

บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการศึกษากระบวนการสร้างเพลตแบบไหลขึ้นขนาดต้นแบบ (prototype) ในประเทศไทยที่ผ่านมา(พลภัทร, 2540) พบว่าระบบยังไม่สามารถสร้างเพลตได้อย่างที่โดยมีบรรยายไว้ในระบบทดลองขนาดนำร่อง (pilot) (บัณฑิต, 2535; นฤชา, 2535; ปริญญา, 2535; อารักษ์, 2536; คณิต, 2538; กานตพันธุ์, 2539; สุรเชษฐ์, 2539; กุลธิดา, 2540) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีการทดสอบระบบก่อนโดยการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของระบบเช่น อุณหภูมิของน้ำ ไบโกลิน ลักษณะการจัดไบโกลิน แผ่นกระจายน้ำเข้าในถัง และมีการทดลองหาช่วงปริมาณสารส้มและโพสิเมอร์ที่ควรใช้ รวมไปถึงมีการเริ่มต้นระบบ (start-up) โดยใช้ดินคาโอสิน (รายละเอียดในภาคผนวก ค) เพื่อให้ระบบสามารถสร้างเพลตได้ ปรากฏว่าระบบสามารถสร้างเพลตได้โดยในช่วงต้นเพลตจะมีสีขาวของดินคาโอสินและมีปริมาณไม่มากนัก เมื่อเวลาผ่านไปเพลตจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเรื่อยๆจนมีสีคล้ายกับสีของตะกอนดินที่อยู่ในน้ำดิบ และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ไม่สามารถสร้างเพลตได้หมดทั้งถังแม้จะมีการแปรค่าปริมาณสารส้ม โพสิเมอร์ ความดันป้อน และอัตราเวียนมวลในปริมาณต่างๆ แล้วก็ตาม

สำหรับการทดลองนี้ได้ทำการทดลองเป็น 2 ช่วงคือ ผลของการปั่นกวนและผลของการเวียนมวลของถัง โดยมีการเริ่มต้นระบบโดยใช้ดินคาโอสินจำนวนมาก (2,000 กก.ในเวลา 42 ชม.) ครั้งแรกเพียงครั้งเดียวและทำการทดลองต่อไปโดยไม่มีการเริ่มต้นระบบใหม่ แต่ในช่วงที่ 2 ผลของการเวียนมวลของถังจะมีการเติมดินคาโอสินเข้าในถังสร้างเพลตจำนวน 90 กก.เป็นเวลา 2 ชม.เพื่อเพิ่มมวลของถังในถังสร้างเพลตแล้วเดินระบบต่อโดยใช้น้ำดิบจริงอีก 48 ชม.จึงเริ่มทำการทดลองโดยนับเวลาการทดลองใหม่ต่อไป

หมายเหตุ P03A08S20 หมายถึง การทดลองที่ใช้โพสิเมอร์ 0.3 มก./ล. สารส้ม 0.8 มก. A/l. และความเร็วยรอบกวน 2 รอบ/นาที

5.1 ผลของการปั่นกว

การทดลองนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. A/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอด โดยใช้ความเร็วรอบกว 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาที ($G = 13.0, 23.9, 36.8$ และ 61.4 วินาที หรือ $Gt = 7020, 12906, 19872$ และ 27768 ตามลำดับ) รวมทั้งหมด 18 การทดลอง

5.1.1 ค่าที่เฮชและสภาพค่างน้ำดิบ น้ำหลังกวเร็ว และน้ำผลิต

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. A/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ใช้ความเร็วรอบกว 2 และ 3 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/ล. ได้ผลค่าที่เฮชน้ำดิบ น้ำหลังกวเร็ว และน้ำผลิตดังตารางที่ 5.1, 5.2, 5.3 และ 5.4 รูปที่ 5.1, 5.2, 5.3 และ 5.4

5.1.1.1 สารส้ม 0.8 มก. A/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.1 และ 5.2 รูปที่ 5.1 และ 5.2 พบว่าค่าที่เฮชน้ำหลังกวเร็วจะมีค่าต่ำกว่าค่าที่เฮชน้ำดิบประมาณ 0.21-0.28 และสภาพค่างน้ำหลังกวเร็วมีค่าต่ำกว่าสภาพค่างน้ำดิบประมาณ 3.4-4.8 มก.หินปูน/ล. อธิบายได้ว่าหลังการเติมสารส้มและผ่านขั้นตอนการกวเร็วจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสทำให้ค่าที่เฮชและสภาพค่างน้ำหลังกวเร็วลดลง ส่วนค่าที่เฮชน้ำผลิตของแต่ละการทดลองจะมีค่าต่ำกว่าน้ำหลังกวเร็วเล็กน้อยประมาณ 0.03-0.06 และส่วนสภาพค่างน้ำผลิตจะมีค่าต่ำกว่าสภาพค่างของน้ำกวเร็วเล็กน้อยประมาณ 1.5-2.7 มก.หินปูน/ล. อธิบายได้ว่าค่าที่เฮชและสภาพค่างที่ลดลงเนื่องมาจากความปั่นป่วนภายในถังสร้างเพลเล็ตทำให้ฟล็อกและเพลเล็ตบางส่วนภายในถังแตกออกจึงเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสอีกครั้งหนึ่ง ค่าที่เฮชและสภาพค่างน้ำผลิตจึงลดต่ำลงเล็กน้อย

แต่สำหรับการทดลองที่ใช้โพลีเมอร์ 0.5 มก./ล. และความเร็วรอบกว 2 รอบ/นาที ค่าที่เฮชและสภาพค่างน้ำผลิตกลับมีค่าสูงกว่าน้ำหลังกวเร็ว 0.08 และ 0.3 มก.หินปูน/ล. ตามลำดับ อธิบายได้ว่าการทดลองนี้เป็นการทดลองที่ทำต่อจากการเริ่มต้นระบบทำให้มวลในถังสร้างเพลเล็ตมีคาโอสินอยู่จำนวนมาก ซึ่งดินคาโอสินมีสภาพเป็นค่างจึงทำให้ที่เฮชและสภาพค่างของน้ำผลิตมีค่าสูงกว่าน้ำหลังกวเร็ว และจากการแปรค่าโพลีเมอร์ 0.3, 0.4 และ 0.5 พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าที่เฮชและสภาพค่างน้ำผลิตอย่างเด่นชัด

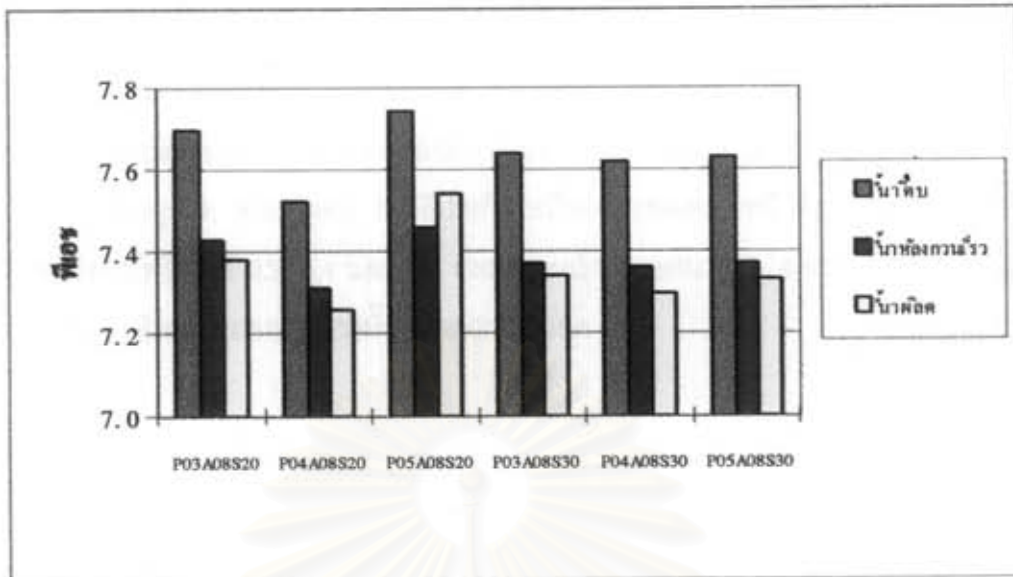
ตารางที่ 5.1 ค่าพีเอสน้ำดิบ น้ำหลังทวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/l.

ความเร็วรอบทวน, รอบ/นาที	โพสเซียม, มก./ล.	พีเอช		
		น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
2	0.3	7.70	7.43	7.38
	0.4	7.62	7.31	7.26
	0.5	7.74	7.46	7.54
3	0.3	7.64	7.37	7.34
	0.4	7.62	7.36	7.30
	0.5	7.63	7.37	7.33

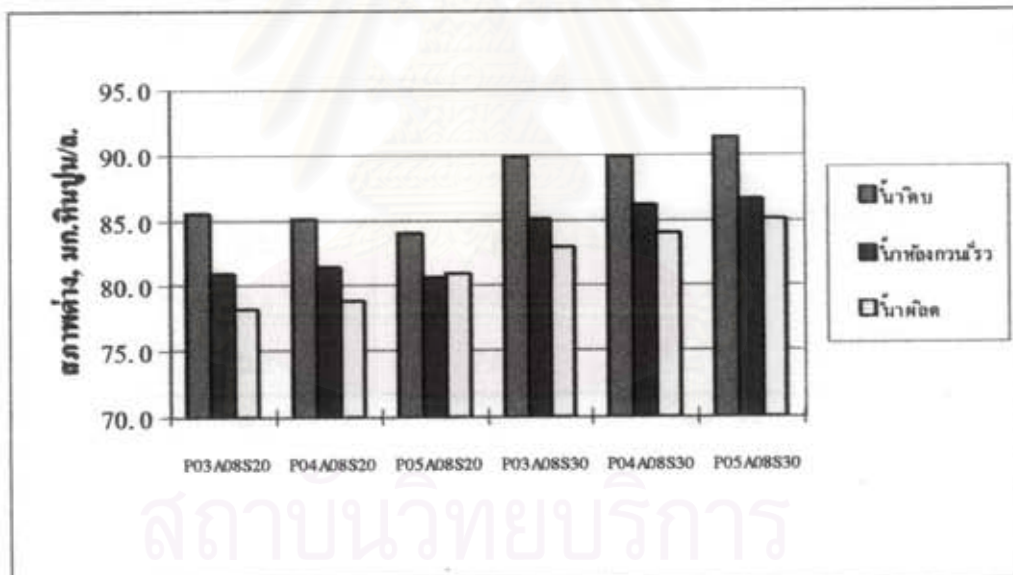
ตารางที่ 5.2 สภาพต่างน้ำดิบ น้ำหลังทวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/l.

ความเร็วรอบทวน, รอบ/นาที	โพสเซียม, มก./ล.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
		น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
2	0.3	85.6	80.9	78.2
	0.4	85.1	81.4	78.8
	0.5	84.0	80.6	80.9
3	0.3	89.8	85.1	83.0
	0.4	89.8	86.1	84.0
	0.5	91.4	86.6	85.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 ค่าพีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล.



รูปที่ 5.2 สภาพต่างน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล.

5.1.1.2 สารส้ม 1.0 มก. A/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.3 และ 5.4 รูปที่ 5.3 และ 5.4 พบว่าค่าพีเอชน้ำหลังกวนเร็วจะมีค่าต่ำกว่าค่าพีเอชน้ำดิบประมาณ 0.22-0.37 และสภาพต่างน้ำหลังกวนเร็วมีค่าต่ำกว่าสภาพต่างน้ำดิบประมาณ 3.1-8.4 มก.หินปูน/ล. ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับการทดลองในกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล. แต่แนวโน้มค่าพีเอชและสภาพต่างที่ลดลงของน้ำหลังกวนเร็วในกรณีใช้สารส้ม

1.0 มก. A/ล. มากกว่าในกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล. เล็กน้อย อธิบายได้ว่าเมื่อใช้สารส้มมากขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสมากขึ้น ค่าพีเอชและสภาพค่าน้ำหลังกรวนเร็วจึงลดลงมากขึ้น ส่วนค่าพีเอชและสภาพค่าน้ำผลิตของแต่ละการทดลองมีค่าต่ำกว่าน้ำหลังกรวนเร็วเล็กน้อยประมาณ 0-0.09 และ 1.0-4.2 มก.หินปูน/ล. ตามลำดับ ซึ่งอธิบายได้เหมือนการทดลองกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล. และจากการแปรค่าไทเทเมอ์ 0.3, 0.4 และ 0.5 และความเร็วยอบกวน 2, 3, 4 และ 5 พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและสภาพค่าน้ำผลิตอย่างเด่นชัด

ตารางที่ 5.3 ค่าพีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกรวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก A/ล

ความเร็วยอบกวน, รอบ/นาที	ไทเทเมอ์, มก./ล.	พีเอช		
		น้ำดิบ	น้ำหลังกรวนเร็ว	น้ำผลิต
2	0.3	7.57	7.36	7.28
	0.4	7.70	7.41	7.39
	0.5	7.57	7.33	7.25
3	0.3	7.55	7.26	7.23
	0.4	7.56	7.27	7.24
	0.5	7.51	7.26	7.24
4	0.3	7.56	7.24	7.20
	0.4	7.63	7.26	7.24
	0.5	7.60	7.27	7.23
5	0.3	7.64	7.32	7.30
	0.4	7.61	7.29	7.27
	0.5	7.60	7.28	7.28

ตารางที่ 5.4 สภาพต่างน้ำดิบ น้ำหลังทวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ขม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AV/ล.

ความเร็วรอบทวน, รอบ/นาที	โพสเซียม, มก./ล.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
		น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
2	0.3	84.0	79.1	76.0
	0.4	92.4	87.9	86.5
	0.5	81.6	76.3	75.6
3	0.3	84.4	81.2	77.4
	0.4	86.8	80.9	79.5
	0.5	90.7	86.5	83.3
4	0.3	91.4	84.7	81.9
	0.4	88.9	82.3	80.2
	0.5	88.6	81.9	79.1
5	0.3	96.3	90.0	86.5
	0.4	94.5	86.5	83.7
	0.5	91.4	85.4	81.6

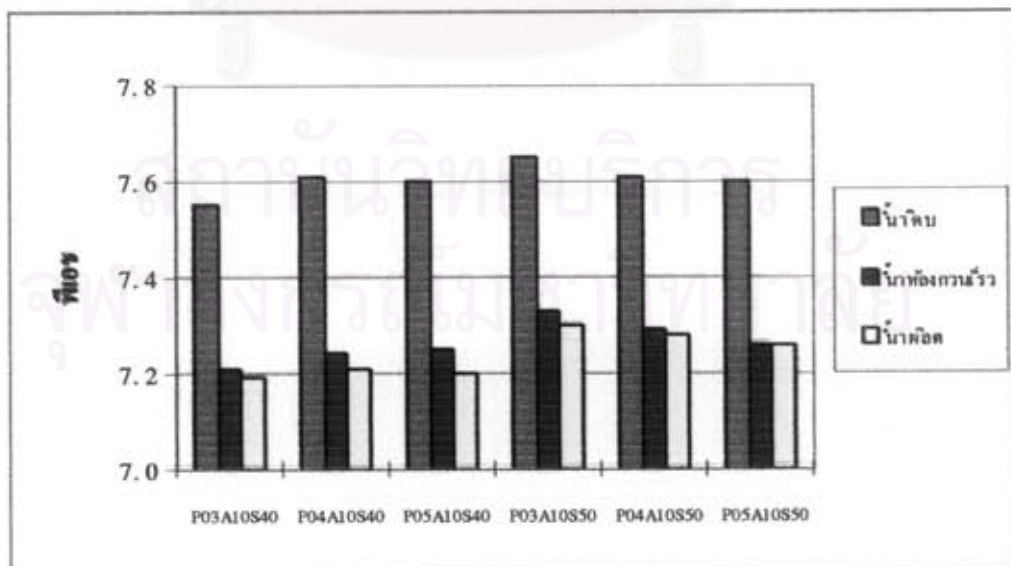
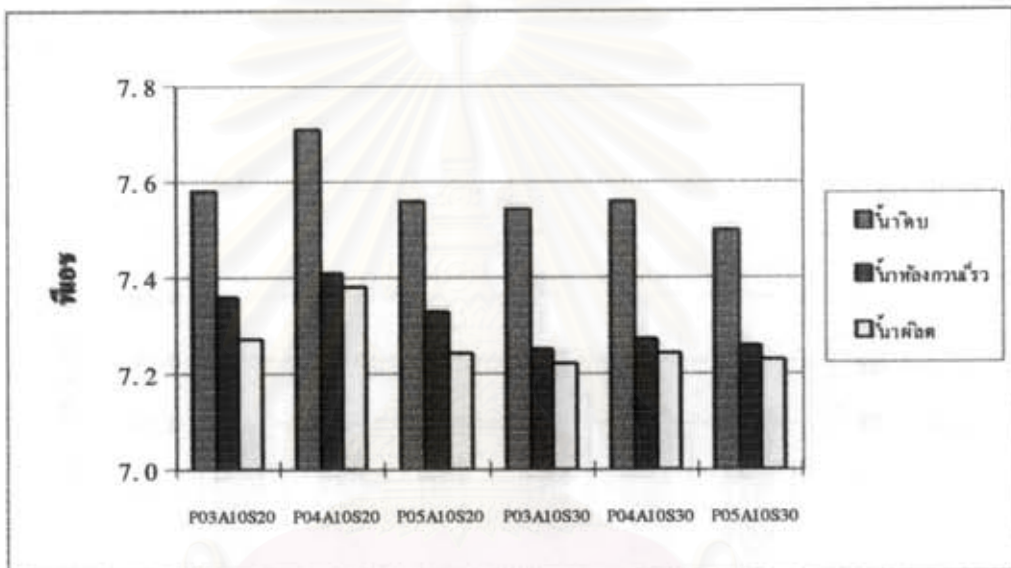
5.1.2 มวลของแข็งทั้งหมด และเพลลิตที่เวลาต่างๆ

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. AV/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพสเซียมไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ใช้ความเร็วรอบทวน 2 และ 3 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AV/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AV/ล. ได้ผลมวลของแข็งทั้งหมดและเพลลิตดังตารางที่ 5.5 และ 5.6 รูปที่ 5.5 และ 5.6 ซึ่งมวลของแข็งทั้งหมดหมายถึงมวลของฟล็อกรวมกับเพลลิตซึ่งคำนวณจากค่าของแข็งทั้งหมด (TS) ภายในถังที่ระดับต่างๆ (รายการคำนวณในภาคผนวก ข.4) และมวลเพลลิตหมายถึงเพลลิตซึ่งคำนวณจากปริมาณเพลลิตภายในถังที่ระดับต่างๆที่ได้จากการล้างเอาฟล็อกที่รวมตัวกันไม่แน่นอนออกเหลือแต่ฟล็อกที่มีความหนาแน่นและความเร็วจมตัวสูงหรือเพลลิต (รายการคำนวณในภาคผนวก ข.4)

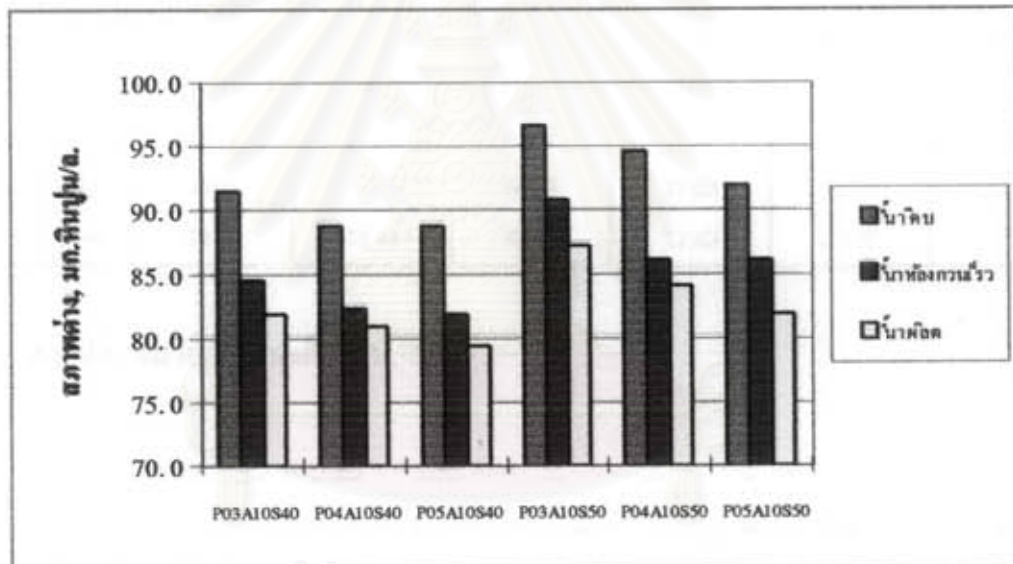
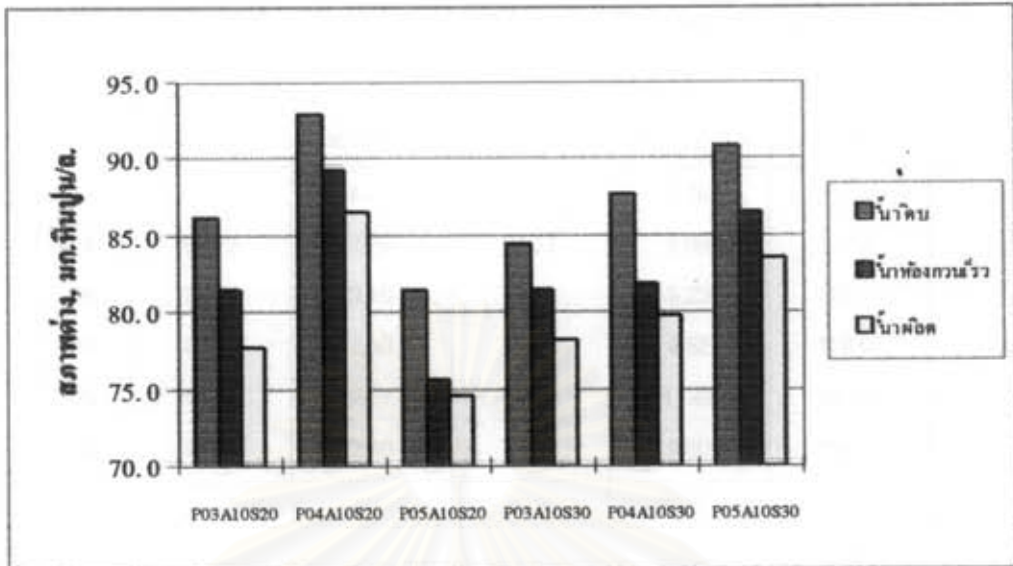
5.1.2.1 สารส้ม 0.8 มก. AV/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.5 และรูปที่ 5.5 พบว่าในช่วงต้นของการทดลอง (ที่ขม. 0-24) มวลของแข็งทั้งหมดและเพลลิตจะมีค่าไม่ค่อยคงที่นัก แต่หลังจากที่ขม. 36

แล้วพบว่ามวลของแข็งทั้งหมดและเพลดืดมีค่าค่อนข้างคงที่ ซึ่งอธิบายได้ว่าเนื่องจากแต่ละการทดลองทำการทดลองต่อกันและมีการแปรค่าโพสิเมอร์ทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงทำให้มวลของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นถ้ามีการแปรค่าโพสิเมอร์เพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อมีการแปรค่าโพสิเมอร์ลดลง เมื่อเวลาผ่านไปทำให้ระบบปรับตัวให้เข้าสู่สถานะคงตัว ดังนั้นผลการทดลองค่าพีเอช สภาพต่าง มวลของแข็งทั้งหมด มวลเพลดืด ขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพลดืดจึงใช้ข้อมูลเฉลี่ยที่ชม. 36-72 สำหรับอิทธิพลของโพสิเมอร์และความเร็วรอบกวนต่อมวลของแข็งทั้งหมดและเพลดืดจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 5.3 ค่าพีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำคืดเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.



รูปที่ 5.4 สภาพต่างน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผัดเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/ต.

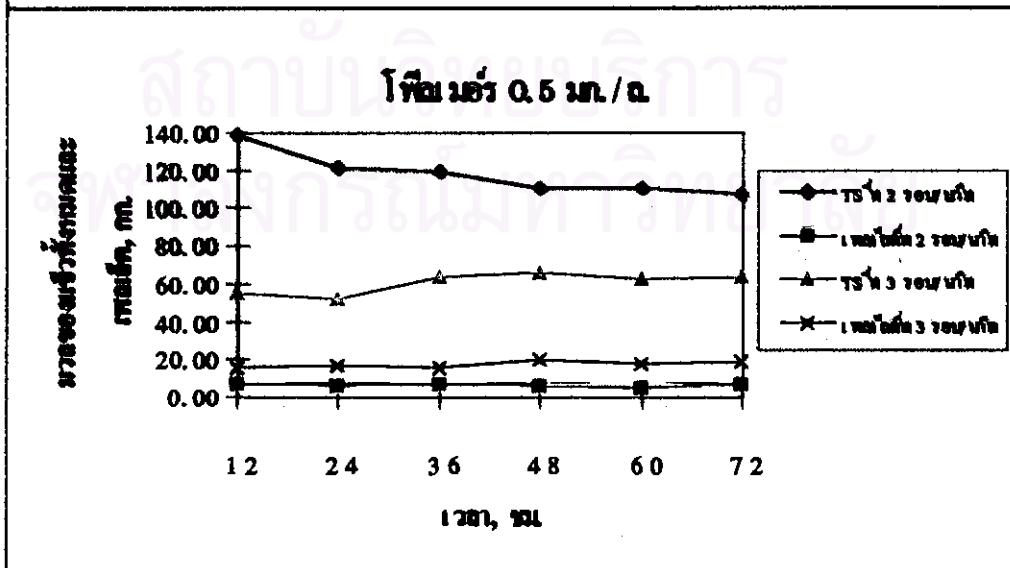
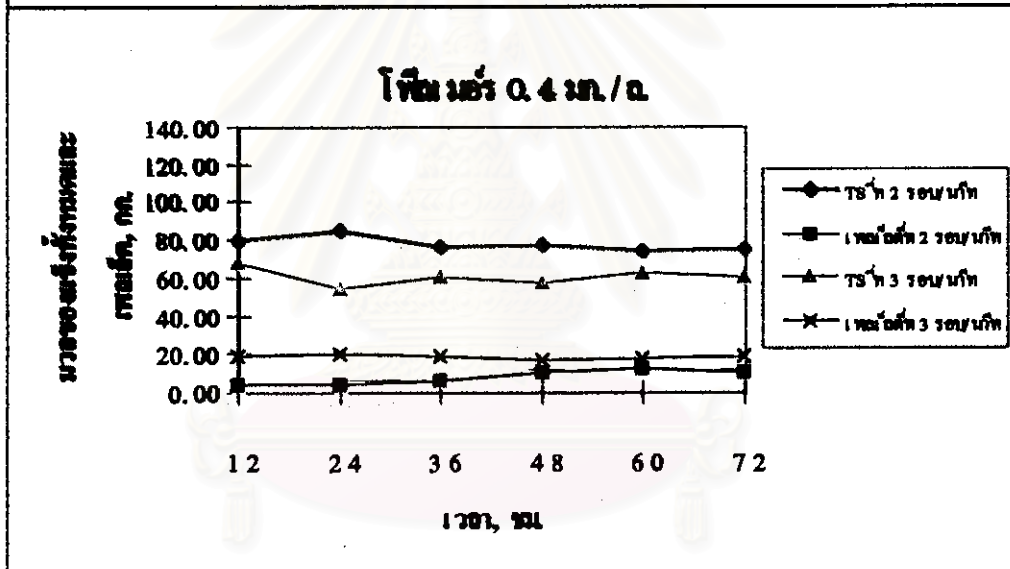
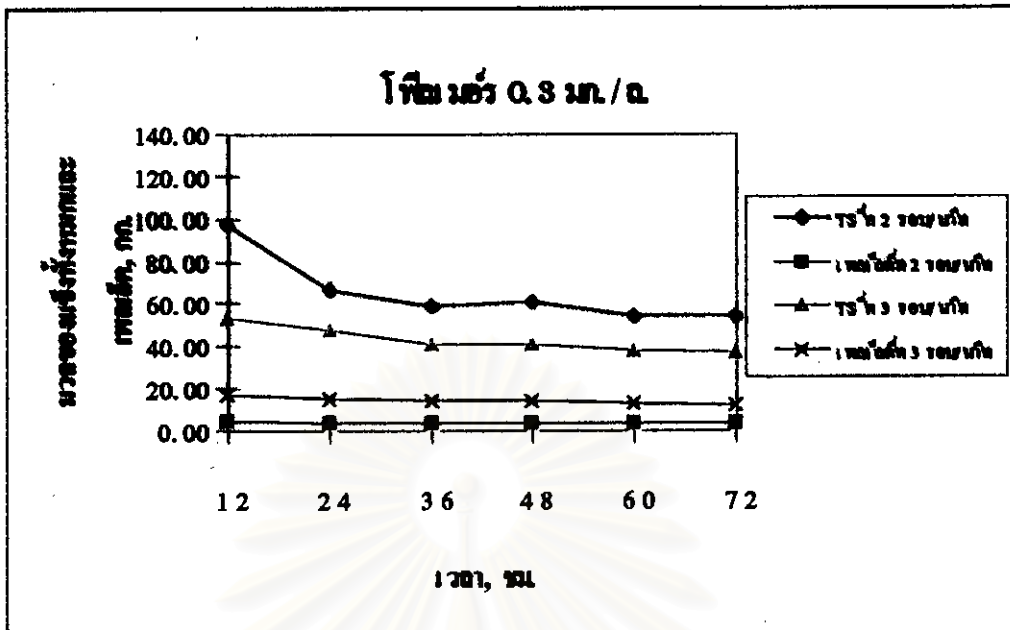
ตารางที่ 5.5 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลลิตที่เวลาต่างๆ กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

ความเร็ว รอบกวน	ที่ชม.	โพติเมอร์ 0.3 มก./ล.		โพติเมอร์ 0.4 มก./ล.		โพติเมอร์ 0.5 มก./ล.	
		TS, กก.	เพลลิต, กก.	TS, กก.	เพลลิต, กก.	TS, กก.	เพลลิต, กก.
02 รอบ/ นาที	12	96.45	4.20	78.65	2.76	137.81	6.05
	24	65.73	2.78	84.77	2.69	120.35	5.59
	36	58.80	3.15	76.15	5.23	118.15	6.50
	48	60.05	2.46	77.10	9.52	110.01	5.76
	60	54.06	2.57	73.87	11.48	109.64	4.79
	72	54.15	2.40	74.71	9.60	106.78	5.97
	เฉลี่ย	56.77	2.65	75.46	8.98	111.15	5.76
3 รอบ/นาที	12	52.79	15.90	67.20	18.37	54.28	15.45
	24	47.31	14.78	53.36	18.83	51.19	15.53
	36	40.51	13.27	59.55	17.94	63.03	14.51
	48	40.31	13.13	56.77	16.27	65.72	19.10
	60	37.15	12.00	61.96	17.58	61.60	17.12
	72	36.63	11.56	60.16	17.83	63.18	18.42
	เฉลี่ย	39.65	12.49	59.61	17.43	63.38	17.29

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ชม. 36-72

5.1.2.2 สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.6 ซึ่งพบว่าในช่วงต้นของการทดลอง (ที่ชม. 0-24) มวลของแข็งทั้งหมดและเพลลิตจะมีค่าไม่ค่อยคงที่นัก แต่หลังจากที่ชม. 36 แล้วพบว่ามวลของแข็งทั้งหมดและเพลลิตมีค่าค่อนข้างคงที่คล้ายกับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AI/ล. ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

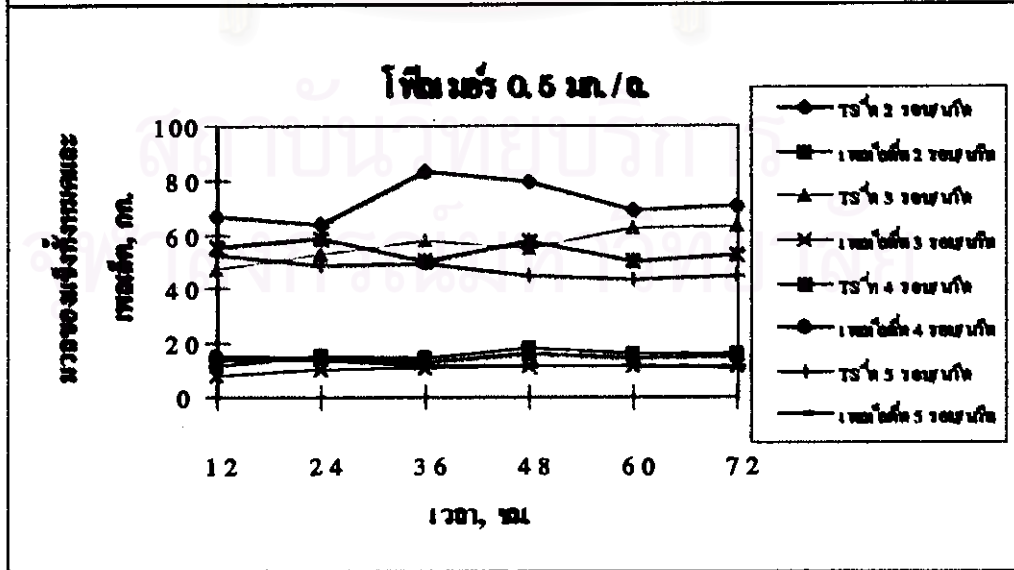
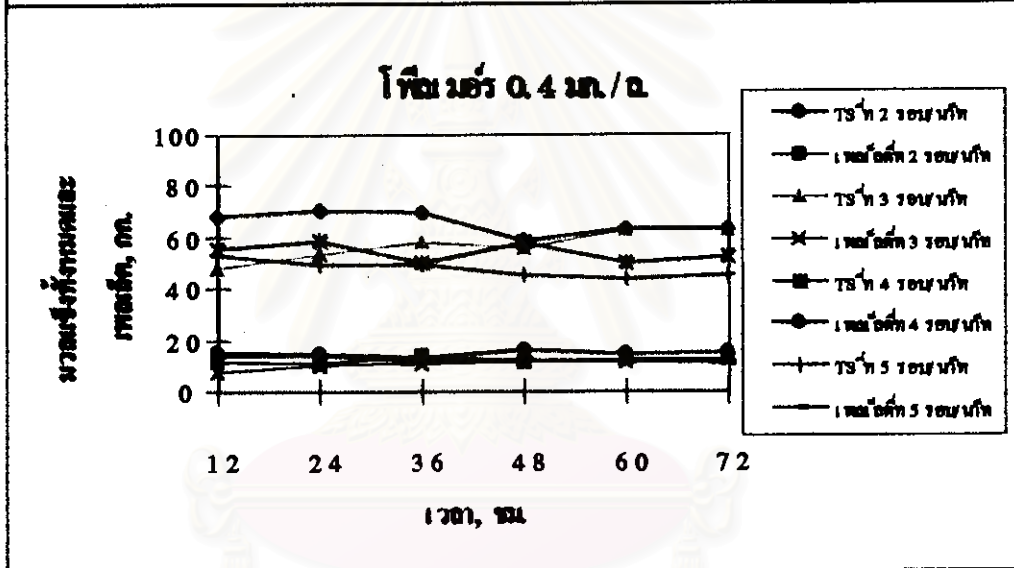
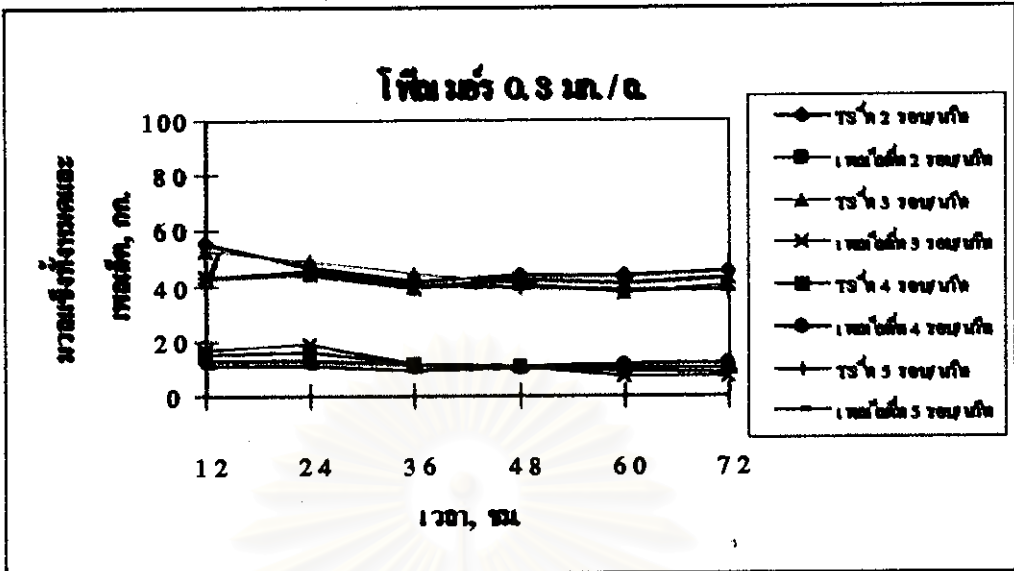


รูปที่ 5.5 มวลของเหง้าทั้งหมดและเหนือบดินที่เวลาต่างๆ กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

ตารางที่ 5.6 มวลของแข็งทั้งหมดและเพดล็ดที่เวลาต่างๆ กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก./ล.

ความเร็ว รอบกวน	ที่ชม.	โพล์เมอร์ 0.3 มก./ล.		โพล์เมอร์ 0.4 มก./ล.		โพล์เมอร์ 0.5 มก./ล.	
		TS, กก.	เพดล็ด, กก.	TS, กก.	เพดล็ด, กก.	TS, กก.	เพดล็ด, กก.
2 รอบ/นาที	12	55.21	14.34	67.84	10.64	66.67	11.38
	24	48.32	15.37	69.82	10.49	63.53	14.97
	36	41.05	11.31	68.94	13.57	74.16	13.81
	48	43.52	10.41	58.38	11.15	75.33	17.12
	60	43.08	9.86	62.81	11.52	68.60	16.02
	72	44.59	9.53	62.62	12.07	70.18	15.98
	เฉลี่ย	43.06	10.28	63.19	12.08	72.07	15.73
3 รอบ/นาที	12	52.55	15.85	47.28	7.27	71.48	20.90
	24	48.36	18.23	52.57	9.66	65.42	21.75
	36	43.84	11.05	57.72	10.57	67.93	19.99
	48	40.63	9.95	54.75	10.91	66.49	20.05
	60	38.40	6.67	62.25	11.23	64.62	20.35
	72	39.98	6.89	62.36	11.54	62.54	20.10
	เฉลี่ย	40.21	6.64	59.28	11.06	65.40	20.12
4 รอบ/นาที	12	42.80	12.67	55.21	14.60	69.79	17.88
	24	43.91	12.85	58.02	14.43	53.36	17.44
	36	36.85	10.76	49.92	12.35	64.70	19.45
	48	41.55	10.17	57.77	15.97	63.34	18.51
	60	40.24	11.00	49.70	14.55	61.55	19.20
	72	42.43	11.67	51.87	15.02	58.07	18.62
	เฉลี่ย	40.77	10.90	52.32	14.47	61.92	19.95
5 รอบ/นาที	12	42.49	10.39	52.39	13.06	56.03	16.59
	24	44.88	10.61	48.44	13.11	55.11	16.00
	36	39.52	8.62	48.97	11.40	55.38	15.70
	48	39.14	9.40	44.60	11.50	56.63	17.40
	60	38.05	9.14	43.41	11.41	54.92	14.78
	72	38.54	8.07	44.59	10.69	56.35	15.90
	เฉลี่ย	38.81	8.86	45.39	11.23	55.82	15.95

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ชม. 36-72



รูปที่ 5.6 มวลของแข็งทั้งหมดและเฟสเด็ดที่เวลาต่างๆ กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. Al/ล.

5.1.3 อิทธิพลของโพลิเมอร์

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. A/l. เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล. เป็นโคแอกกูแลนต์เฮด ใช้ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาที สำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/l. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาที สำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/l. ได้ผลดังตารางที่ 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 และ 5.12 รูปที่ 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 และ 5.12

5.1.3.1 อิทธิพลของโพลิเมอร์ต่อความขุ่นน้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. A/l. เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล. เป็นโคแอกกูแลนต์เฮด ใช้ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาที สำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/l. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาที สำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/l. ได้ผลความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นดังตารางที่ 5.7 และ 5.8 รูปที่ 5.7 และ 5.8

5.1.3.1.1 สารส้ม 0.8 มก. A/l.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.7 และรูปที่ 5.7 พบว่าความขุ่นน้ำดิบของแต่ละการทดลองมีค่าต่างกันออกไปเนื่องจากในระหว่างการทดลองเป็นช่วงฤดูฝน ความขุ่นน้ำดิบจึงมีค่าเปลี่ยนแปลงทำให้น้ำผลิตมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ชัดเจนนัก อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการทดลองที่ใช้โพลิเมอร์ 0.3 และ 0.4 มก./ล. ทั้งที่ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาที ซึ่งมีค่าความขุ่นน้ำดิบใกล้เคียงกันพบว่าเมื่อใช้โพลิเมอร์ 0.3 มก./ล. น้ำผลิตมีความขุ่นสูงกว่าเมื่อใช้โพลิเมอร์ 0.4 มก./ล. และเมื่อดูประสิทธิภาพของแต่ละการทดลองแล้วพบว่าเมื่อใช้โพลิเมอร์มากขึ้นระบบมีแนวโน้มสามารถกำจัดความขุ่นได้มากขึ้น อธิบายได้ว่าเมื่อใช้โพลิเมอร์มากขึ้นทำให้โพลิเมอร์มีปลายอิสระที่สามารถจับอนุภาคความขุ่นโดยอาศัยกลไกสะพานเชื่อมได้มากขึ้น ระบบจึงสามารถกำจัดความขุ่นได้มากขึ้น

ตารางที่ 5.7 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยที่ขม. 38-72 กรณีย์ใช้สารส้ม 0.8 มก. Al/ล.

ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที	โพสเซียม, มก./ล.	ความขุ่น, เอ็นทียู		ประสิทธิภาพการ กำจัดความขุ่น, %
		น้ำดิบ	น้ำผลิต	
2	0.3	126.9	11.1	91.26
	0.4	133.2	10.1	92.42
	0.5	98.9	4.5	95.45
3	0.3	61.8	4.7	92.39
	0.4	62.1	4.3	93.08
	0.5	109.6	6.1	94.43

5.1.3.1.2 สารส้ม 1.0 มก. Al/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.8 พบว่าความขุ่นน้ำดิบของแต่ละการทดลองที่ความเร็วรอบเดียวกันมีค่าไม่ต่างกันมากนัก ยกเว้นที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที ซึ่งมีค่าความขุ่นน้ำดิบต่างกันประมาณ 36 เอ็นทียู ทำให้สามารถเปรียบเทียบผลของโพสเซียมได้ชัดเจนขึ้น โดยจะเห็นว่าเมื่อใช้โพสเซียมเพิ่มขึ้นจะทำให้ความขุ่นน้ำผลิตต่ำลง ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเพิ่มขึ้น ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับการทดลองในกรณีที่ใช้สารส้ม 0.8 มก. Al/ล.

5.1.3.2 อิทธิพลของโพสเซียมต่อมวลของแข็งทั้งหมดและเพลเล็ต

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. Al/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพสเซียมไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอค ใช้ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. Al/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. Al/ล. ได้ผลมวลของแข็งทั้งหมด และเพลเล็ตดังตารางที่ 5.9 และ 5.10 รูปที่ 5.9 และ 5.10

5.1.3.2.1 สารส้ม 0.8 มก. Al/ล.

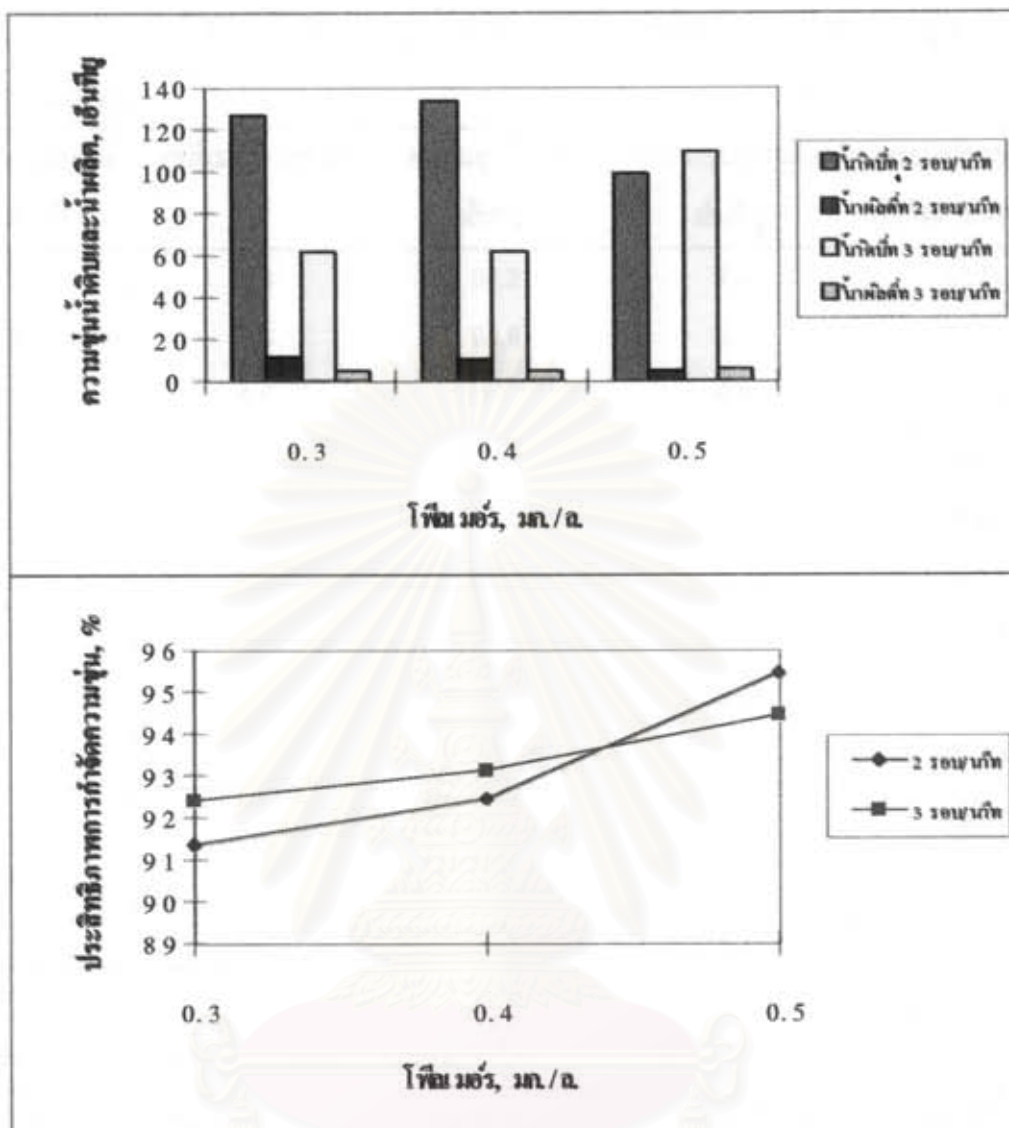
จากผลการทดลองตารางที่ 5.9 และรูปที่ 5.9 พบว่าเมื่อเพิ่มโพสเซียมจะทำให้มวลของแข็งทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น อธิบายได้ว่าเมื่อใช้โพสเซียมมากขึ้นทำให้โพสเซียมมีปลายอิสระมากขึ้น ซึ่งสามารถจับอนุภาคความขุ่นโดยอาศัยกลไกสะพานเชื่อมได้มากขึ้น มวลของแข็งภายในถังจึงมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นโดยดูจากค่าของแข็งทั้งหมดแต่ละชั้นภายในถัง (ภาคผนวก ก) ค่า

มวลของแข็งทั้งหมดจึงมากขึ้นด้วย สำหรับค่าเพลิงเกิดในกรณีที่ใช้ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที มีผลไม่ชัดเจนนักเนื่องจากการทดลองในช่วงต้นระบบยังไม่สามารถสร้างเพลิงเกิดได้มากนัก ส่วนกรณีใช้ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที พบว่าเมื่อใช้โพลีเมอร์มากขึ้นระบบสามารถสร้างเพลิงเกิดได้มากขึ้น อธิบายได้ว่าเมื่อใช้โพลีเมอร์มากขึ้นทำให้โพลีเมอร์มีปลายอิสระมากขึ้น ความหนาแน่นของมวลในถังเพิ่มขึ้น อนุภาคที่ถูกทำลายเสถียรภาพและเพลิงเกิดในถังมีโอกาสนชนกันมากขึ้นจึงสามารถสร้างเพลิงเกิดได้มากขึ้น สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์เพลิงเกิดซึ่งหมายถึงเปอร์เซ็นต์มวลเพลิงเกิดต่อมวลของแข็งทั้งหมดภายในถังพบว่าที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาทีมีค่าค่อนข้างต่างกันเนื่องจากการทดลองในช่วงต้น ซึ่งระบบยังสร้างเพลิงเกิดได้ไม่มากนัก ส่วนที่ความเร็วรอบ 3 รอบ/นาทีพบว่าเปอร์เซ็นต์เพลิงเกิดของแต่ละการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน อธิบายได้ว่าเมื่อเพิ่มโพลีเมอร์แม้ทำให้เพลิงเกิดเพิ่มขึ้น แต่มวลของแข็งทั้งหมดก็เพิ่มขึ้นด้วยทำให้เปอร์เซ็นต์เพลิงเกิดไม่เพิ่มตามไปด้วย

5.1.3.2.2 สารส้ม 1.0 มก. AV/ล.

จากผลการทดลองดังตารางที่ 5.10 และรูปที่ 5.10 พบว่าที่ทุกความเร็วรอบกวนเมื่อเพิ่มโพลีเมอร์จะทำให้มวลของแข็งทั้งหมดและเพลิงเกิดมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับการทดลองในกรณีที่ใช้สารส้ม 0.8 มก. AV/ล. สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์เพลิงเกิดพบว่าที่ความเร็วรอบกวน 2, 4 และ 6 รอบ/นาทีค่าเปอร์เซ็นต์เพลิงเกิดมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับการทดลองในกรณีที่ใช้สารส้ม 0.8 มก. AV/ล. แต่ที่ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาทีค่าเปอร์เซ็นต์เพลิงเกิดเมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.5 มก./ล. มีค่ามากกว่าเมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.3 และ 0.4 มก./ล. ค่อนข้างมากประมาณ 10 % อธิบายได้ว่าก่อนการทดลองที่ใช้โพลีเมอร์ 0.5 มก./ล. ไฟฟ้าในระบบดับทำให้มีการเติมโพลีเมอร์เข้าในถังสร้างเพลิงเกิดมากกว่าปกติทำให้ภายในถังมีโพลีเมอร์มากขึ้นกว่าปกติจึงเกิดเพลิงเกิดมากขึ้นกว่าที่ควรเป็น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.7 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. Al/ล.

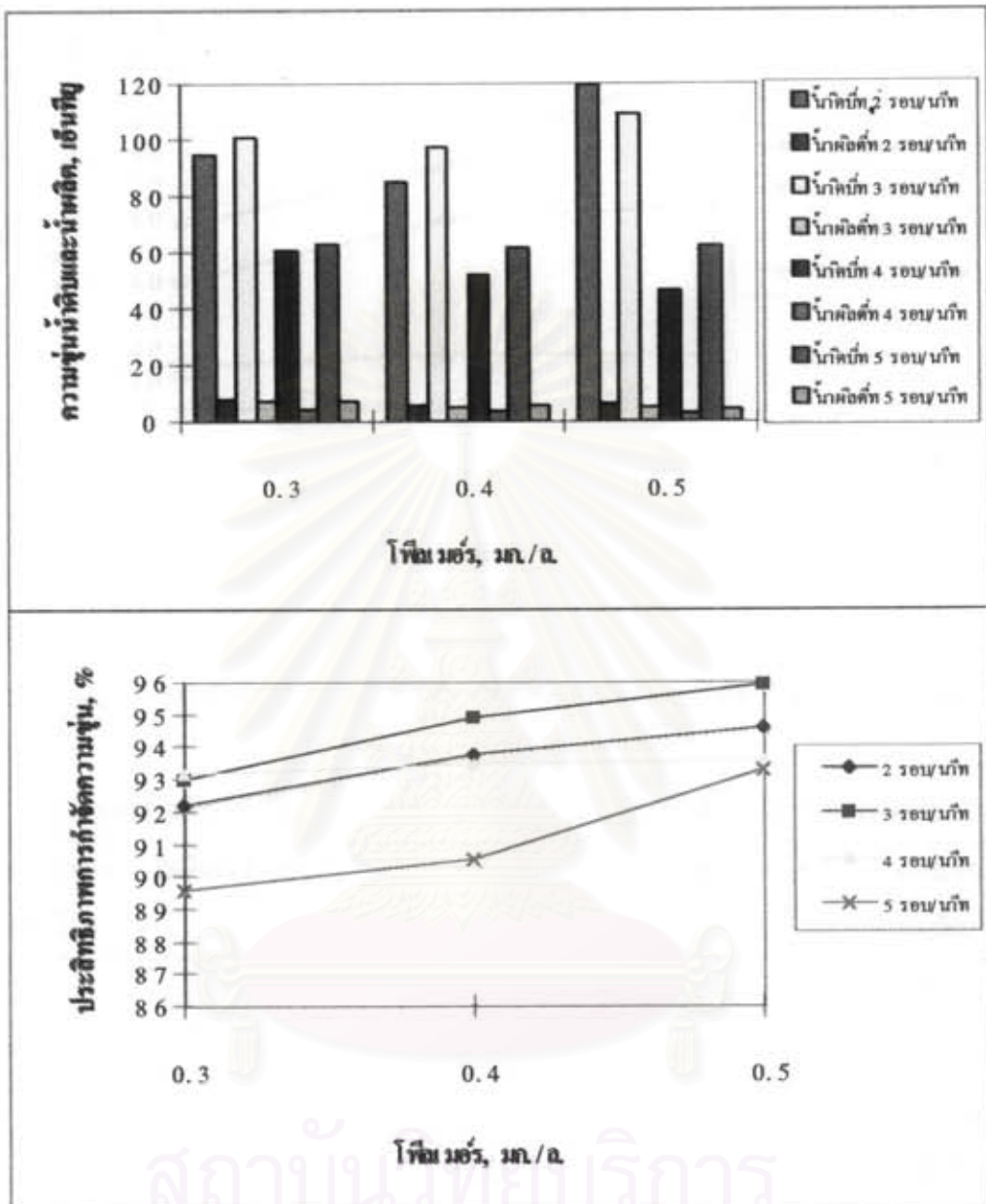
สถาบันนวัตกรรมการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.

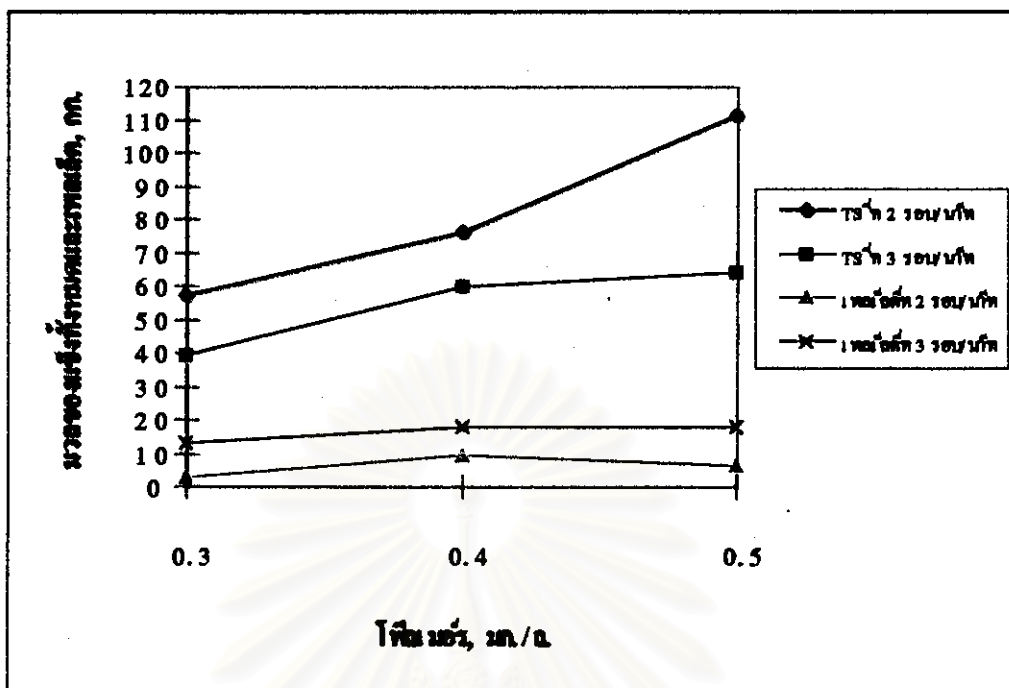
ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที	โพสเซียม, มก./ล.	ความขุ่นน้ำดิบ, เอ็นทียู	ความขุ่นน้ำผลิต, เอ็นทียู	ประสิทธิภาพการ กำจัดความขุ่น, %
2	0.3	94.2	7.4	92.14
	0.4	84.8	5.3	93.76
	0.5	119.3	6.5	94.55
3	0.3	100.6	7.1	92.94
	0.4	97.3	5.0	94.86
	0.5	109.2	4.5	95.88
4	0.3	61.0	4.2	93.11
	0.4	51.5	3.4	93.40
	0.5	48.4	3.0	93.53
5	0.3	63.1	6.6	89.64
	0.4	61.1	5.8	90.61
	0.5	62.1	4.2	93.24

ตารางที่ 5.9 มวลของแข็งทั้งหมดและเพนเดิตเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที	โพสเซียม, มก./ล.	มวลของแข็ง ทั้งหมด, กก.	มวลเพนเดิต, กก.	เปอร์เซ็นต์ เพนเดิต, %
2	0.3	56.77	2.65	4.66
	0.4	75.46	8.96	11.87
	0.5	111.15	5.78	5.18
3	0.3	38.65	12.49	32.32
	0.4	59.61	17.43	29.24
	0.5	63.38	17.54	27.67



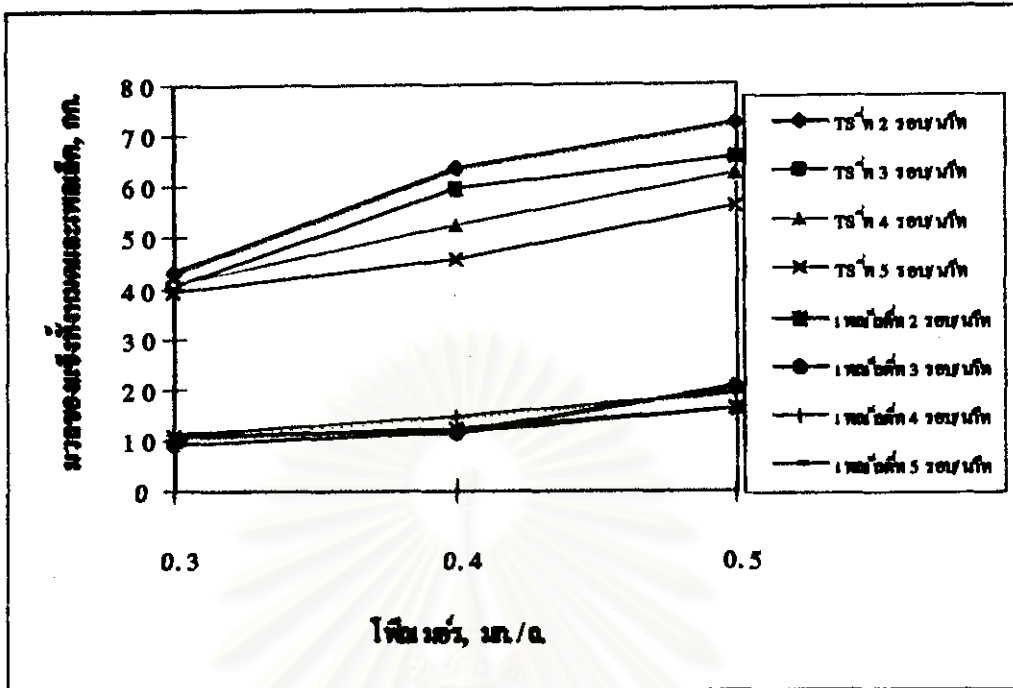
รูปที่ 6.8 ความชุ่มน้ำดิน น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. Al/ล.



รูปที่ 5.9 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลสตีทเฉลี่ยที่ขม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/l.

ตารางที่ 5.10 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลสตีทเฉลี่ยที่ขม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/l.

ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที	โพลีเมอร์, มก./ล.	มวลของแข็ง ทั้งหมด, กก.	เพลสตีท, กก.	เปอร์เซ็นต์ เพลสตีท, %
2	0.3	43.06	10.28	23.87
	0.4	63.19	12.08	19.11
	0.6	72.07	16.73	21.83
3	0.3	40.21	8.64	21.49
	0.4	59.28	11.08	18.68
	0.6	65.40	20.12	30.77
4	0.3	40.77	10.90	26.74
	0.4	52.32	14.47	27.66
	0.6	61.92	18.95	30.60
6	0.3	38.81	8.86	22.82
	0.4	45.39	11.23	24.73
	0.6	56.82	15.95	28.57



รูปที่ 5.10 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลดเล็ดเฉลี่ยที่ขม. 38-72 กรณียใช้สารส้ม 10 มก. AV/ล.

5.1.3.3 อิทธิพลของโพลีเมอร์ต่อขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่น

เพลดเล็ด

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. AV/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ใช้ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาทีสำหรับกรณียใช้สารส้ม 0.8 มก. AV/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาทีสำหรับกรณียใช้สารส้ม 1.0 มก. AV/ล. ได้ผลขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลดังตารางที่ 5.11 และ 5.12 รูปที่ 5.11 และ 5.12

5.1.3.3.1 สารส้ม 0.8 มก. AV/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.11 และรูปที่ 5.11 พบว่าการทดลองโดยใช้ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที ซึ่งเป็นการทดลองในช่วงต้นๆระบบยังไม่สามารถสร้างเพลดเล็ดได้มากนักโดยจะเห็นได้จากการทดลองที่ใช้โพลีเมอร์ 0.5 และ 0.4 มก./ล. จะพบเพลดเล็ดที่ระดับ 0 ถึง 80 ซม.และ 0 ถึง 90 ซม.จากกันถึง ตามลำดับ ซึ่งอธิบายได้ว่ากระบวนการสร้างเพลดเล็ดจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลา (aging time) ในกระบวนการรีดน้ำออกจากฟล็อกโดยทฤษฎีการกึ่งและการชน (Yusa, Suzuki และ Tanaka, 1975) เพื่อให้ได้เป็นฟล็อกที่มีความหนาแน่นสูงหรือเพลดเล็ด เมื่อดู

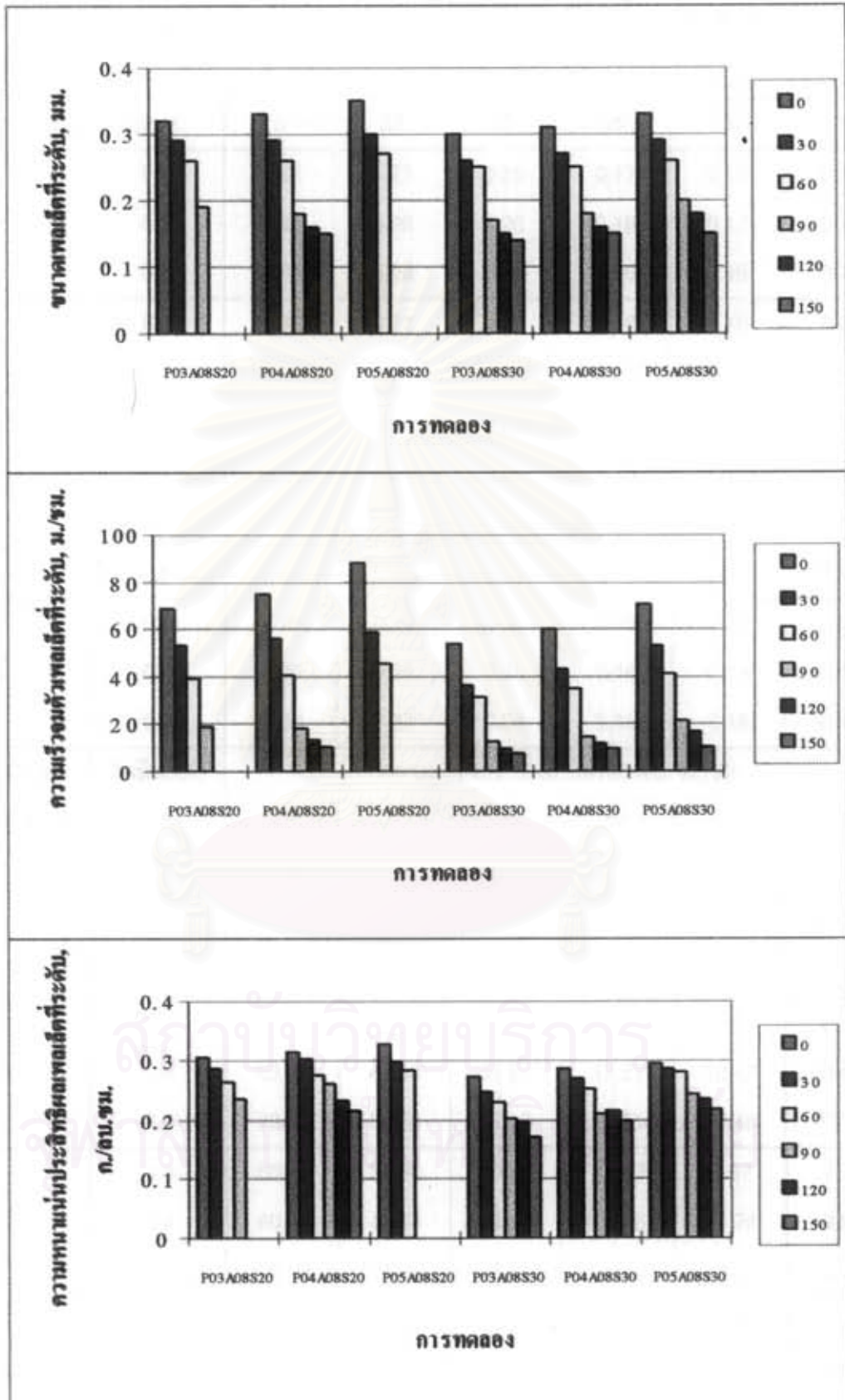
ขนาดเพลลิต ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลของเพลลิตที่ระดับต่างๆพบว่าเพลลิตจะมีขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลลดลงเมื่ออยู่ที่ระดับสูงขึ้นจากกันดั๋ง อธิบายได้ว่าเนื่องจากระบบเป็นแบบไหลขึ้นและมีการเติมโพสิเมอร์ที่บริเวณกันดั๋งทำให้ที่บริเวณกันดั๋งมีความเข้มข้นโพสิเมอร์สูงและลดต่ำลงเมื่ออยู่ในระดับสูงขึ้นจากกันดั๋ง ดังนั้นเพลลิตที่บริเวณกันดั๋งจึงมีขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลสูงกว่าที่ระดับบนๆ และจากการแปรค่าความเข้มข้นโพสิเมอร์พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นโพสิเมอร์จะทำให้เพลลิตมีขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพิ่มขึ้น อธิบายได้ว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นโพสิเมอร์ทำให้โพสิเมอร์มีปลายอิสระมากขึ้นสามารถจับอนุภาคความขุ่นและรวมตัวเป็นเพลลิตได้มากขึ้น เพลลิตจึงมีขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นประสิทธิผลเพิ่มขึ้น

6.1.3.3.2 สารส้ม 1.0 มก. A/L.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.12 และรูปที่ 5.12 พบว่าเพลลิตจะมีขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นประสิทธิผลลดลงเมื่ออยู่ห่างจากระดับกันดั๋งมากขึ้น ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 มก. A/L. และจากการแปรค่าความเข้มข้นโพสิเมอร์พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นโพสิเมอร์จะทำให้เพลลิตมีขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นประสิทธิผลเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 มก. A/L. แต่พบว่าเพลลิตของการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 มก. A/L. มีความหนาแน่นสูงกว่าเล็กน้อย อธิบายได้ว่าเมื่อใช้สารส้มมากขึ้นโมเลกุลของสารส้มจะมีน้ำมาล้อมรอบมากขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสทำให้เมื่อใช้สารส้มมากขึ้นความหนาแน่นของเพลลิตจึงต่ำลง

ตารางที่ 5.11 ขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพลิงลัดกรณีสารส้ม 0.8 มก. AV
 ล.

ความเร็วรอบ กวน รอบ/นาที	โพลิเมอร์, มก./ล.	ขนาดเพลิงลัดที่ระดับ, มม.					
		0	30	60	90	120	150
2	0.3	0.32	0.29	0.26	0.19	-	-
	0.4	0.33	0.29	0.26	0.18	0.16	0.15
	0.5	0.35	0.30	0.27	-	-	-
3	0.3	0.30	0.26	0.25	0.17	0.15	0.14
	0.4	0.31	0.27	0.25	0.18	0.16	0.15
	0.5	0.33	0.29	0.26	0.20	0.18	0.16
ความเร็วรอบ กวน รอบ/นาที	โพลิเมอร์, มก./ล.	ความเร็วจมตัวเพลิงลัดที่ระดับ, ม./ชม.					
		0	30	60	90	120	150
2	0.3	68.85	53.02	39.34	18.62	-	-
	0.4	74.90	55.81	40.68	18.50	13.04	10.66
	0.5	88.04	58.93	45.32	-	-	-
3	0.3	53.97	36.66	31.69	12.81	9.67	7.39
	0.4	60.38	43.07	34.72	15.00	12.13	9.92
	0.5	70.58	52.84	41.58	21.43	16.86	10.81
ความเร็วรอบ กวน รอบ/นาที	โพลิเมอร์, มก./ล.	ความหนาแน่นประสิทธิผลเพลิงลัดที่ระดับ, ก./ลบ.ชม.					
		0	30	60	90	120	150
2	0.3	0.305	0.286	0.264	0.234	-	-
	0.4	0.312	0.301	0.273	0.269	0.231	0.215
	0.5	0.326	0.297	0.282	-	-	-
3	0.3	0.272	0.246	0.230	0.201	0.196	0.171
	0.4	0.285	0.268	0.252	0.210	0.215	0.200
	0.5	0.294	0.285	0.279	0.243	0.236	0.218



รูปที่ 5.11 ขนาด ความเร็วรวมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลพอลิเมอร์ที่ใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล.

ตารางที่ 5.12 ขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพลลิตกรณี่ใช้สารส้ม 1.0 มก/ล

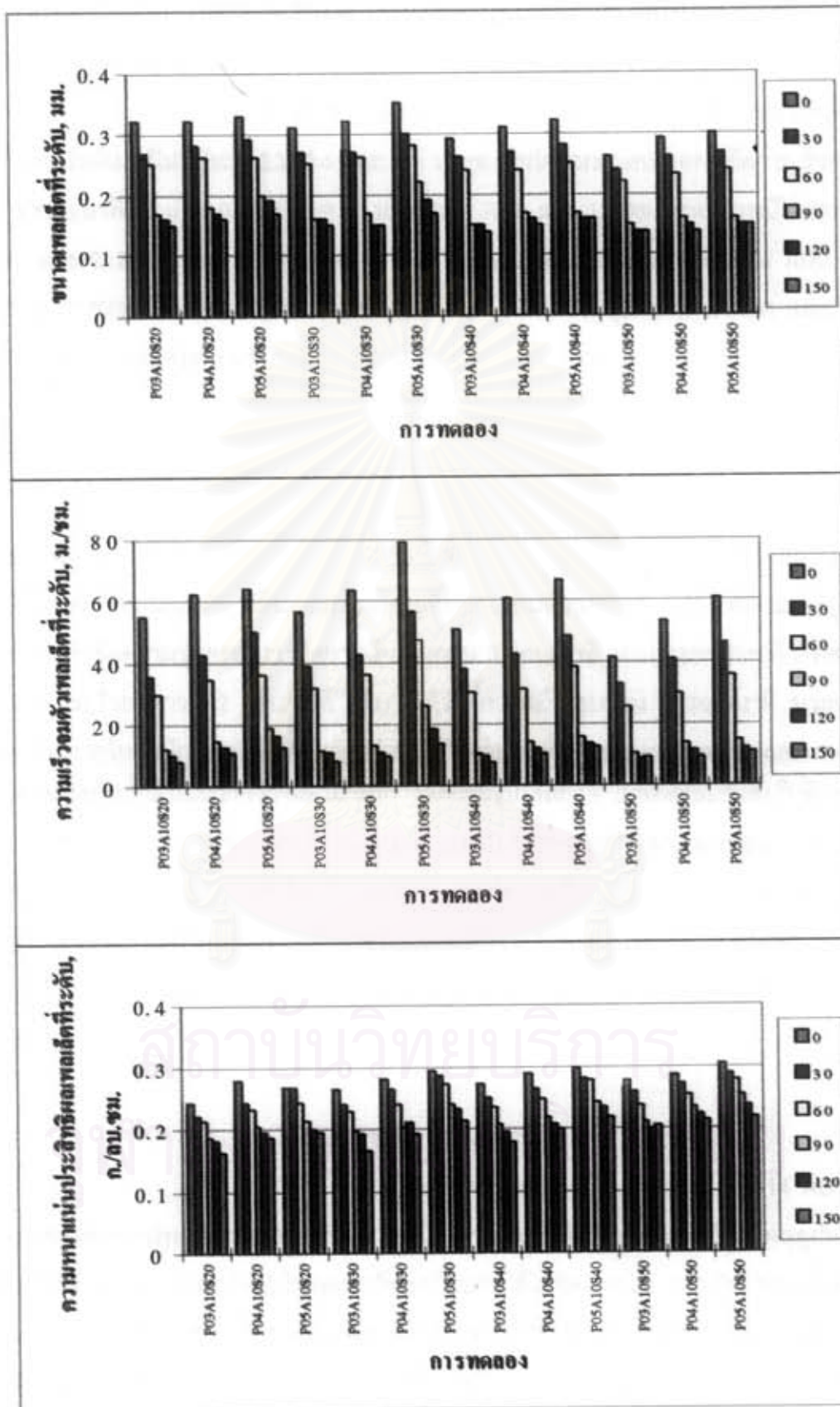
ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	โพลิเมอร์, มก./ล.	ขนาดเพลลิตที่ระดับ, มม.					
		0	30	60	90	120	150
2	0.3	0.32	0.27	0.25	0.17	0.16	0.15
	0.4	0.32	0.28	0.26	0.18	0.17	0.16
	0.5	0.33	0.29	0.26	0.20	0.19	0.17
3	0.3	0.31	0.27	0.25	0.16	0.16	0.15
	0.4	0.32	0.27	0.26	0.17	0.15	0.15
	0.5	0.35	0.30	0.28	0.22	0.19	0.17
4	0.3	0.29	0.26	0.24	0.15	0.15	0.14
	0.4	0.31	0.27	0.24	0.17	0.16	0.15
	0.5	0.32	0.28	0.25	0.17	0.16	0.16
5	0.3	0.26	0.24	0.22	0.15	0.14	0.14
	0.4	0.29	0.26	0.23	0.16	0.15	0.14
	0.5	0.30	0.27	0.24	0.16	0.15	0.15
ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	โพลิเมอร์, มก./ล.	ความเร็วจมตัวเพลลิตที่ระดับ, ม./ชม.					
		0	30	60	90	120	150
2	0.3	54.86	35.68	29.49	11.91	10.21	8.13
	0.4	62.31	42.17	34.57	14.64	12.49	10.50
	0.5	64.10	49.69	38.21	18.87	16.00	12.38
3	0.3	56.14	38.57	31.55	11.12	10.84	8.23
	0.4	63.21	42.43	35.92	12.87	10.47	9.52
	0.5	79.13	56.55	47.18	25.61	18.46	13.63
4	0.3	50.24	37.55	29.84	10.27	9.67	7.78
	0.4	60.80	42.43	31.36	13.95	11.74	9.97
	0.5	66.59	48.57	38.03	15.48	13.32	12.30
5	0.3	41.13	33.02	26.39	10.42	8.68	8.90
	0.4	53.02	40.54	29.62	13.32	11.11	9.20
	0.5	60.51	46.12	35.30	14.33	11.76	10.91

ตารางที่ 5.12 ขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพลิงลี้ดที่ระดับน้ำใช้สารส้ม 1.0 มก. AV/ล. (ต่อ)

ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	โพลิเมอร์, มก./ล.	ความหนาแน่นประสิทธิผลเพลิงลี้ดที่ระดับ, ก./ลบ.ซม.					
		0	30	60	90	120	150
2	0.3	0.243	0.222	0.214	0.187	0.181	0.164
	0.4	0.276	0.244	0.232	0.205	0.196	0.186
	0.5	0.267	0.268	0.243	0.214	0.201	0.194
3	0.3	0.265	0.240	0.229	0.197	0.192	0.166
	0.4	0.280	0.264	0.241	0.202	0.211	0.192
	0.5	0.293	0.285	0.273	0.240	0.232	0.214
4	0.3	0.271	0.252	0.235	0.207	0.195	0.180
	0.4	0.287	0.264	0.247	0.219	0.208	0.201
	0.5	0.295	0.281	0.276	0.243	0.236	0.218
5	0.3	0.276	0.260	0.238	0.210	0.201	0.206
	0.4	0.286	0.272	0.254	0.236	0.224	0.213
	0.5	0.305	0.287	0.278	0.254	0.237	0.220

5.1.4 อิทธิพลของความเร็วรอบกวน

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. AV/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ใช้ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AV/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AV/ล. ได้ผลดังตารางที่ 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17 และ 5.18 รูปที่ 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17 และ 5.18



รูปที่ 5.12 ขนาด ความเร็วจมน้ำ และความหนาแน่นประสิทธิผลพอลิเอทิลีนที่ใช้สารส้ม 0.8 มก. Al/l.

5.1.4.1 อิทธิพลของความเร็วรอบกวนต่อความชุ่มน้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่ม

จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. AI/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ใช้ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาที ($G = 13.0$ และ 23.9 วินาที^{-1} หรือ $Gt = 7020$ และ 12906) สำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาที ($G = 13.0, 23.9, 36.8$ และ 51.4 วินาที^{-1} หรือ $Gt = 7020, 12906, 19872$ และ 27756) สำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AI/ล. ได้ผลความชุ่มน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มดังตารางที่ 5.13 และ 5.14 รูปที่ 5.13 และ 5.14

5.1.4.1.1 สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.13 และรูปที่ 5.13 พบว่าความชุ่มน้ำดิบของแต่ละการทดลองมีค่าต่างกันออกไปเนื่องจากในระหว่างการทดลองเป็นช่วงฤดูฝน ความชุ่มน้ำดิบจึงมีค่าเปลี่ยนแปลงทำให้น้ำผลมาเปรียบเทียบกันได้ไม่ชัดเจนนัก อย่างไรก็ตามเมื่อดูค่าประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มจะเห็นว่าที่ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที ระบบจะสามารถกำจัดความชุ่มได้ดีกว่าที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที อธิบายได้ว่าที่ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที มวลของแข็งและเพลดัดภายในถังมีการเคลื่อนตัวมากกว่าทำให้โอกาสในการสัมผัสระหว่างฟล็อกและเพลดัดกับอนุภาคความชุ่มในน้ำดิบมีมากกว่าจึงสามารถกำจัดความชุ่มได้ดีกว่า แต่ที่ความเข้มข้นโพลีเมอร์ 0.5 มก./ล. ปรากฏว่าที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที ประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มสูงกว่าที่ 3 รอบ/นาที ทั้งที่ความชุ่มน้ำดิบมีค่าใกล้เคียงกัน อธิบายได้ว่าที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที เป็นการทดลองที่ทำต่อจากการเริ่มต้นระบบทำให้ภายในถังมีมวลของแข็งอยู่จำนวนมาก (ดูตารางที่ 5.6) ทำให้มวลของแข็งและเพลดัดมีโอกาสสัมผัสกับอนุภาคความชุ่มได้มากกว่าระบบจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าที่ 3 รอบ/นาที

5.1.4.1.2 สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.14 และรูปที่ 5.14 พบว่าความชุ่มน้ำดิบของแต่ละการทดลองมีค่าต่างกันออกไปเนื่องจากในระหว่างการทดลองเป็นช่วงฤดูฝน ความชุ่มน้ำดิบจึงมีค่าเปลี่ยนแปลงทำให้น้ำผลมาเปรียบเทียบกันได้ไม่ชัดเจนนัก อย่างไรก็ตามเมื่อดูค่าประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มจะพบว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงเมื่อใช้ความเร็วรอบกวนที่ 3 และ 4 รอบ/นาที อธิบายได้ว่าที่ความเร็วรอบกวน 3 และ 4 รอบ/นาที มวลของแข็งและเพลดัดภายในถังสร้างเพลดัดมีการเคลื่อนตัวมากกว่าที่ 2 รอบ/นาที ทำให้มวลของแข็งและเพลดัดมีโอกาสสัมผัสกับอนุภาคได้

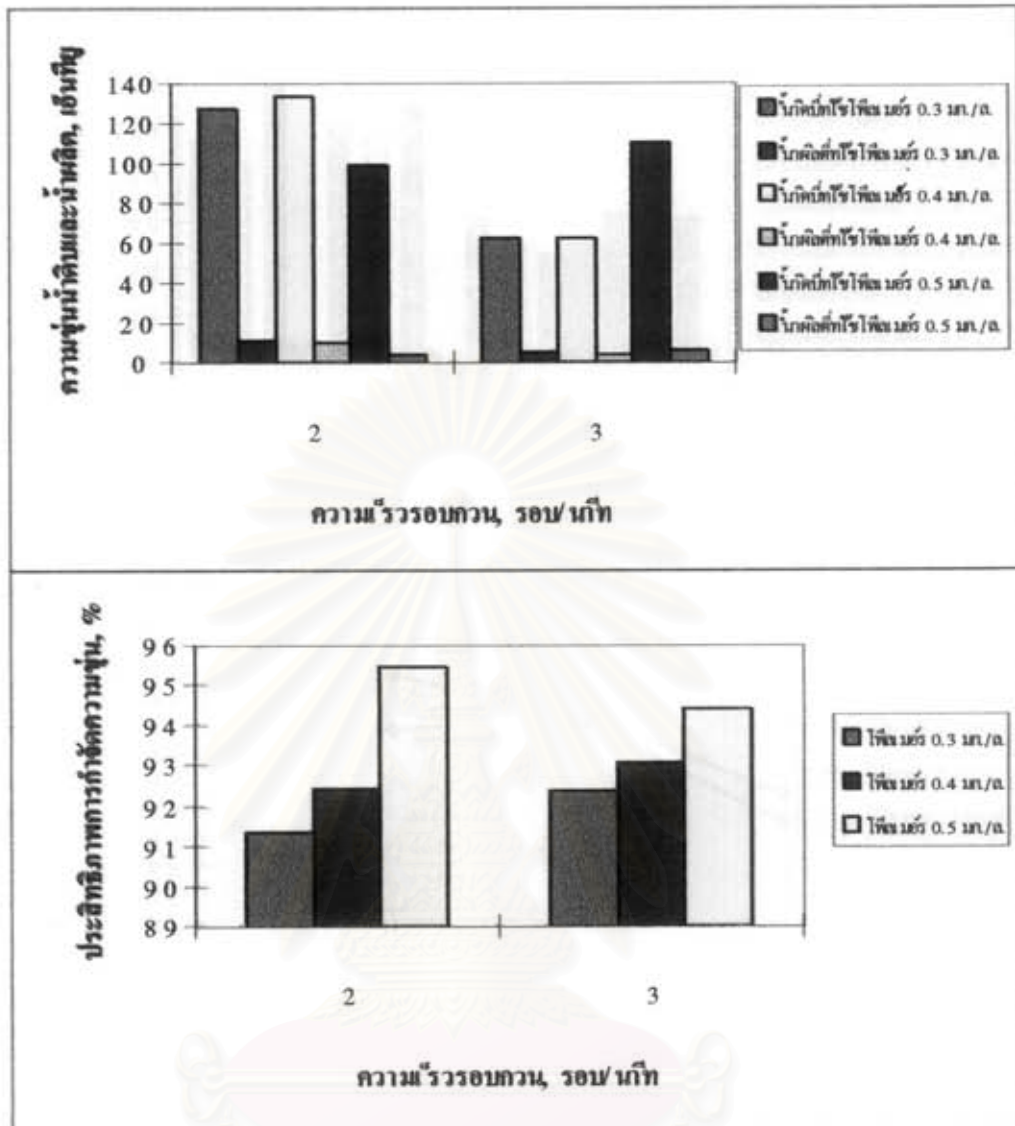
มากกว่าประสิทธิภาพจึงสูงกว่า แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบกวนที่ 6 รอบ/นาที ประสิทธิภาพของระบบมีแนวโน้มต่ำลง อธิบายได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบกวนสูงขึ้นทำให้เกิดการชนกันแรงขึ้น เกิดแรงเฉือนภายในฟล็อกหรือเพลตเล็ดมากกว่าแรงยึดเหนี่ยวของโพลีเมอร์ทำให้ฟล็อกหรือเพลตเล็ดบางส่วนแตก ออกกลายเป็นความขุ่นออกไปกับน้ำผลิต ระบบจึงมีประสิทธิภาพลดลง

ตารางที่ 5.13 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. Al/l.

โพลีเมอร์, มก./ล.	ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที	ความขุ่น, เอ็นทียู		ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น, %
		น้ำดิบ	น้ำผลิต	
0.3	2	126.9	11.1	91.26
	3	61.8	4.7	92.39
0.4	2	133.2	10.1	92.42
	3	62.1	4.3	93.08
0.5	2	98.9	4.6	95.46
	3	109.6	6.1	94.43

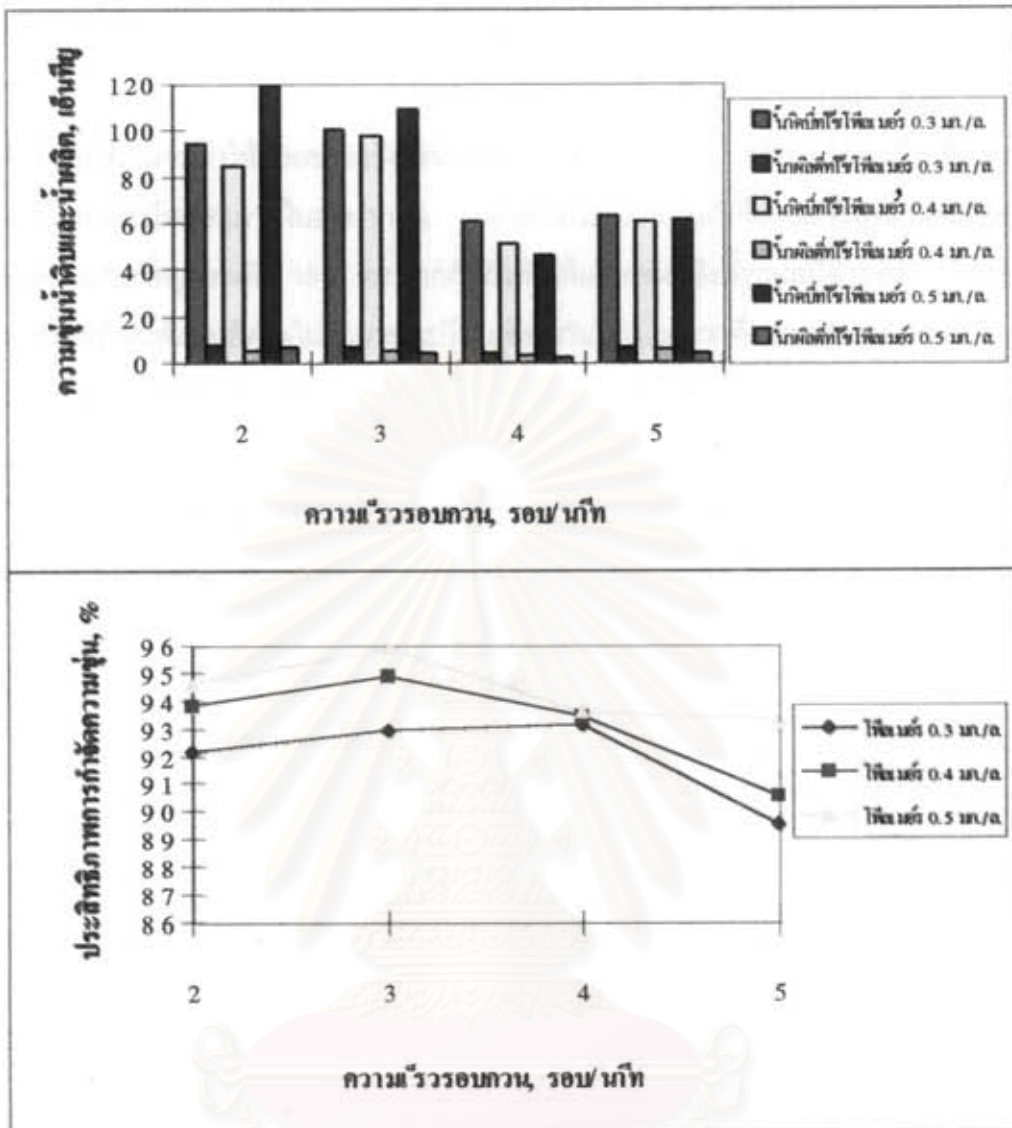
ตารางที่ 5.14 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. Al/l.

โพลีเมอร์, มก./ล.	ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที	ความขุ่น, เอ็นทียู		ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น, %
		น้ำดิบ	น้ำผลิต	
0.3	2	94.2	7.4	92.14
	3	100.6	7.1	92.94
	4	61.0	4.2	93.11
	5	63.1	6.6	89.54
0.4	2	84.8	6.3	93.75
	3	97.3	5.0	94.86
	4	51.5	3.4	93.40
	5	61.1	5.8	90.51
0.5	2	119.3	6.5	94.56
	3	109.2	4.5	95.88
	4	48.4	3.0	93.53
	5	62.1	4.2	93.24



รูปที่ 6.13 ความชุ่มน้ำดิน น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สาร ส้ม 0.8 มก. AI/ถ.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.14 ความชุ่มน้ำดิน น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มแฉะที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/ล.

5.1.4.2 อิทธิพลของความเร็วยรอบกวนต่อมวลของแข็งทั้งหมดและเพลเล็ด

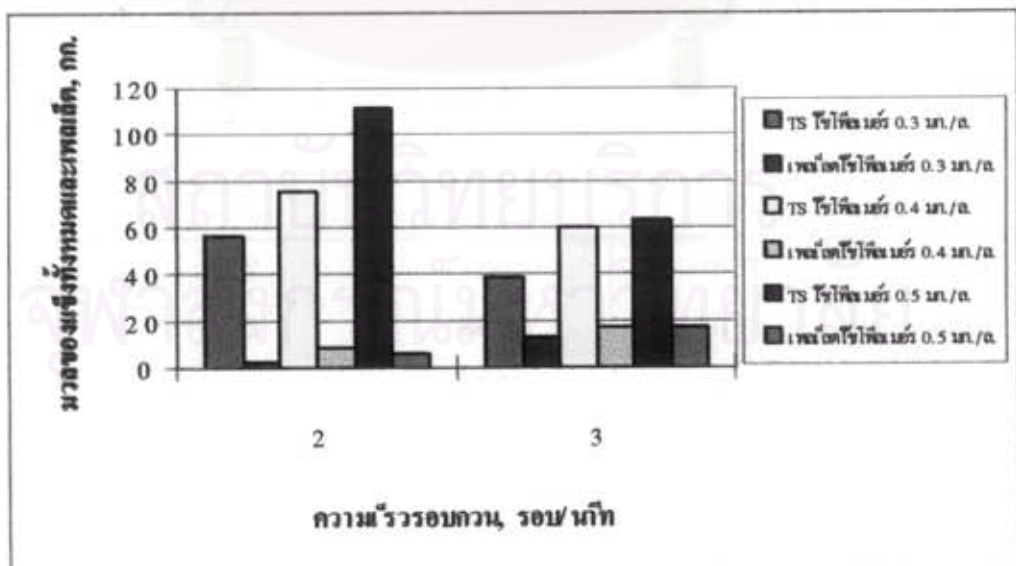
จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. A/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เฮด ใช้ความเร็วยรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/ล. ได้ผลมวลของแข็งทั้งหมด และเพลเล็ดดังตารางที่ 5.15 และ 5.16 รูปที่ 5.15 และ 5.16

5.1.4.2.1 สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.15 และรูปที่ 5.15 พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วยรอบกวนจะทำให้มวลของแข็งทั้งหมดภายในถังมีค่าลดลง อธิบายได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วยรอบกวนทำให้ความปั่นป่วนภายในถังมากขึ้น มวลของแข็งภายในถังจึงลอยตัวสูงขึ้นและถูกระบายออกโดยช่องระบายที่อยู่ที่ระดับ 160 ซม.จากกันถังทำให้มวลของแข็งทั้งหมดมีค่าลดลง สำหรับมวลเพลเล็ตและเปอร์เซนต์เพลเล็ตยังไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้เนื่องจากที่ความเร็วยรอบกวน 2 รอบ/นาที เป็นการทดลองในช่วงต้นๆ ระบบยังไม่สามารถสร้างเพลเล็ตได้มากนัก

ตารางที่ 5.15 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลเล็ตเฉลี่ยที่ชม. 38-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

โพสิเมอร์, มก./ล.	ความเร็วยรอบกวน, รอบ/นาที	มวลของแข็งทั้งหมด, กก.	มวลเพลเล็ต, กก.	เปอร์เซนต์เพลเล็ต, %
0.3	2	68.77	2.65	4.68
	3	38.65	12.49	32.32
0.4	2	75.46	8.96	11.87
	3	59.61	17.43	29.24
0.5	2	111.16	6.76	5.18
	3	63.38	17.54	27.67



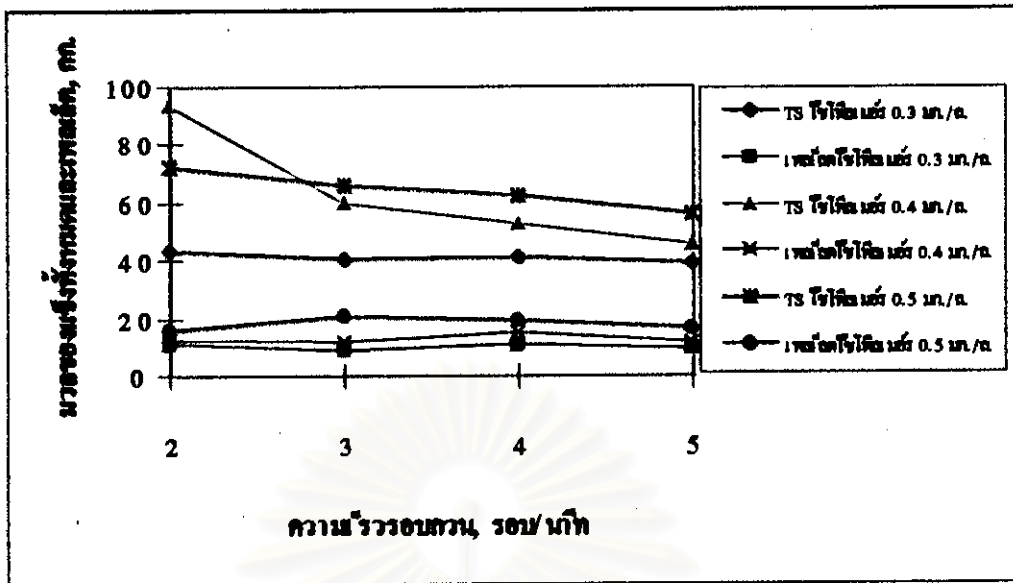
รูปที่ 5.15 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลเล็ตเฉลี่ยที่ชม. 38-72 กรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

5.1.4.2.2 สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.16 และรูปที่ 5.16 พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วยรอบกวนจะทำให้มวลของแข็งทั้งหมดภายในถังมีค่าลดลงทุกความเข้มข้นโพลีเมอร์ ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล. สำหรับมวลเพลเล็ตและเปอร์เซ็นต์เพลเล็ตไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจนเนื่องจากที่ความเร็วรอบ 4 และ 5 รอบ/นาทีที่ทุกความเข้มข้นโพลีเมอร์ระบบมีการเปลี่ยนแปลงมวลเพลเล็ตเนื่องจากการเติมโพลีเมอร์เข้าไปมากกว่าปกติ (ไฟฟ้าดับ) อย่างไรก็ตามดูแนวโน้มแล้วพบว่าที่ความเร็วรอบกวน 3 และ 4 รอบ/นาทีที่ระบบสามารถสร้างเพลเล็ตได้ดีที่สุด อธิบายได้ว่าในช่วงความเร็วรอบกวนดังกล่าวภายในถังมีค่าความปั่นป่วนที่เหมาะสมในการสร้างเพลเล็ต มีการก่อกองและชนด้วยแรงที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยไปทำให้เกิดกระบวนการรีดน้ำออกจากฟล็อกได้เป็นฟล็อกที่มีความหนาแน่นสูงหรือเพลเล็ต

ตารางที่ 5.16 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลเล็ตเฉลี่ยที่ชม. 36-72 กรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.

โพลีเมอร์, มก./ล.	ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที	มวลของแข็งทั้งหมด, กก.	มวลเพลเล็ต, กก.	เปอร์เซ็นต์เพลเล็ต, %
0.3	2	43.06	10.28	23.87
	3	40.21	8.64	21.49
	4	40.77	10.90	26.74
	5	38.81	8.86	22.82
0.4	2	63.19	12.08	19.11
	3	59.28	11.06	18.66
	4	52.32	14.47	27.66
	5	45.39	11.23	24.73
0.5	2	72.07	15.73	21.83
	3	65.40	20.12	30.77
	4	61.92	18.95	30.60
	5	55.82	15.95	28.57



รูปที่ 5.16 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลลิตเฉลี่ยที่ขม. 38-72 กรัมใช้สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.

5.1.4.3 อิทธิพลของความเร็วรอบกวนต่อขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นเพลลิต

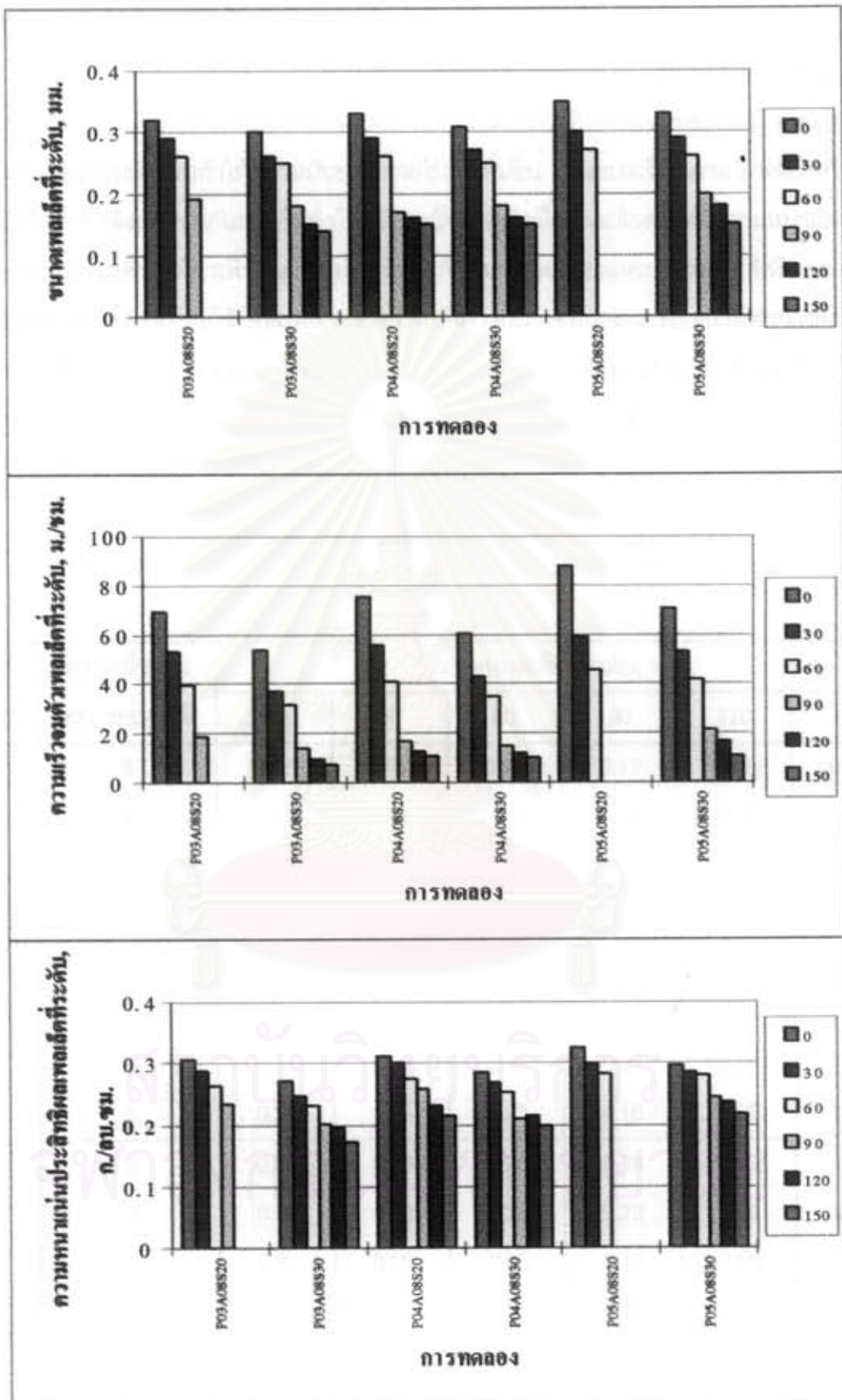
จากการทดลองโดยใช้สารส้ม 0.8 และ 1.0 มก. AI/ล. เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับโพตัสเมอริอิมี่ประจุ 0.3, 0.4 และ 0.5 มก./ล. เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ใช้ความเร็วรอบกวน 2 และ 3 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 0.8 มก. AI/ล. และ 2, 3, 4 และ 5 รอบ/นาทีสำหรับกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. AI/ล. ได้ผลขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพลลิตดังตารางที่ 5.17 และ 5.18 รูปที่ 5.17 และ 5.18

5.1.4.3.1 สารส้ม 0.8 มก. AI/ล.

จากผลการทดลองตารางที่ 5.17 และรูปที่ 5.17 พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบกวนทำให้เพลลิตมีขนาดเล็กลง อธิบายได้ว่าความเร็วรอบกวนสูงขึ้นทำให้ความปั่นป่วนภายในถังสูงขึ้นจึงเกิดแรงเฉือนภายในฟล็อกหรือเพลลิตสูงขึ้น ฟล็อกหรือเพลลิตจึงมีขนาดเล็กลง แต่สำหรับความหนาแน่นประสิทธิผลของเพลลิตที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที กลับมีค่าสูงกว่าที่ 3 รอบ/นาที อธิบายได้ว่าเนื่องจากการทดลองที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที เป็นการทดลองในช่วงต้นทำให้เพลลิตมีดินคาโอลินซึ่งมีความหนาแน่นสูงเป็นส่วนประกอบอยู่มาก (สังเกตจากสีของเพลลิต) ทำให้เพลลิตของการทดลองที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที มีความหนาแน่นสูงกว่าที่ 3 รอบ/นาที ทั้งที่มีความปั่นป่วนน้อยกว่า

ตารางที่ 5.17 ขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเปล็ดกรณี่ใช้สารส้ม 0.8 มก. AV
ล.

โพลิเมอร์, มก./ล.	ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	ขนาดเปล็ดที่ระดับ, มม.					
		0	30	60	90	120	150
0.3	2	0.32	0.29	0.26	0.19	-	-
	3	0.30	0.26	0.25	0.17	0.15	0.14
0.4	2	0.33	0.29	0.26	0.18	0.16	0.15
	3	0.31	0.27	0.25	0.18	0.16	0.15
0.5	2	0.35	0.30	0.27	-	-	-
	3	0.33	0.29	0.26	0.20	0.18	0.15
โพลิเมอร์, มก./ล.	ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	ความเร็วจมตัวเปล็ดที่ระดับ, ม./ชม.					
		0	30	60	90	120	150
0.3	2	68.85	63.02	39.34	18.62	-	-
	3	53.97	36.66	31.69	12.81	9.67	7.39
0.4	2	74.90	55.81	40.68	18.50	13.04	10.66
	3	60.38	43.07	34.72	15.00	12.13	9.92
0.5	2	88.04	68.93	45.32	-	-	-
	3	70.58	52.84	41.58	21.43	16.86	10.81
โพลิเมอร์, มก./ล.	ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	ความหนาแน่นประสิทธิผลเปล็ดที่ระดับ, ก./ลบ.ชม.					
		0	30	60	90	120	150
0.3	2	0.305	0.286	0.264	0.234	-	-
	3	0.272	0.246	0.230	0.201	0.195	0.171
0.4	2	0.312	0.301	0.273	0.259	0.231	0.215
	3	0.285	0.286	0.252	0.210	0.215	0.200
0.5	2	0.326	0.297	0.282	-	-	-
	3	0.294	0.285	0.279	0.243	0.236	0.218



รูปที่ 5.17 ขนาด ความเร็วงอกตัว และความหนาแน่นประสิทธิภาพเมล็ดที่ระดับที่ใช้สารส้ม 0.8 มก. A/L.

6.1.4.3.2 สารส้ม 1.0 มก. AI/ล.

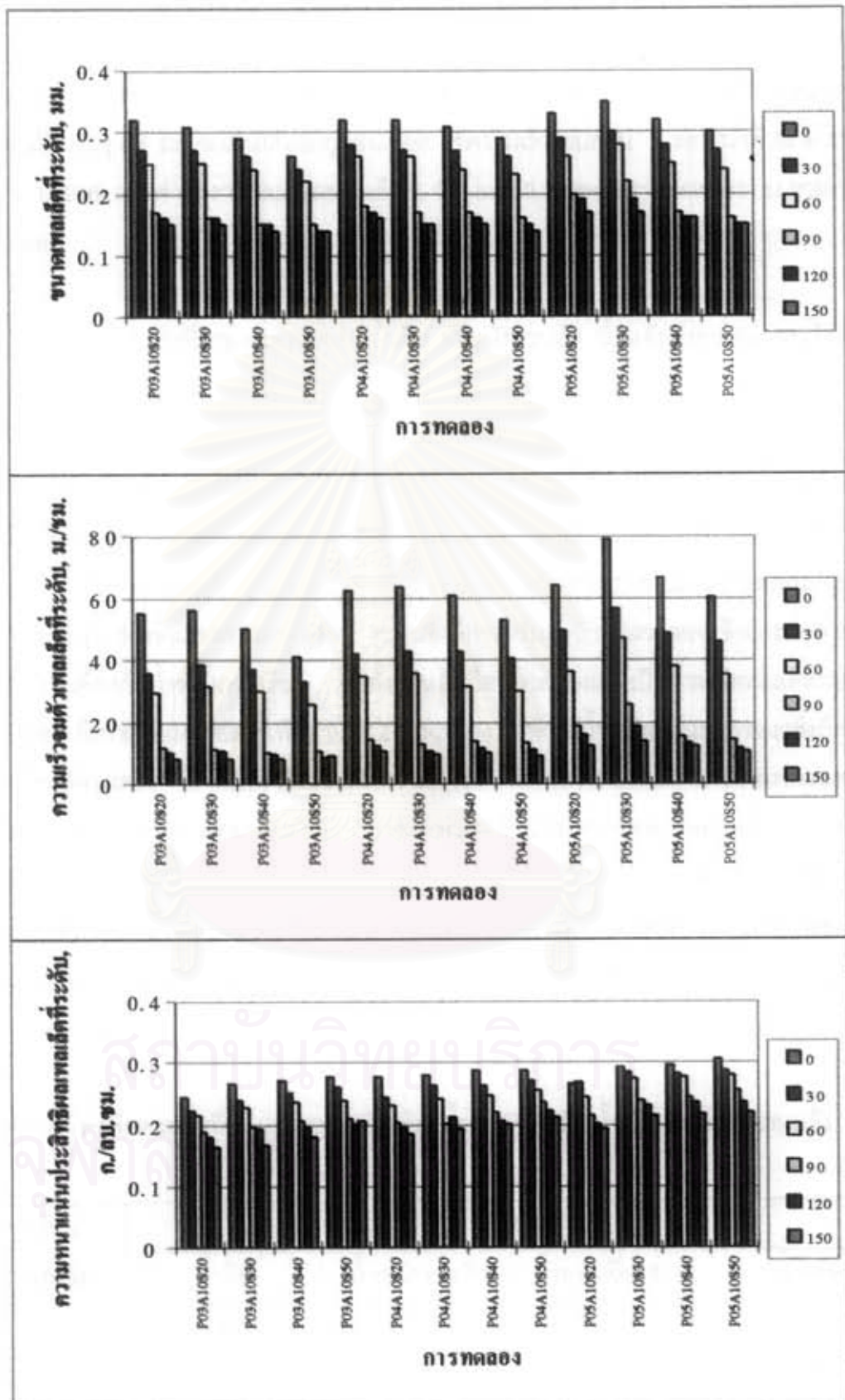
จากผลการทดลองตารางที่ 6.18 และรูปที่ 6.18 พบว่าเมื่อความเร็วรอบกวนเพิ่มขึ้นทำให้เพล็ดมีขนาดเล็กลงแต่ความหนาแน่นประสิทธิผลสูงขึ้น อธิบายได้ว่าเมื่อความเร็วรอบกวนเพิ่มขึ้นทำให้ความปั่นป่วนภายในถังเพิ่มขึ้น เกิดแรงเฉือนภายในฟล็อกหรือเพล็ดเล็กเนื่องจากการก่อกองและชนกันมากขึ้นทำให้ฟล็อกหรือเพล็ดมีขนาดเล็กลงแต่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ส่วนความเร็วจมตัวจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นประสิทธิผลของเพล็ด แต่สำหรับการทดลองโดยใช้โพลิเมอร์ 0.5 มก./ล. ที่ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาทีพบว่าเพล็ดมีขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นประสิทธิผลมากกว่าที่ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที อธิบายได้ว่าก่อนการทดลองนี้ไฟฟ้าในระบบดับทำให้มีการเติมโพลิเมอร์เข้ามามากกว่าปกติจึงทำให้เพล็ดมีขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นประสิทธิผลสูงกว่าที่ควรเป็น

ตารางที่ 6.18 ขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นประสิทธิผลเพล็ดกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก./AI/ล.

โพลิเมอร์, มก./ล.	ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	ขนาดเพล็ดที่ระดับ, มม.					
		0	30	60	90	120	150
0.3	2	0.32	0.27	0.25	0.17	0.16	0.15
	3	0.31	0.27	0.25	0.16	0.16	0.15
	4	0.29	0.26	0.24	0.15	0.15	0.14
	5	0.26	0.24	0.22	0.15	0.14	0.14
0.4	2	0.32	0.28	0.26	0.18	0.17	0.16
	3	0.32	0.27	0.26	0.17	0.15	0.15
	4	0.31	0.27	0.24	0.17	0.16	0.15
	5	0.29	0.26	0.23	0.16	0.15	0.14
0.5	2	0.33	0.29	0.26	0.20	0.19	0.17
	3	0.35	0.30	0.28	0.22	0.19	0.17
	4	0.32	0.28	0.25	0.17	0.16	0.16
	5	0.30	0.27	0.24	0.16	0.15	0.15

ตารางที่ 5.18 ขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพลิงเค็ดกรณีใช้สารลัม 1.0 มก. A/
ล. (ต่อ)

โพลิเมอร์ มก./ล.	ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	ความเร็วจมตัวเพลิงเค็ดที่ระดับ, ม./ชม.					
		0	30	60	90	120	150
0.3	2	54.86	35.68	29.49	11.91	10.21	8.13
	3	56.14	38.57	31.55	11.12	10.84	8.23
	4	50.24	37.55	29.84	10.27	9.67	7.78
	5	41.13	33.02	25.39	10.42	8.68	8.90
0.4	2	62.31	42.17	34.57	14.64	12.49	10.50
	3	63.21	42.43	35.92	12.87	10.47	9.52
	4	60.80	42.43	31.36	13.95	11.74	9.97
	5	53.02	40.54	29.62	13.32	11.11	9.20
0.5	2	64.10	49.69	36.21	18.87	16.00	12.36
	3	79.13	56.55	47.18	25.61	18.46	13.63
	4	66.69	48.57	38.03	15.48	13.32	12.30
	5	60.51	46.12	35.30	14.33	11.76	10.91
โพลิเมอร์ มก./ล.	ความเร็วรอบ กวน, รอบ/นาที	ความหนาแน่นประสิทธิผลเพลิงเค็ดที่ระดับ, ก./ลบ.ชม.					
		0	30	60	90	120	150
0.3	2	0.243	0.222	0.214	0.187	0.181	0.164
	3	0.265	0.240	0.229	0.197	0.192	0.166
	4	0.271	0.252	0.235	0.207	0.195	0.180
	5	0.276	0.260	0.238	0.210	0.201	0.206
0.4	2	0.276	0.244	0.232	0.205	0.196	0.186
	3	0.280	0.264	0.241	0.202	0.211	0.192
	4	0.287	0.264	0.247	0.219	0.208	0.201
	5	0.286	0.272	0.254	0.236	0.224	0.213
0.5	2	0.267	0.268	0.243	0.214	0.201	0.194
	3	0.293	0.285	0.273	0.240	0.232	0.214
	4	0.295	0.281	0.276	0.243	0.236	0.218
	5	0.305	0.287	0.278	0.254	0.237	0.220



รูปที่ 5.18 ขนาด ความเร็วรวมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลพลอยเล็กกรณีใช้สารส้ม 1.0 มก. A/ล.

5.2 ผลของการเวียนมวลของแข็ง

การทดลองนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้สารส้ม 1.0 มก. AV/ล.เป็นโคแอกกูแลนต์ร่วมกับ โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.4 มก./ล.เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ใช้ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที ($G = 23.9 \text{ s}^{-1}$ หรือ $Gt = 12,906$) แปรค่าอัตราเวียนมวลของแข็ง 0, 0.1 และ 0.2 ของอัตราไหลเข้าระบบ รวมทั้งหมด 3 การทดลอง

5.2.1 ค่าพีเอชและสภาพต่างน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว น้ำหลังเวียนมวลของแข็งและน้ำ

ผลิต

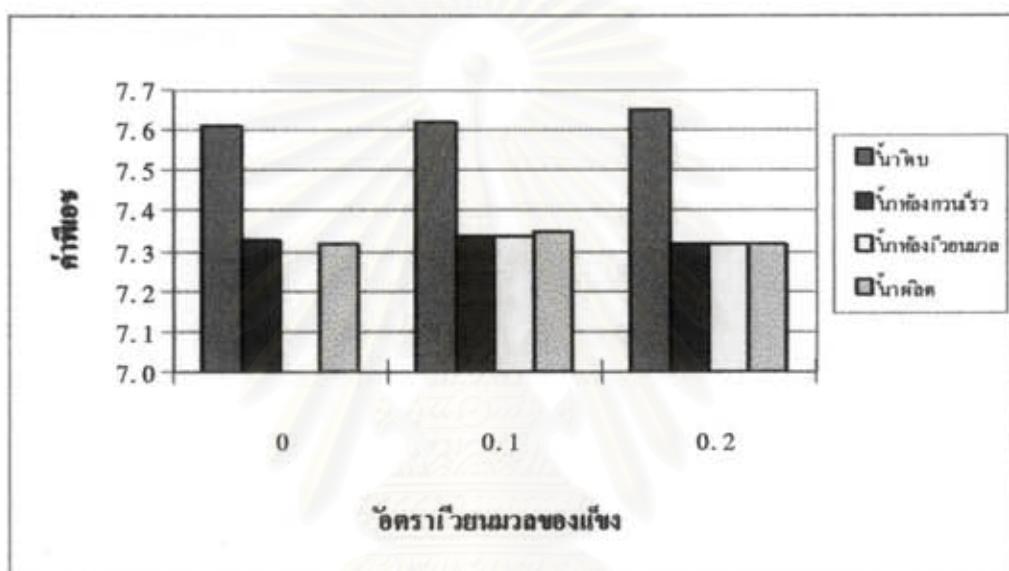
จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 5.19 และ 5.20 รูปที่ 5.19 และ 5.20 ซึ่งพบว่าค่าพีเอชและสภาพต่างน้ำหลังกวนเร็วมีค่าลดลง 0.28-0.33 และ 4.7-6.8 มก.หินปูน/ล. ตามลำดับ ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับการทดลองในช่วงที่ 1 สำหรับค่าพีเอชน้ำหลังเวียนมวลจะมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหลังกวนเร็ว อธิบายได้ว่าเนื่องจากระบบมีการเวียนมวลของแข็งทำให้ภายในถังมีความปั่นป่วนสูงขึ้น ความเร็วไหลขึ้นในช่วงชั้นมวลของแข็งสูงขึ้น ระบบจึงมีการปรับตัวทำให้มวลของแข็งและน้ำภายในถังมีค่าพีเอชใกล้เคียงกับน้ำหลังกวนเร็ว อีกทั้งน้ำหลังเวียนมวลของแข็งเป็นน้ำหลังกวนเร็วรวมกับน้ำเวียนมวลของแข็งภายในถังในอัตราเพียง 0.1-0.2 (10-20 %) จึงทำให้น้ำหลังเวียนมวลของแข็งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหลังกวนเร็ว สำหรับค่าพีเอชและสภาพต่างน้ำผลิตพบว่าเมื่อไม่มีการเวียนมวลของแข็งค่าพีเอชและสภาพต่างจะมีค่าลดลงเล็กน้อย ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับการทดลองในช่วงที่ 1 ส่วนการทดลองที่มีการเวียนมวลของแข็งด้วยอัตรา 0.1 และ 0.2 พบว่าค่าพีเอชและสภาพต่างมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหลังกวนเร็ว ซึ่งอธิบายได้ว่าเมื่อมีการเวียนมวลของแข็งระบบมีการปรับตัวทำให้มวลของแข็งและน้ำภายในถังมีค่าพีเอชและสภาพต่างใกล้เคียงกับน้ำเข้าและออกจากถัง ระบบเป็นแบบผสมสมบูรณ์มากขึ้น (complete mixed)

ตารางที่ 5.19 ค่าพีเอชเฉลี่ยที่ขม. 36-72 ของน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว น้ำหลังเวียนมวลของแข็ง และน้ำผลิต

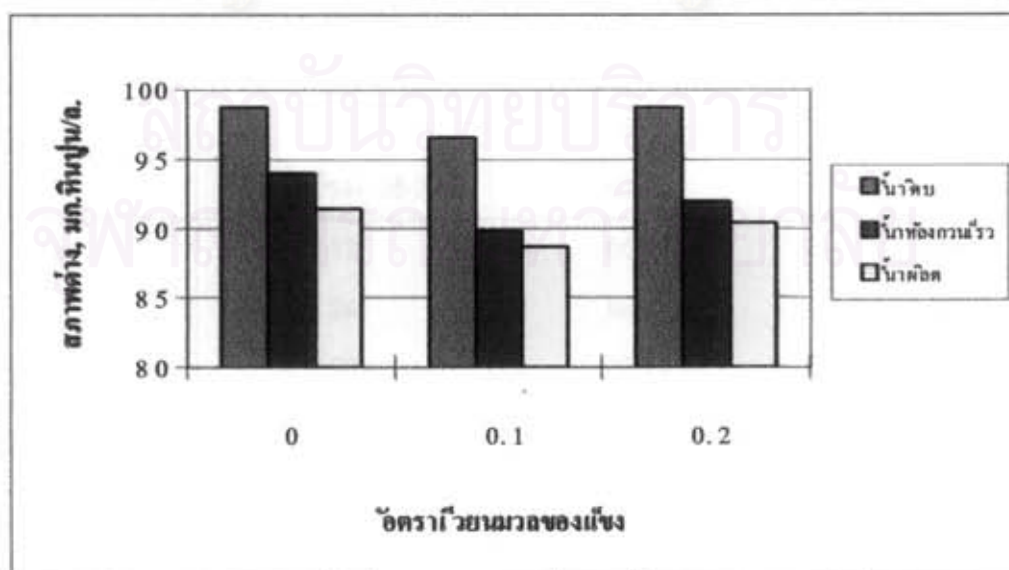
อัตราเวียน มวลของแข็ง	พีเอช			
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำหลังเวียนมวล	น้ำผลิต
0	7.61	7.33	-	7.32
0.1	7.62	7.34	7.34	7.36
0.2	7.65	7.32	7.32	7.32

ตารางที่ 5.20 สภาพต่างเฉลี่ยที่ชม. 38-72 ของน้ำดิบ น้ำหลังทวนเร็ว และน้ำผลิต

อัตราเวียนมวลของแข็ง	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
0	98.7	94.0	91.4
0.1	96.6	89.8	88.7
0.2	98.7	91.9	90.3



รูปที่ 5.19 ค่าที่เฮซเฉลี่ยที่ชม. 38-72 ของน้ำดิบ น้ำหลังทวนเร็ว น้ำหลังเวียนมวลของแข็ง และน้ำผลิต



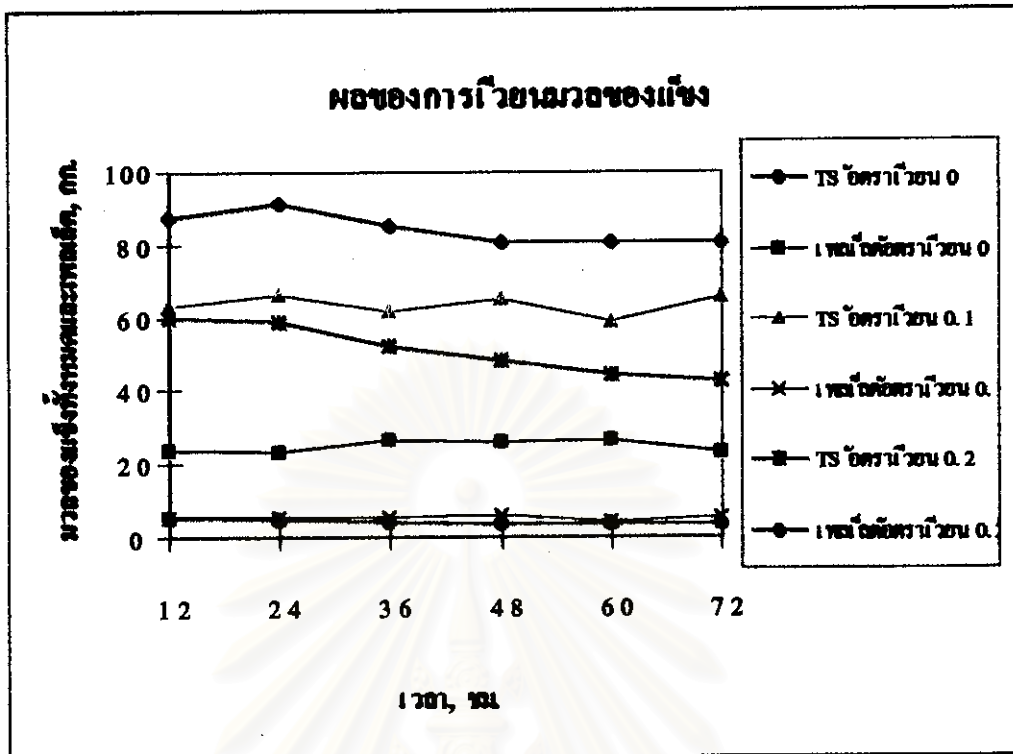
รูปที่ 5.20 สภาพต่างเฉลี่ยที่ชม. 38-72 ของน้ำดิบ น้ำหลังทวนเร็ว และน้ำผลิต

5.2.2 มวลของแข็งทั้งหมด และเพนลิตที่เวลาต่างๆ

จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 5.21 และรูปที่ 5.21 ซึ่งพบว่าในช่วงต้นของการทดลอง (ที่ชม. 0-24) มวลของแข็งทั้งหมดและเพนลิตจะมีค่าไม่ค้อยคงที่นักคล้ายกับการทดลองในช่วงที่ 1 แต่หลังจากที่ชม. 36 แล้วพบว่ามวลของแข็งทั้งหมดและเพนลิตมีค่าค่อนข้างคงที่ ซึ่งอธิบายได้ว่าเนื่องจากแต่ละการทดลองทำการทดลองต่อกันและมีการแปรค่าอัตราความเร็วของมวลของแข็งทำให้ระบบมีการปรับตัวให้เข้าสู่สมดุล ดังนั้นจึงถือว่าระบบจะเข้าสู่สถานะคงตัวหลังจากที่ชม. 36 แล้ว ผลการทดลองที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อไปจึงใช้ข้อมูลเฉลี่ยเมื่อระบบเข้าสู่สถานะคงตัวแล้ว

ตารางที่ 5.21 มวลของแข็งทั้งหมดและเพนลิตที่เวลาต่างๆ

อัตราเวียนมวล	ที่ชม.	TS, กก.	เพนลิต, กก.
0	12	87.26	23.25
	24	90.81	22.88
	36	84.68	26.04
	48	80.62	25.54
	60	80.17	26.04
	72	80.30	22.75
	เฉลี่ยที่ชม. 36-72	81.44	25.09
0.1	12	62.76	4.88
	24	66.07	5.27
	36	61.22	4.79
	48	64.68	5.83
	60	58.70	3.96
	72	65.29	4.98
	เฉลี่ยที่ชม. 36-72	62.47	4.89
0.2	12	60.02	4.79
	24	58.76	4.74
	36	52.19	3.77
	48	48.06	3.35
	60	43.83	3.34
	72	42.28	3.17
	เฉลี่ยที่ชม. 36-72	46.62	3.41



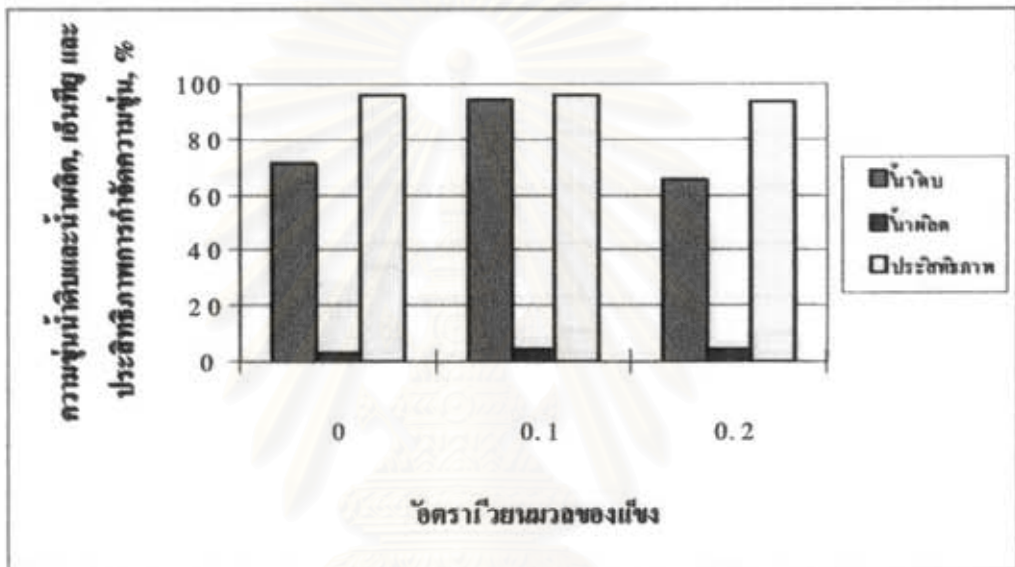
รูปที่ 5.21 มวลของแข็งทั้งหมดและเฟลลิตที่เวลาต่างๆ

5.2.3 อิทธิพลของการเวียนมวของแข็งต่อความชุ่มน้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่ม

จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 5.22 และรูปที่ 5.22 ซึ่งพบว่าแม้ความชุ่มน้ำดิบจะมีค่าต่างกันทำให้เปรียบเทียบความชุ่มน้ำผลิตกันได้ไม่ชัดเจนนัก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อดูค่าประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มพบว่าเมื่อมีการเวียนมวของแข็งมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มลดลง ซึ่งต่างไปจากการทดลองในระบบนำร่องที่ผ่านมา (กานตพันธ์, 2540; Panswad, 1998) แต่สอดคล้องกับการทดลองของพลภัทร, 2540 อธิบายได้ว่าเมื่อมีการเวียนมวของแข็งจะทำให้ความเร็วไหลขึ้นในวงชั้นมวของแข็งสูงขึ้น อีกทั้งเครื่องสูบน้ำที่ใช้เวียนมวของแข็งเป็นเครื่องสูบน้ำที่มีความดันสูง (เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง) ทำให้ฟล็อกและเฟลลิตแตกออกเนื่องจากแรงเฉือนภายในฟล็อกและเฟลลิต แทนที่จะเพิ่มโอกาสในการสัมผัสกันของอนุภาคที่ถูกทำลายเสถียรภาพแล้วกับฟล็อกและเฟลลิตที่เวียนกลับมาอีกเป็นภาระให้กับระบบเนื่องจากฟล็อกและเฟลลิตที่เวียนกลับมาแตกและกลายเป็นอนุภาคที่มีเสถียรภาพอีกครั้ง (restabilized particle)

ตารางที่ 5.22 ความชุ่มน้ำดิบ น้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มเฉลี่ยที่ชม. 38-72

อัตราเวียนมวลของแข็ง	ความชุ่ม, เอ็นทียู		ประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่ม, %
	น้ำดิบ	น้ำผลิต	
0	71.5	3.1	95.66
0.1	93.9	4.3	95.42
0.2	65.6	4.1	93.75



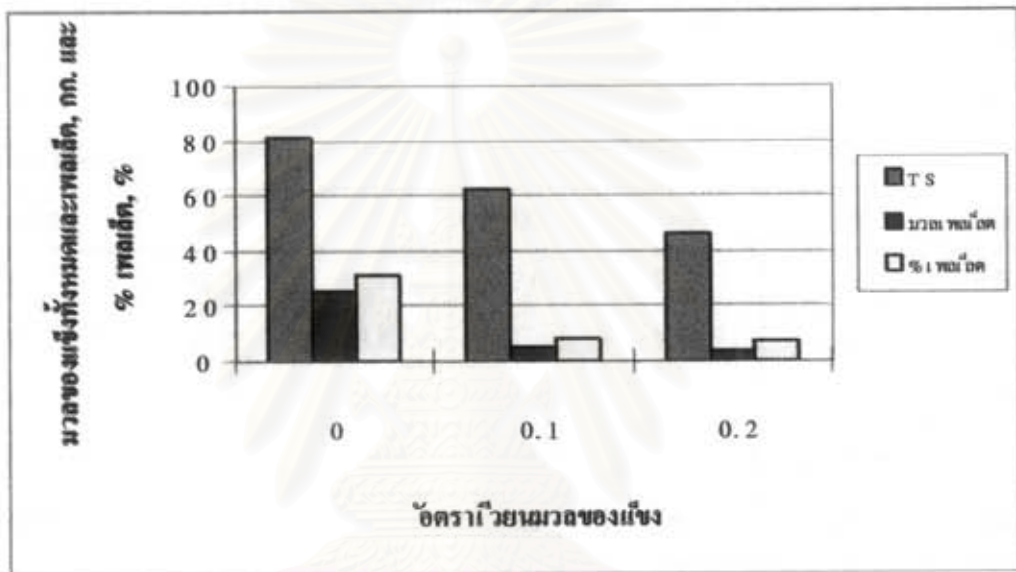
รูปที่ 5.22 ความชุ่มน้ำดิบ น้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มเฉลี่ยที่ชม. 38-72

5.2.4 อิทธิพลของอัตราเวียนมวลของแข็งต่อมวลของแข็งทั้งหมดและเพดเล็ดเฉลี่ยที่ชม. 38-72

จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 5.23 และรูปที่ 5.23 ซึ่งพบว่าเมื่อมีการเวียนมวลของแข็งเพิ่มขึ้นจะทำให้มวลของแข็งทั้งหมดและเพดเล็ดลดลง อธิบายได้ว่าเมื่อเวียนมวลของแข็งเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเร็วไหลขึ้นภายในชั้นมวลของแข็งสูงขึ้น อีกทั้งเครื่องสูบน้ำที่ใช้เวียนมวลของแข็งยังทำลายแรงยึดเหนี่ยวภายในฟล็อกและเพดเล็ดทำให้ฟล็อกและเพดเล็ดแตกออกความหนาแน่นของมวลของแข็งภายในดังลดลง มวลของแข็งและเพดเล็ดจึงถูกระบายออกไปมากขึ้นมวลของแข็งทั้งหมดภายในถังจึงลดลงอย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะมวลเพดเล็ดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองที่มีการเวียนและไม่เวียนมวลของแข็ง

ตารางที่ 5.23 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลดัดเฉลี่ยที่ชม. 38-72

อัตราเวียนมวลของแข็ง	มวลของแข็งทั้งหมด, กก.	มวลเพลดัด, กก.	เปอร์เซ็นต์เพลดัด, %
0	81.44	25.09	30.81
0.1	62.47	4.89	7.83
0.2	46.62	3.41	7.31



รูปที่ 5.23 มวลของแข็งทั้งหมดและเพลดัดเฉลี่ยที่ชม. 38-72

5.2.5 อิทธิพลของอัตราเวียนมวลของแข็งต่อขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลของเพลดัด

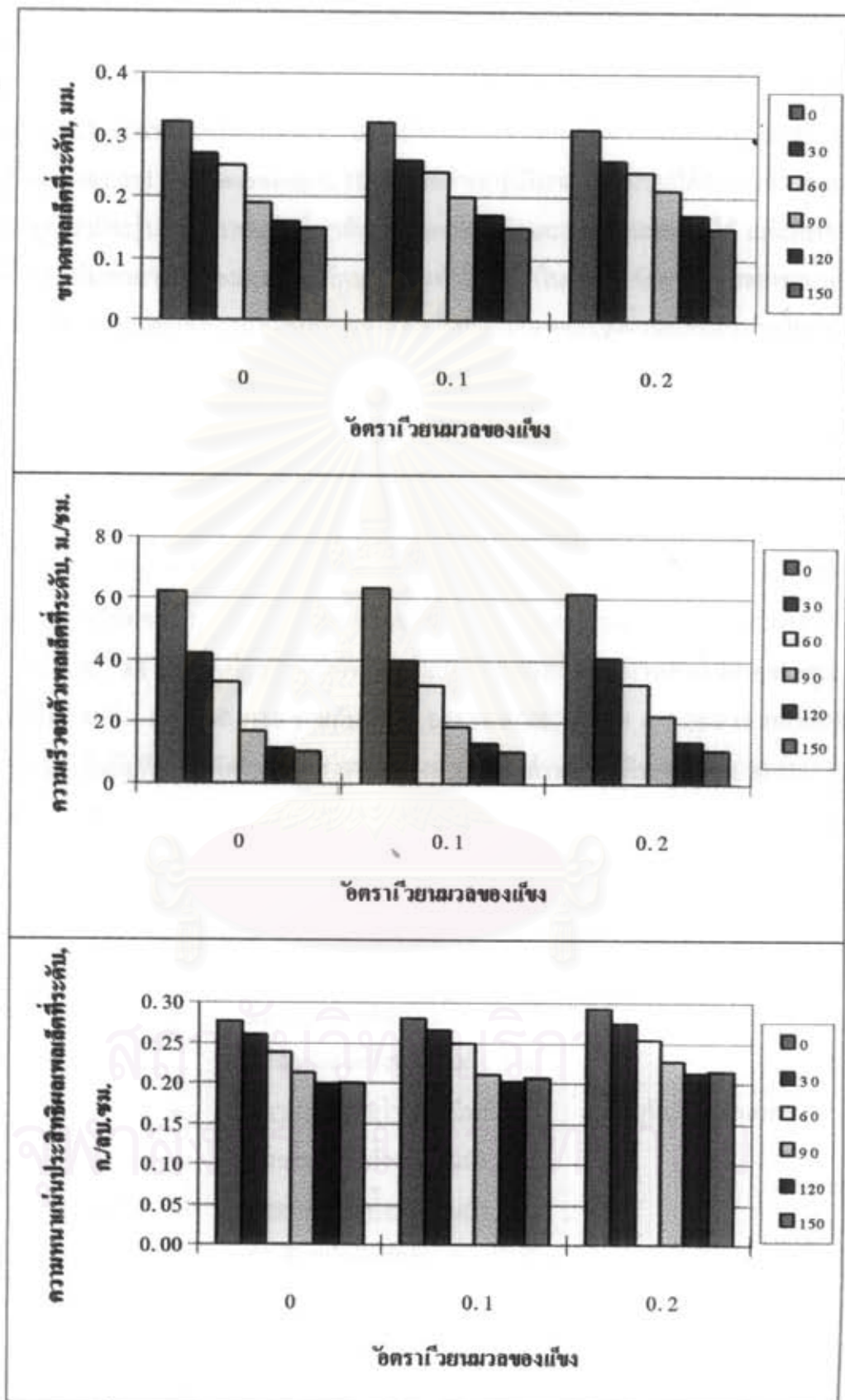
จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 5.24 และรูปที่ 5.24 ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราเวียนมวลของแข็งจะทำให้เพลดัดมีขนาดเล็กลงเล็กน้อยในช่วงระดับ 0 ถึง 60 ซม. และใหญ่ขึ้นเล็กน้อยในช่วงระดับ 90 ถึง 150 ซม. จากกันดัง อธิบายได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราเวียนมวลของแข็งทำให้ความเร็วไหลขึ้นในช่วงชั้นมวลของแข็งสูงขึ้น ความดันป่วนภายในถังมีมากขึ้นทำให้เพลดัดขนาดใหญ่ลอยตัวขึ้นและแตกออก ส่วนเพลดัดขนาดเล็กจะลอยตัวขึ้นและถูกเวียนกลับผ่านเครื่องสูบน้ำทำให้เพลดัดแตก เพลดัดจึงมีขนาดใกล้เคียงกันมากขึ้น สำหรับความหนาแน่นประสิทธิผลพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราเวียนจะทำให้เพลดัดมีความหนาแน่นประสิทธิผลสูงขึ้นเนื่องจากภายในถังมีความดันป่วนมากขึ้นเพลดัดมีการกลิ้งและชนกันมากขึ้น แรงเฉือนภายในฟล็อกหรือเพลดัดมากขึ้นฟล็อกหรือเพลดัดจึงมี

ความหนาแน่นประสิทธิผลสูงขึ้น ส่วนความเร็วจมตัวจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นกับขนาดและความหนาแน่นประสิทธิผลของเพลลิต

ตารางที่ 5.24 ขนาด ความเร็วจมตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลเพลลิต

อัตราเวียนมวล ของแข็ง	ขนาดเพลลิตที่ระดับ, มม.					
	0	30	60	90	120	150
0	0.32	0.27	0.25	0.19	0.16	0.16
0.1	0.32	0.26	0.24	0.20	0.17	0.16
0.2	0.31	0.26	0.24	0.21	0.17	0.16
อัตราเวียนมวล ของแข็ง	ความเร็วจมตัวเพลลิตที่ระดับ, ม./ชม.					
	0	30	60	90	120	150
0	62.31	41.78	32.65	16.87	11.17	9.97
0.1	63.21	39.49	31.49	18.62	12.87	10.22
0.2	61.86	40.68	32.25	21.97	13.57	10.66
อัตราเวียนมวล ของแข็ง	ความหนาแน่นประสิทธิผลเพลลิตที่ระดับ, ก./ลบ.ซม.					
	0	30	60	90	120	150
0	0.276	0.260	0.237	0.212	0.198	0.201
0.1	0.280	0.265	0.248	0.210	0.202	0.206
0.2	0.292	0.273	0.254	0.226	0.213	0.215

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.24 ขนาด ความเร็วจุ่มตัว และความหนาแน่นประสิทธิผลท่อน้ำเลี้ยง

5.3 อัตราการประมวลผลของแข็ง และเวลากักของแข็ง

จากการทดลองสามารถนำผลการทดลองไปใช้งานได้มากขึ้น โดยการใช้ค่าอุณหภูมิต่อความชุ่ม (ALT) ค่าโพสิเมอร์ต่อความชุ่ม (PT) อัตราการประมวลผลเม็ด (PMLR) และเวลากักเม็ด (PRT) (T. Panswad and K. Areesawangkit, 1999) โดยถ้าเรารู้ปริมาณความชุ่มที่ต้องการกำจัด (กก./วัน หรือ เอ็นทียู) เราก็จะรู้ปริมาณเม็ดที่เราต้องสร้างภายในถังและเวลากักเม็ดได้ แต่เนื่องจากการทดลองนี้ระบบไม่สามารถสร้างเม็ดได้หมดทั้งถังทำให้กลไกในการกำจัดความชุ่มของระบบขึ้นอยู่กับปริมาณฟล็อกและเม็ดภายในถังสร้างเม็ด ซึ่งก็คือมวลของแข็งทั้งหมดที่อยู่ภายในถัง ดังนั้นในการทดลองนี้จึงกล่าวถึงอัตราการประมวลผลของแข็ง (SMLR) และเวลากักของแข็ง (SRT) แทน PMLR และ PRT ตามลำดับ แต่ทั้งนี้ในการนำค่า SMLR และ SRT ไปใช้งานจำเป็นต้องมีการศึกษามากขึ้นเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริงมากยิ่งขึ้น

จากผลการทดลองตารางที่ 5.26 พบว่าระบบสามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพสูง (ต่ำกว่า 5 เอ็นทียู) ได้โดยการให้ค่า ALT = 0.0157-0.0286 ร่วมกับ PT = 0.0058-0.0143 SMLR = 0.19-0.43 กก. SS/วัน/กก. หรือ 0.70-1.48 เอ็นทียูที่ถูกกำจัด/กก. และ SRT = 2.33-5.21 วันสำหรับน้ำดิบความชุ่ม 45-65 เอ็นทียู หรือให้ ALT = 0.0090-0.0119 ร่วมกับ PT = 0.0048-0.0066 SMLR = 0.28-0.48 กก. SS/วัน/กก. หรือ 0.85-1.66 เอ็นทียูที่ถูกกำจัด/กก. และ SRT = 2.08-3.63 วันสำหรับน้ำดิบความชุ่ม 95-110 เอ็นทียู

หมายเหตุ	ALT	=	<u>ปริมาณสารส้มที่ใช้</u> , มก. A/ล. , มก. A/มก. SS
			<u>ความชุ่มน้ำดิบ</u> , มก. SS/ล.
	PT	=	<u>ปริมาณโพสิเมอร์ที่ใช้</u> , มก./ล. , มก.โพสิเมอร์/มก. SS
			<u>ความชุ่มน้ำดิบ</u> , มก. SS/ล.
	SMLR	=	<u>SS ที่ถูกกำจัดต่อวัน</u> , กก. SS/วัน , กก. SS/วัน/กก.
			<u>มวลของแข็งทั้งหมดในถัง</u> , กก.
หรือ		=	<u>ความชุ่มที่ถูกกำจัด</u> , เอ็นทียู , เอ็นทียูที่ถูกกำจัด/กก.
			<u>มวลของแข็งทั้งหมดในถัง</u> , กก.
	SRT	=	<u>มวลของแข็งทั้งหมดในถัง</u> , กก. , วัน
			<u>SS ที่ถูกกำจัดต่อวัน</u> , กก. SS/วัน

ตารางที่ 5.25 อัตราการรวมมวลของแข็ง และเวลาพักของแข็ง

ความเร็วรอบกวน รอบ/นาที	สารส้ม, มก./ล.	โพแทสเซียม, มก./ล.	มวลของแข็งทั้งหมด, กก.	ความเข้มข้นน้ำดิบ,		ความเข้มข้นน้ำผลิต มก./ล.	อัตราการรวมมวลของแข็ง,		เวลาพักของแข็ง, วัน
				เฉลี่ย	มก./ล.		กก. SS/มก.	เฉลี่ย/มก.	
2	0.8	0.3	56.77	126.9	110	9	0.64	2.04	1.56
		0.4		133.2	111	8	0.49	1.63	2.04
		0.5		111.15	89	4	0.28	0.85	3.63
3	0.8	0.3	38.65	61.8	50	4	0.43	1.48	2.33
		0.4		62.1	51	5	0.28	0.97	3.60
		0.5		109.6	95	5	0.51	1.63	1.96
2	1.0	0.3	43.06	94.2	78	7	0.59	2.02	1.68
		0.4		84.8	70	5	0.37	1.26	2.70
		0.5		119.3	98	6	0.46	1.57	2.18
3	1.0	0.3	40.21	100.6	85	6	0.71	2.33	1.41
		0.4		97.3	84	5	0.48	1.56	2.08
		0.5		109.2	90	4	0.47	1.60	2.11
4	1.0	0.3	40.77	61.0	52	4	0.42	1.39	2.36
		0.4		51.5	44	3	0.28	0.92	3.54
		0.5		46.4	35	2	0.19	0.70	5.21
5	1.0	0.3	38.81	63.1	55	5	0.46	1.46	2.16
		0.4		61.1	50	5	0.36	1.22	2.80
		0.5		62.1	52	4	0.31	1.04	3.23

จากผลการเปรียบเทียบตารางที่ 5.26 พบว่าค่า SMLR ของการศึกษาคั้งนี้มีค่าต่ำกว่า PMLR ของการศึกษาที่ผ่านมา (T. Panswad and K. Areesawangkit, 1999) อธิบายได้ว่าการศึกษาคั้งนี้ระบบสามารถสร้างเพลลิตได้เพียงบางส่วน ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสของฟล็อก และเพลลิตกับอนุภาคความชื้นน้อยกว่า (เนื่องจากฟล็อกมีขนาดใหญ่กว่าเพลลิต) ดังนั้นการกำจัดความชื้นต่อมวลของแข็งหรือ SMLR ของการศึกษานี้จึงต่ำกว่าค่า PMLR ของการศึกษาที่ผ่านมา

สำหรับค่า SRT ของการศึกษาคั้งนี้พบว่ามีความต่ำกว่าของการศึกษาที่ผ่านมา อธิบายได้ว่าการศึกษาคั้งนี้ทำการทดลองต่อเนื่องโดยไม่มีการเริ่มต้นระบบใหม่ต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งมีการเริ่มต้นระบบใหม่ทุกการทดลอง อีกทั้งการศึกษาคั้งนี้ไม่สามารถสร้างเพลลิตได้หมดทั้งถัง ทำให้ภายในถังมีความชื้นต่อปริมาตรต่ำกว่าของการศึกษาที่ผ่านมา ดังนั้นค่า SRT ของการศึกษาคั้งนี้จึงต่ำกว่าค่า PRT ของการศึกษาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5.26 เปรียบเทียบค่า SMLR และ SRT จากการศึกษาคั้งนี้กับค่า PMLR และ PRT จากการศึกษาที่ผ่านมา (T. Panswad and K. Areesawangkit, 1999)

การศึกษาคั้งนี้			การศึกษาที่ผ่านมา (T. Panswad and K. Areesawangkit, 1999)		
SMLR, วัน ⁻¹	SRT, วัน	มวลของแข็งต่อปริมาตร, กก./ลบ.ม.	PMLR, วัน ⁻¹	PRT, วัน	มวลเพลลิตต่อปริมาตร, กก./ลบ.ม.
กรณีความชื้นน้ำดิบ 45-65 เอ็นทียู			กรณีความชื้นน้ำดิบ 30-60 เอ็นทียู		
0.19-0.43	2.33-6.21	17.1-27.4	0.40-0.76	4.4-11.9	73.8-90.3
กรณีความชื้นน้ำดิบ 95-110 เอ็นทียู			กรณีความชื้นน้ำดิบ 100-105 เอ็นทียู		
0.28-0.48	2.08-3.63	26.3-49.2	0.40-0.46	3-3.74	34.6-35.6