้มข้น เท่ากับ 0.5,1.0 และ 1.5 CMC

4.2.3 สารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์

ตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.8 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพี โดยใช้สารลดแรงตึงผิวประเภทที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยพบว่า การเติมสาร SDS ทำให้ประสิทธิภาพของการบำบัดสารดีไอพีสูงสุด รองลงมา คือ สาร CTAB และ TERIC N10 ตามลำดับ โดยสาร TERIC N10 ให้ประสิทธิภาพต่ำสุด เนื่องจากสาร TERIC N10 คือ สารลดแรงตึงผิวประเภทนอนไอออนิก ซึ่งฟองของสารลดแรงตึงผิวประเภทนี้จะแตกง่าย เนื่องจากไม่มีแรงผลักรัง (Repulsion) ของประจุของโมเลกุลระหว่างชั้นผิวทั้ง 2 ด้านของฟอง เมื่อเปรียบเทียบกับสารไอออนิกที่จะมีแรงผลักรังของประจุของโมเลกุล จึงมีความคงตัวของฟองมากกว่า ทำให้ฟองสามารถนำพาน้ำมันขึ้นสู่ผิวได้ดี (Davies และ Rideal,1963)

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพีที่ความเข้มข้นและชนิดของสารลดแรงตึงผิวต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพี, %		
	SDS	CTAB	TERIC N10
0.5	28.67	14.86	14.39
1.0	38.08	29.76	23.25
1.5	29.18	19.37	10.11



รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพของการบำบัดสารดีไอพี เมื่อเติมสารลดแรงตึงผิว SDS, CTAB และ TERIC N10 ที่ความเข้มข้นต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารลดแรงตึงผิวชนิดออนิก พบว่า สาร SDS ให้ประสิทธิภาพของการบำบัดสารดีไอพี สูงกว่า สาร CTAB สารแคทอออนิก โดยวิเคราะห์จากโครงสร้างของสาร SDS ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นกลุ่มของซัลเฟต ซึ่งจะลดความสามารถในการละลายกับสารไม่มีขั้ว แต่จะเพิ่มความสามารถในการละลายของสารมีขั้ว เช่น สารดีไอพี เนื่องจากกลุ่มของซัลเฟตจะไปเพิ่มแรงผลักระหว่างหัว ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นไมเซลล์ได้ง่าย และมีช่องว่างสำหรับสารที่มีขั้วเข้าไปละลาย จึงทำให้ SDS มีประสิทธิภาพสูงกว่า CTAB (Reznikov และ Bavika, 1966)

4.2.4 ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจริง

จากผลการทดลองบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์โดยระบบทำให้เป็นฟองลอย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า สารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม คือ SDS ความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่ากับ 1 เท่าของค่าซีเอ็มซี และเวลาเก็บกักที่เหมาะสมเท่ากับ 0.5 ชม ดังนั้นจึงนำเอาสภาวะนี้ไปใช้ในการทดลองบำบัดน้ำเสียจริง โดยข้อมูลการทดลองได้แสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าภายใต้สภาวะการทดลองนี้ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพี และซีไอดีเท่ากับ 14.90 % และ 10.53 % ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพี จากน้ำเสียจริงมีค่าต่ำกว่าที่ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องจาก ในน้ำเสียจริงมีสารเจือปนมาก อาจส่งผลกระทบต่อค่าซีเอ็มซีลดลง สารที่มีผลต่อค่าซีเอ็มซี เช่น สารอีเล็กโตรไลต์ จะไปลดแรงผลักระหว่างหัว ทำให้เกิดไมเซลล์ได้ง่าย ส่วนสารอินทรีย์ แม้ปริมาณเล็กน้อยจะมีผลต่อการเปลี่ยนไปของค่าซีเอ็มซี ในสารละลาย เช่น สารพวก

แอลกอฮอล์ และเอไมด์ จะไปลดค่าซีเอ็มซี โดยพวกโซ่ยาว ๆ จะถูกดูดซับเข้าไปในสารลดแรงตึงผิว ทำให้ไปลดแรงผลักระหว่างหัว ค่าซีเอ็มซี จึงลดลงและถ้าสารอินทรีย์นั้นมีหมู่ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้มากเท่าไร ก็สามารถลดค่าซีเอ็มซี ได้เช่นกัน (Rosen,1989) ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจริงต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียสังเคราะห์

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจริงโดยระบบทำให้เป็นฟองลอย

สารลดแรงตึงผิว	SDS
ความเข้มข้นสารลดแรงตึงผิว	1 CMC
เวลาเก็บกัก	0.5 ชม
อัตราการไหลของอากาศ	400 ล/ชม
ความเข้มข้นสารดีไอพีในน้ำเสียขาเข้า	75.5 มก/ล
ความเข้มข้นสารดีไอพีในน้ำเสียขาออก	64.28 มก/ล
ประสิทธิภาพการบำบัดสารดีไอพี	14.90 %
ค่าซีไอดีในน้ำเสียก่อนบำบัด	1459.20 มก/ล
ค่าซีไอดีในน้ำเสียหลังบำบัด	1305.60 มก/ล
%ประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดี	10.53%