บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในงานกำจัดสีของน้ำเสียภายในประเทศยังไม่ได้มีการตกลงกันไว้อย่างเด่นชัดว่าต้องกำจัดสีในน้ำเสียให้ลดลงเหลือความเข้มข้นเท่าใดจึงจะยอมให้ปล่อยลงสู่ลำรางสาธารณะได้ เพียงแต่กล่าวไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม[3] อย่างคลุมเครือว่าจะต้องลดค่าของสีลงจนไม่เป็นที่พึงรังเกียจซึ่งยากแก่การประเมิน ในการทดลองนี้ได้กำหนดให้ใช้ค่าของสีเท่ากับ 300 เอดีเอ็มไอเป็นมาตรฐาน กล่าวคือ ถ้าค่าของสีในน้ำทิ้งน้อยกว่า 300 เอดีเอ็มไอให้ถือว่าน้ำนั้นไม่เป็นที่พึงรังเกียจ ทั้งนี้โดยอาศัยคำแนะนำจาก U.S. Environmental Protection agency[22] ซึ่งเป็นองค์กรที่เสนอให้กำหนดค่านี้ขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการทดลองกำจัดสีโดยสารเคมีจึงได้พิจารณาค่าของสีภายหลังการกำจัดให้มีค่าอย่างมากไม่เกิน 300 เอดีเอ็มไอเป็นสำคัญ อนึ่ง ได้พบว่าน้ำเสียบางประเภทสามารถจะกระทำได้โดยง่ายและใช้สารเคมีปริมาณไม่มากนัก ในขณะที่สำหรับน้ำเสียอีกบางประเภทไม่สามารถกระทำได้โดยง่าย เช่นเดิมแม้จะเพิ่มปริมาณสารเคมีจำนวนมากก็ตาม แต่ก็พบอีกว่ามีแนวโน้มว่าถ้าเพิ่มสารเคมีเข้าไปอีกมาก ๆ ก็อาจจะกำจัดสีให้มีค่าต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอได้แต่ต้องใช้ปริมาณสารเคมีสูงมาก อันจะทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจนไม่สามารถนำไปประยุกต์กับงานในสนามได้ จึงได้กำหนดขอบเขตของการทดลองโดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีที่จะนำไปใช้งานเป็นสำคัญ ทั้งนี้ได้กำหนดให้ทดลองใช้สารส้มและปูนขาวอย่างละไม่เกิน 1000 มก./ลบ.ดม. ส่วน MCHB ให้ใช้ไม่มากกว่า 100 มก./ลบ.ดม. Mg^{2+} นอกเสียจากข้อยกเว้นในบางกรณี

การทดลองได้นำสีย้อมมาทดลองกำจัดด้วยกันหลายประเภท ในแต่ละประเภทได้แยกย่อยออกเป็นโทนสีต่าง ๆ และในแต่ละโทนสียังแบ่งออกเป็นชนิดที่มีสารช่วยย้อมและไม่มีสารช่วยย้อมซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความสับสนในการสื่อความหมายถึงตัวอย่างน้ำเสียแต่ละชนิด ดังนั้น จึงได้กำหนดรหัสขึ้นมาใช้โดยที่สีย้อมไดเรกท์จะใช้ตัวย่อว่า "D", แวต-V, รีแอคตีฟ-R, ซัลเฟอร์-S, อะโซอิค-A และเมทัลลิค-M ส่วนโทนสีแดงใช้ตัวย่อว่า "R", เหลือง-Y, น้ำเงิน-B, เขียว-G และน้ำตาล-BR ตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อมจะใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ ในขณะที่ตัวอย่างน้ำที่

ไม่มีสารช่วยย้อมจะใช้ตัวพิมพ์เล็ก อักษรตัวหน้าแสดงถึงประเภทของสีย้อมและตัวอักษรที่ตามมาจะแสดงถึงโทนสี ยกตัวอย่างเช่น

DR-4 คือตัวอย่างน้ำสังเคราะห์จากสีย้อมไดเรกท์ชนิดที่มีสารช่วยย้อมมีโทนสีเป็นสีแดงและถูกจัดไว้เป็นหมายเลข 4 ของตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ด้วยกัน 28 ชนิด หมายเลขของแต่ละตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

dr-1 คือตัวอย่างน้ำสังเคราะห์จากสีย้อมไดเรกท์ชนิดที่ไม่มีสารช่วยย้อมมีโทนสีเป็นสีแดงและถูกจัดไว้เป็นตัวอย่างน้ำหมายเลข 1

4.1 การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมไดเรกท์

4.1.1 ลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมไดเรกท์มักมีค่าสีสูง และสีของน้ำเสียค่อนข้างสดใส ปกติมีสารช่วยย้อมเจือปนอยู่ในปริมาณมากซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่สารเคมีประเภทเกลือโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ทำให้พีเอชและความเป็นด่างของน้ำเสียมีค่าสูง

ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนของน้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ตัวอย่างน้ำ DR-4, DY-5 และ DB-6 (ดูตารางที่ 4.1) มีค่าของสี ≃ 3500-5500 เอดีเอ็มไอ พีเอช ≃ 10.5-10.6 และค่าความเป็นด่าง ≃ 1800-1900 มก./ลบ.ดม. $CaCO_3$

สำหรับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (dr-1, dy-2 และ db-3) จะเห็นว่ามีค่าพีเอชและความเป็นด่างต่ำกว่ามาก ส่วนค่าของสีของตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อมนี้มีค่าต่ำกว่าชนิดมีสารช่วยย้อมอยู่เล็กน้อย แสดงว่าสารช่วยย้อมที่ใส่เข้าไปในขบวนการย้อมมีผลทำให้เพิ่มค่าของสีขึ้นด้วย

ตัวอย่างน้ำเสีย DR-4, DY-5 และ DB-6 เป็นตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีแดง เหลืองและน้ำเงินตามลำดับ ค่าของสีในแต่ละตัวอย่างเกิดขึ้นจากปริมาณของสีย้อมที่เท่ากัน แต่ตัวอย่างน้ำเสียที่มีโทนสีแดง (DR-4) มีค่าของสีสูงกว่าตัวอย่างน้ำเสียที่มีโทนสีเหลืองและ

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างน้ำหมายเลข	ชนิดของสีย้อมที่ใช้ (Commercial name)	ไทนสี	ประเภทน้ำเสีย	ค่าของสี (เอดีเอ็มไอ)	พีเอช	ความเป็นด่าง (มก./ลบ.ดม. $CaCO_3$)
ก. น้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมไดเรกท์:						
1	Kayarus Light Scarlet F2G	แดง	ไม่มีสารช่วยย้อม	5080	7.8	85
2	Kayarus Yellow GLS	เหลือง	ไม่มีสารช่วยย้อม	3050	7.4	75
3	Kayarus Blue FF.RL	น้ำเงิน	ไม่มีสารช่วยย้อม	3040	7.5	75
4	Kayarus Light Scarlet F2G	แดง	มีสารช่วยย้อม	5430	10.5	1900
5	Kayarus Yellow GLS	เหลือง	มีสารช่วยย้อม	3470	10.6	1850
6	Kayarus Blue FF.RL	น้ำเงิน	มีสารช่วยย้อม	3930	10.6	1775
ข. น้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมแวต:						
7	Indanthrene Red FBB	แดง	ไม่มีสารช่วยย้อม	1170	7.3	75
8	Indanthrene Yellow 5GF	เหลือง	ไม่มีสารช่วยย้อม	955	7.4	70
9	Indanthrene Blue RS	น้ำเงิน	ไม่มีสารช่วยย้อม	1620	7.5	85
10	Indanthrene Red FBB	แดง	มีสารช่วยย้อม	875	8.4	135
11	Indanthrene Yellow 5GF	เหลือง	มีสารช่วยย้อม	860	9.3	175
12	Indanthrene Blue RS	น้ำเงิน	มีสารช่วยย้อม	1300	9.6	185
ค. น้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมรีแอคทีฟ:						
13	Remazol Red F3B	แดง	ไม่มีสารช่วยย้อม	4790	7.5	75
14	Remazol Yellow R	เหลือง	ไม่มีสารช่วยย้อม	4950	7.9	75
15	Remazol Brill Blue	น้ำเงิน	ไม่มีสารช่วยย้อม	2900	7.7	125

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ลักษณะสมบัติของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างน้ำหมายเลข	ชนิดของสีย้อมที่ใช้ (Commercial name)	โทนสี	ประเภทน้ำเสีย	ค่าของสี (เอดีเอ็มไอ)	พีเอช	ความเป็นด่าง (มก./ลบ.ดม. $CaCO_3$)
ค. น้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมรีแอคตีฟ (ต่อ)						
16	Remazol Red F3B	แดง	มีสารช่วยย้อม	5150	10.7	1500
17	Remazol Yellow R	เหลือง	มีสารช่วยย้อม	5160	10.7	1570
18	Remazol Brill Blue	น้ำเงิน	มีสารช่วยย้อม	2950	10.6	1575
ง. น้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมซัลเฟอร์:						
19	Sodyesul Blue 2GBCF	น้ำเงิน	ไม่มีสารช่วยย้อม	2860	9.3	140
20	Sodyesul Brown FCF	น้ำตาล	ไม่มีสารช่วยย้อม	3650	9.6	145
21	Sodyesul Green NYFC	เขียว	ไม่มีสารช่วยย้อม	3516	8.5	150
22	Sodyesul Blue 2G BCF	น้ำเงิน	มีสารช่วยย้อม	3995	10.6	385
23	Sodyesul Brown FCF	น้ำตาล	มีสารช่วยย้อม	4160	10.7	515
24	Sodyesul Green NYFC	เขียว	มีสารช่วยย้อม	3350	10.5	440
จ. น้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมอะโซอิค:						
25	Fast Red B Salt	แดง	มีสารช่วยย้อม	2166	7.7	105
26	Fast Bordeaux GP Salt	ส้ม	มีสารช่วยย้อม	1326	7.1	70
ฉ. น้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมเมททัลลิค:						
27	Phthalogen Brill Blue IF3GM	น้ำเงิน	ไม่มีสารช่วยย้อม	935	8.7	250
28	Phthalogen Brill Blue IF3GM	น้ำเงิน	มีสารช่วยย้อม	918	9.8	770

สีน้ำเงินมาก (ประมาณ 35 %) แสดงว่าสีแดงของสีย้อมไดเรกท์มีผลกระทบต่อความรู้สึกในการเห็นสีสูงกว่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน

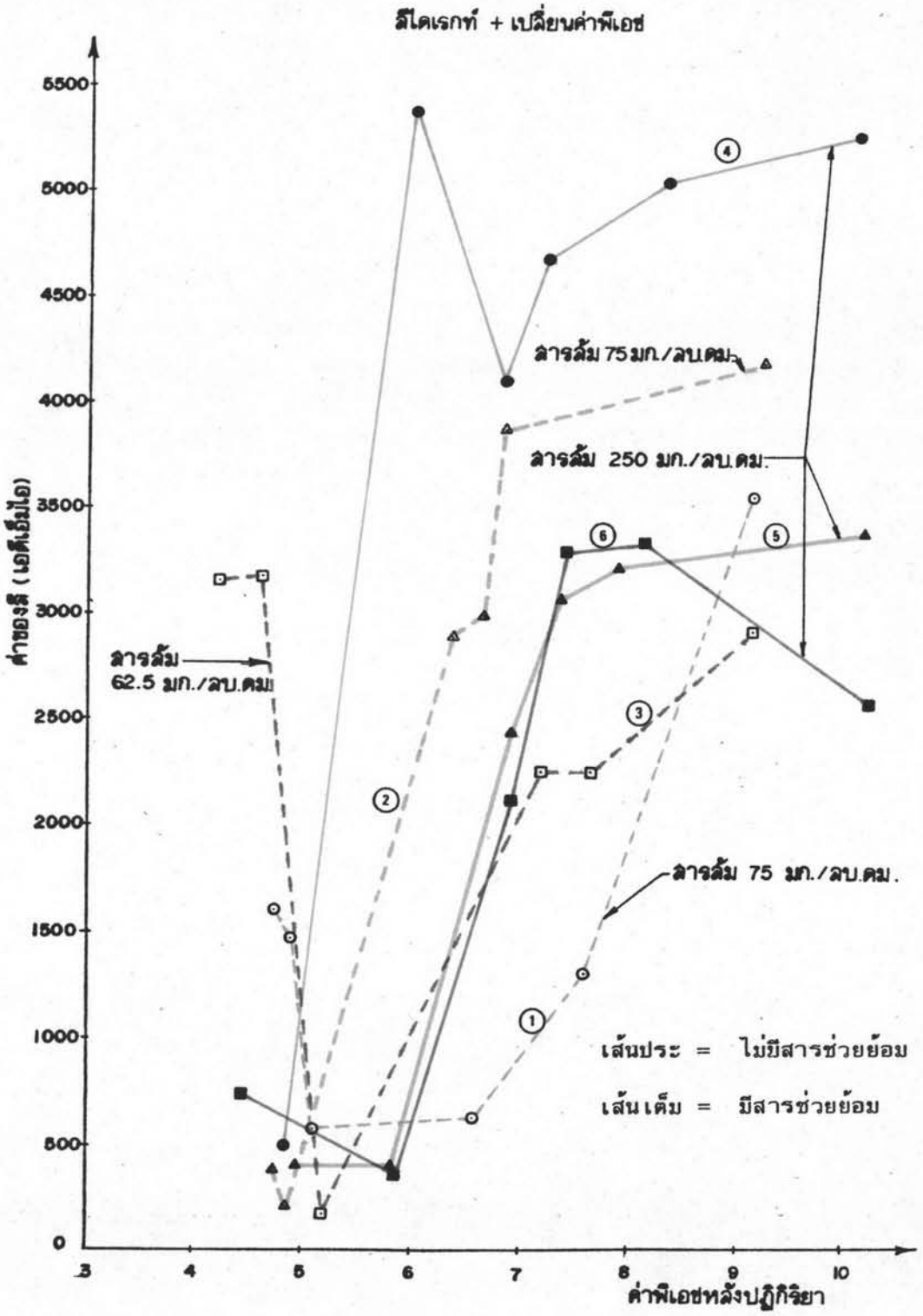
4.1.2 <u>การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม</u>

ผลการทดลองการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดมาจากการย้อมด้วยสีย้อมไดเรกท์โดยใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 และ 4.2 เส้นประแสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (dr-1, dy-2 และ db-3) ส่วนเส้นเต็มแสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (DR-4, DY-5 และ DB-6) ทั้งนี้ได้ใช้เส้นสีแดง เหลืองและน้ำเงินเพื่อแสดงโทนสีของน้ำเสียนั้น ๆ

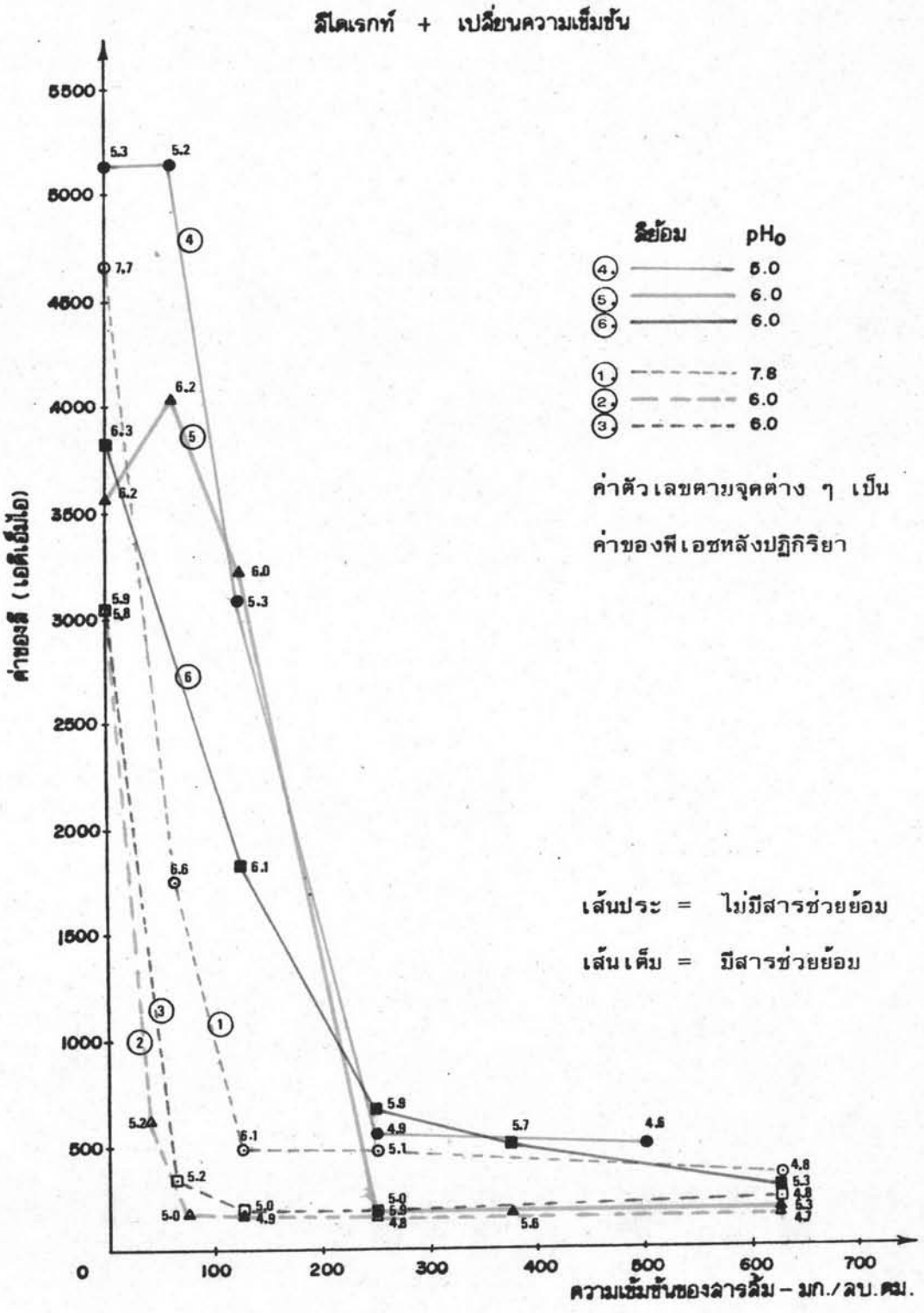
รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการกำจัดสีของน้ำเสียสังเคราะห์หมายเลข 1 ถึง 6 เปรียบเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา (วัดพีเอชหลังจากการจมตัวของฟล็อค) เพื่อที่จะหาค่าพีเอชที่เหมาะสมของตัวอย่างน้ำที่สามารถให้ผลในการกำจัดสีที่ดีที่สุดและเพื่อที่จะได้นำค่าพีเอชนี้ไปทดลองหาค่าปริมาณสารส้มที่เหมาะสมต่อไป ส่วนปริมาณสารส้มที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 นี้เป็นปริมาณสารส้มที่น้อยที่สุดที่จะก่อให้เกิดฟล็อคซึ่งหาได้โดยปรับค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำไว้ที่ค่าพีเอชเริ่มต้น 6.0 แล้วจึงเติมสารส้มลงไปทีละน้อย สังเกตว่าที่ปริมาณใดสารส้มที่เติมลงไปจะให้ฟล็อคที่พอสังเกตได้ด้วยตา (ดูขั้นตอนการทดลองในหัวข้อ 3.5.1) ปริมาณนี้จะเป็นปริมาณที่นำมาใช้ทดลองต่อไป

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 ปริมาณสารส้มที่น้อยที่สุดที่ใช้เพื่อให้เกิดฟล็อคมีค่าสูงสำหรับตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (DR-4, DY-5 และ DB-6) คือสูงถึง 250 มก./ลบ.ดม. ในขณะที่ตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (dr-1, dy-2 และ db-3) ต้องการปริมาณสารส้มเพียง 62.5-75 มก./ลบ.ดม. ในการทำให้เกิดฟล็อค แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของสารช่วยย้อมที่มีต่อการกำจัดสีด้วยวิธีนี้

ค่าพีเอชหลังปฏิกิริยาที่เหมาะสมของตัวอย่างน้ำทั้งหมด (ตัวอย่างหมายเลข 1 ถึง 6) มีค่าต่ำอยู่ในช่วงระหว่าง 4.8-5.8 และสำหรับน้ำในแต่ละตัวอย่างมีช่วงพีเอชที่เหมาะสมค่อนข้างแคบโดยเฉพาะตัวอย่าง dy-2 และ db-3 ซึ่งการกำจัดสีจะไม่สามารถกระทำได้ถ้าค่าพีเอชสูงมากกว่า 7 ส่วนที่ค่าพีเอชต่ำกว่า 4.5 ลงมา ประสิทธิภาพการกำจัดสีเริ่มต่อ



รูปที่ 4.1 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมไดเรกท์เทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา



รูปที่ 4.2 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมไดเรกท์เทียบกับปริมาณสารส้ม

แนวโน้มในทางลบ ผลความแตกต่างในการกำจัดสีเทียบกับค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (DR-4, DY-5 และ DB-6) กับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (dr-1, dy-2 และ db-3) ไม่สามารถสรุปออกมาได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างน้ำที่เกิดจากสีย้อมชนิดเดียวกันต่างกันตรงที่มีและไม่มีสารช่วยย้อม เช่น DY-5 และ dy-2 ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีเหลือง เมื่อมีสารช่วยย้อมช่วงพีเอชที่เหมาะสมกว้างกว่าไม่มีสารช่วยย้อม ซึ่งตรงกันข้ามกับตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีแดง (DR-4 และ dr-1)

รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำหมายเลข 1 ถึง 6 เปรียบเทียบกับปริมาณสารส้ม ตัวอย่างน้ำเสียถูกปรับพีเอชโดยกรดซัลฟูริก ไปที่ค่าพีเอชเริ่มต้น (pH_o) ซึ่งแสดงค่าไว้ในรูป ค่าพีเอชเริ่มต้นนี้ได้มาจากผลการทดลองในรูปที่ 4.1 ยกตัวอย่าง เช่นตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อมสีน้ำเงิน (DB-6) มีค่าพีเอชหลังปฏิกิริยาที่เหมาะสมเท่ากับ 5.8 แต่ค่าพีเอชเริ่มต้น (pH_o) ของตัวอย่างน้ำเท่ากับ 6.0 ซึ่งเป็นค่าพีเอชของน้ำก่อนที่จะเติมสารส้มลงไปทำปฏิกิริยา นำค่าพีเอชเท่ากับ 6.0 นี้ไปปรับตัวอย่างน้ำเสียจากนั้นจึงค่อยเติมสารส้มลงไปทำปฏิกิริยาด้วยปริมาณที่แตกต่างกัน ทำเช่นนี้เหมือนกันทุกตัวอย่าง ผลที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.2

จากผลการทดลองแสดงว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์จากสีย้อมไดเรกท์โดยใช้สารส้มได้ผลดี เปอร์เซ็นต์ในการลดสีมากกว่า 90 % ตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (DR-4, DY-5 และ DB-6) ต้องการปริมาณสารส้มมากกว่า 250 มก./ลบ.ดม. ขึ้นไป ส่วนตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (dr-1, dy-2 และ db-3) ต้องการปริมาณสารส้ม 125 มก./ลบ.ดม. ขึ้นไปในการที่จะกำจัดสีให้ได้มากกว่า 90 % แสดงว่าสารช่วยย้อมที่ใช้ในการย้อมสีไดเรกท์มีผลกระทบต่อการกำจัดสีโดยใช้สารส้มอย่างเห็นได้ชัด

จากรูปที่ 4.2 ยังแสดงผลต่อไปอีกว่า ในกรณีของตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อมแม้ว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีจะอยู่ในเกณฑ์สูง แต่สีในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วยังไม่เป็นที่น่าพอใจนักโดยเฉพาะตัวอย่างน้ำสีแดงและสีน้ำเงิน (DR-4 และ DB-6) ไม่สามารถที่จะลดสีลงมาให้มีค่าต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอ แม้ว่าจะได้เพิ่มปริมาณของสารส้มจนถึง 500 มก./ลบ.ดม. แล้วก็ตาม ตัวอย่างน้ำสีเหลือง (DY-5) ดูจะเป็นตัวอย่างน้ำที่สามารถลดสีลงได้เป็นที่น่าพอใจเพียงตัวอย่างเดียว ซึ่งแสดงว่าสีของน้ำหลังผ่านการบำบัดมีผลสืบเนื่องมาจากชนิดของโทนสีที่

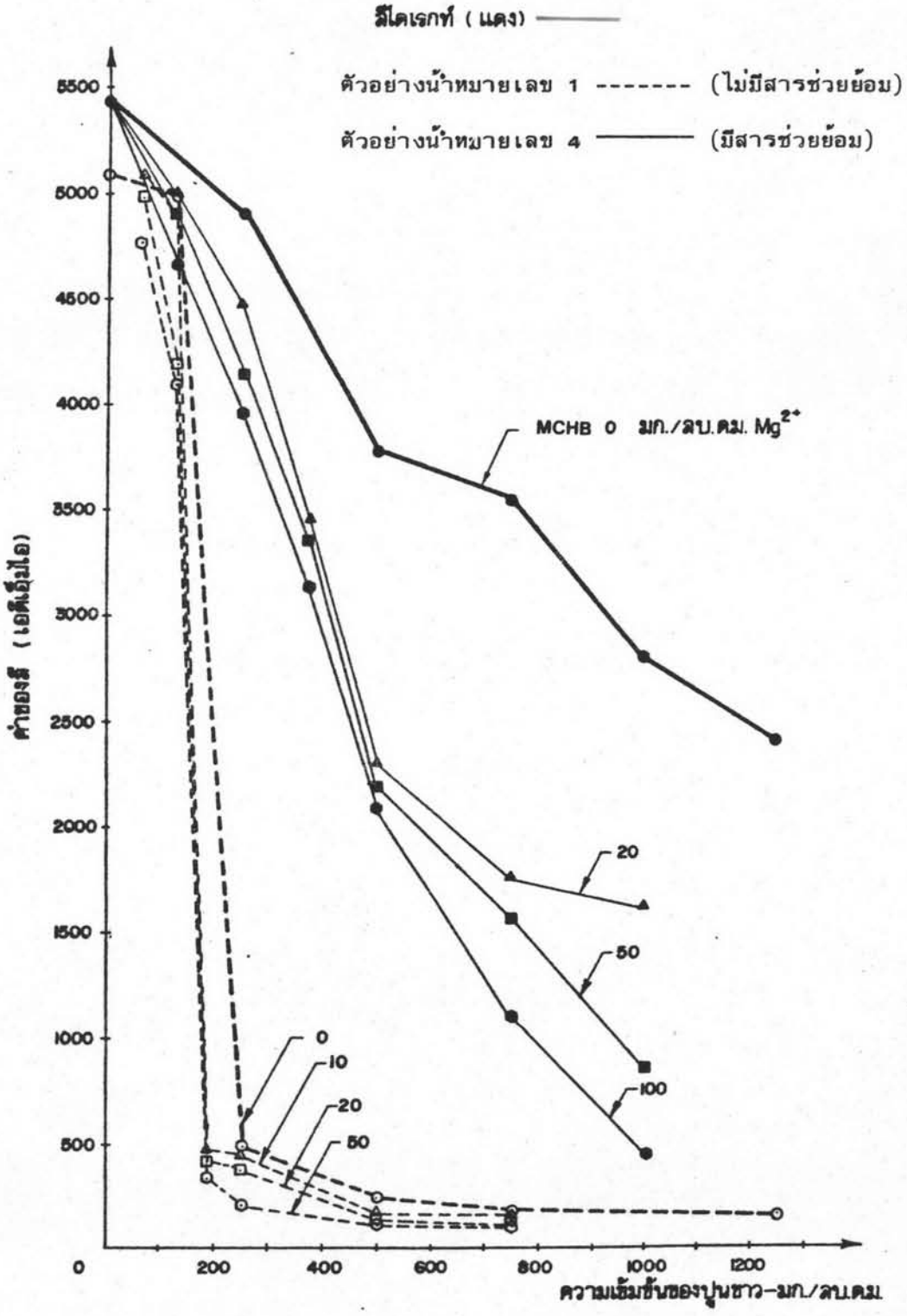
นำมาใช้ย้อมด้วย

ส่วนตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (dr-1, dy-2 และ db-3) มีค่าของสีในน้ำหลังผ่านการบำบัดต่ำกว่าตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม ตัวอย่างน้ำสีเหลืองและสีน้ำเงิน (dy-2 และ db-3) สามารถลดค่าของสีลงได้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอ ยกเว้นตัวอย่างน้ำสีแดง (dr-1) แสดงว่าสารช่วยย้อมที่ใช้ในการย้อมมีผลต่อค่าของสีในน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดคือทำให้สีของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดมีค่าสูงขึ้น

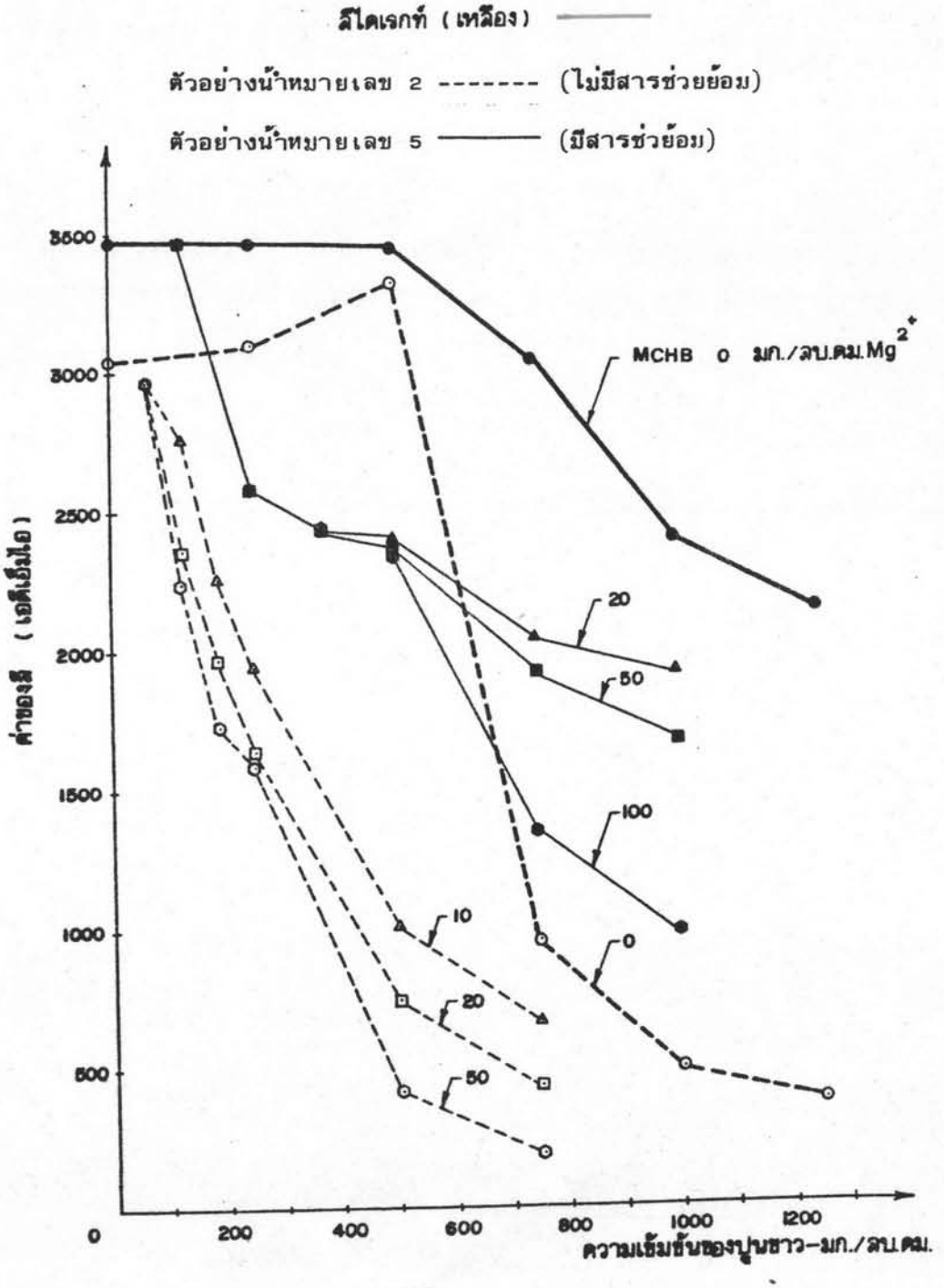
4.1.3 การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB

ผลของการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB กับน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมไดเรกท์แสดงไว้ในรูปที่ 4.3, 4.4 และ 4.5 รูปที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีของสีย้อมไดเรกท์ที่มีโทนสีแดง (dr-1 และ DR-4) เส้นเต็มแสดงถึงผลการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (DR-4) เส้นประแสดงถึงผลการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (dr-1) ค่าตัวเลขที่เขียนกำกับไว้บนเส้นกราฟเป็นค่าตัวเลขที่แสดงถึงปริมาณของ MCHB ที่ใส่เข้าไปช่วยในการตกตะกอน ค่า MCHB เท่ากับ 0 มก./ลบ.ดม. Mg^{2+} หมายความถึงไม่มีการใส่ MCHB ลงไป และการกำจัดสีเป็นไปโดยปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียว ส่วนค่าตัวเลขอื่น ๆ เช่น 20, 50, 100 หมายความถึงปริมาณ MCHB ที่ใส่เข้าไปช่วยในการตกตะกอนพร้อมกับปูนขาวซึ่งได้แสดงค่าไว้บนแกนของกราฟ สำหรับรูปที่ 4.4 และ 4.5 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีของสีย้อมไดเรกท์ที่มีโทนสีเหลือง (dy-2 และ DY-5) และสีน้ำเงิน (db-3 และ DB-6) ตามลำดับ ค่าตัวเลขบนเส้นกราฟและการเขียนกราฟใช้ความหมายอันเดียวกันกับที่ใช้แสดงในรูปที่ 4.3

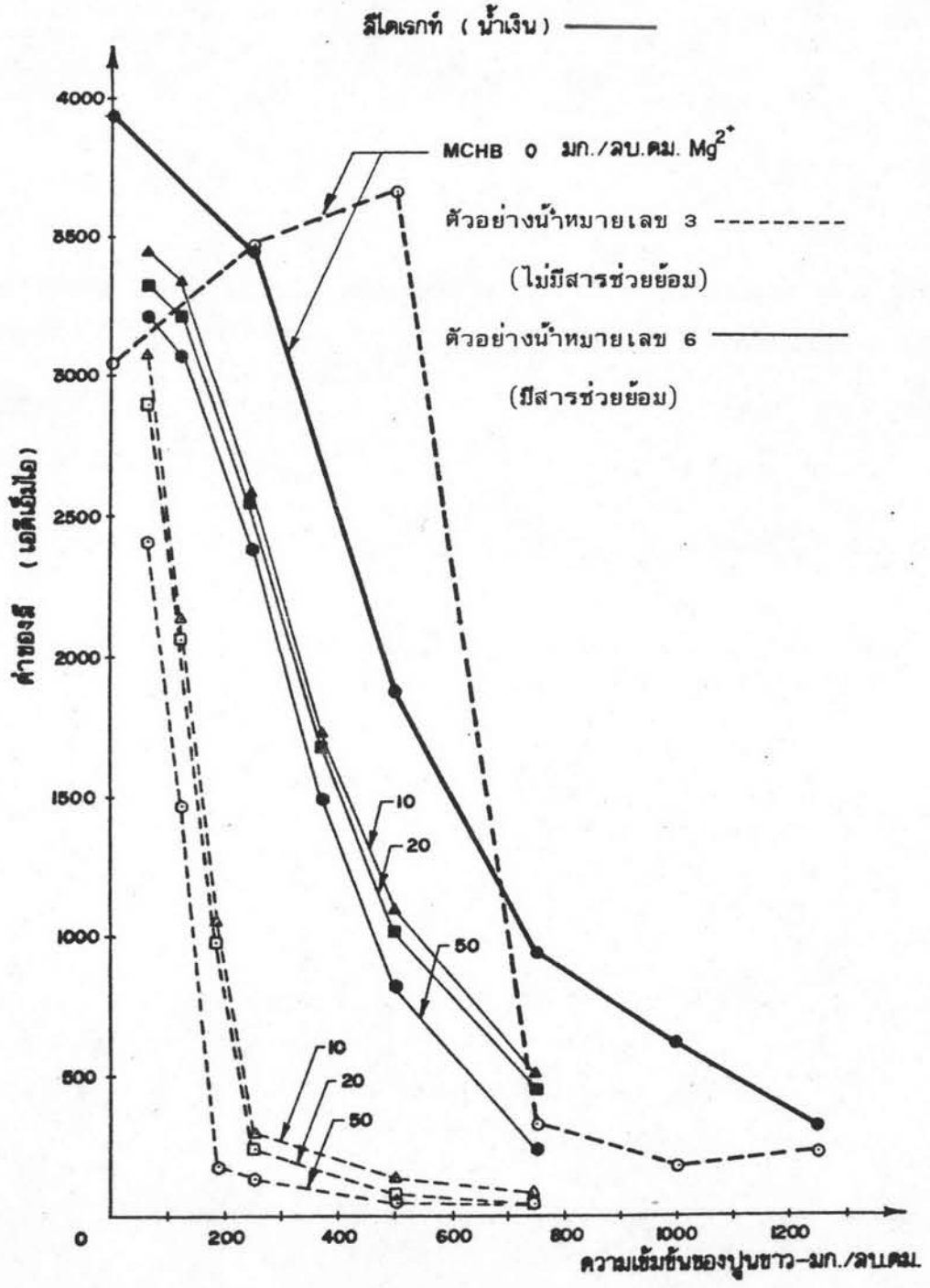
จากผลที่แสดงในรูปที่ 4.3 อธิบายได้ว่าสำหรับตัวอย่างน้ำ DR-4 การใช้ปูนขาวในการกำจัดสีแต่เพียงอย่างเดียวให้ผลได้ไม่ดีนัก จะต้องใช้ปูนขาวถึง 1000 มก./ลบ.ดม. ในการลดความเข้มของสีลง 50 % ซึ่งค่าสีที่ลดลงแล้วนี้ก็ยังมีค่าสูงถึง 2800 เอดีเอ็มไอ แต่เมื่อใส่ MCHB เข้าไปช่วย ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ MCHB เมื่อใส่ MCHB เท่ากับ 100 มก./ลบ.ดม.Mg^{2+} ที่ค่าของปูนขาวเท่ากับ 1000 มก./ลบ.ดม. จะมีประสิทธิภาพการกำจัดสีสูงถึง 92 % แต่อย่างไรก็ตามค่าของสีที่ได้ก็ยังมีค่าสูงอยู่ดี คือมีค่าถึง



รูปที่ 4.3 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมไดเรกท์ (แดง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.4 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมไดเรกท์ (เหลือง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.5 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมไดเรกท์ (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB

440 เอดีเอ็มไอซึ่งตามข้อกำหนดของงานวิจัยเป็นค่าสีที่ยังมีความน่ารังเกียจอยู่

สำหรับตัวอย่าง dr-1 การใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวก็สามารถลดสีลงได้อย่างน่าพอใจ ที่ปริมาณปูนขาวเท่ากับ 250 มก./ลบ.ดม. สามารถกำจัดสีได้สูงถึง 96 % ค่าของสีในน้ำจะมีค่าเพียง 200 เอดีเอ็มไอ และเมื่อเพิ่มปริมาณของ MCHB เข้าไปช่วยในการตกตะกอนแล้วประสิทธิภาพในการกำจัดสีก็ยิ่งสูงขึ้นตามปริมาณของ MCHB ที่ใส่เข้าไป

จากผลที่แสดงในรูปที่ 4.3 นี้สรุปได้ว่าสารช่วยย้อมมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีของสีย้อมไดเรกท์ที่มีโทนสีแดงสูง การใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวให้ผลไม่ดีนัก ส่วนการใช้ปูนขาวรวมกับ MCHB มีแนวโน้มว่าจะสามารถกำจัดสีให้ลดลงจนเป็นที่น่าพอใจก็จริง แต่จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมาก

รูปที่ 4.4 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB กับสีย้อมไดเรกท์ที่มีโทนสีเหลือง (dy-2 และ DY-5) ผลของการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อมได้ผลคล้ายคลึงกับสีย้อมไดเรกท์ที่มีโทนสีแดง (DR-4) กล่าวคือการใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถกำจัดสีได้มากนัก เมื่อเติม MCHB เข้าไปช่วยจะทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้นมากแต่ก็ไม่สามารถลดค่าของสีลงได้ต่ำจนเป็นที่น่าพอใจ (ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอ)

สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีเหลืองแต่ไม่มีสารช่วยย้อม (แสดงด้วยเส้นประ) ผลของการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวให้ผลได้ไม่ดีนักผิดกับตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีแดง (dr-1) กล่าวคือแม้ว่าจะใช้ปูนขาวมากถึง 1000 มก./ลบ.ดม. แล้วก็ตามยังไม่สามารถลดค่าสีลงมาให้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอได้ และที่ปริมาณของปูนขาวอยู่ในช่วงระหว่าง 100-500 มก./ลบ.ดม. การกำจัดสีจะไม่เกิดขึ้นเลย แต่เมื่อเติม MCHB ลงไปเพียงเล็กน้อย (10 มก./ลบ.ดม.Mg^{2+}) จะเพิ่มประสิทธิภาพได้มาก เมื่อเติม MCHB ประมาณ 50 มก./ลบ.ดม.Mg^{2+} ที่ค่าของปูนขาวเท่ากับ 800 มก./ลบ.ดม. สามารถลดค่าสีลงได้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอซึ่งจัดว่าเป็นประสิทธิภาพที่สูงมากเมื่อเทียบกับสีไดเรกท์โทนแดงที่ไม่มีสารช่วยย้อมด้วยกัน

รูปที่ 4.5 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB กับสีไดเรกท์โทนสีน้ำเงิน (db-3 และ DB-6) ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมโทนสีนี้จะมีประสิทธิภาพ

สูงกว่าโทนสีแดงและโทนสีเหลืองที่ได้กล่าวมาแล้ว การใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวก็สามารถที่จะลดค่าสีในตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (DB-6) ได้กว่า 90 % และเมื่อเติม MCHB ลงไปประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นที่ปริมาณ MCHB เท่ากับ 50 มก./ลบ.ดม.Mg^{2+} กับค่าของปูนขาวเท่ากับ 750 มก./ลบ.ดม. สามารถกำจัดสีได้ถึง 96 % ค่าของสีเท่ากับ 160 เอดีเด็มไอซึ่งเป็นค่าที่น่าพอใจ

สำหรับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (db-3) สามารถกำจัดสีลงไปได้ง่ายเช่นกันเหมือนกับ dr-1 และ dy-2 แต่มีข้อที่น่าสังเกตว่าเมื่อใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวในการกำจัดสีในช่วงปริมาณ 100-500 มก./ลบ.ดม. ปูนขาวจะไปเพิ่มค่าของสีในน้ำเสียเช่นเดียวกับ dy-2 แต่เมื่อเติม MCHB ลงไปเพียงเล็กน้อย (10 มก./ลบ.ดม.Mg^{2+}) ปรากฏการณ์นี้จะหายไป

กล่าวโดยสรุปถึงการกำจัดสีของสีย้อมไดเรกท์โดยใช้ปูนขาวและ MCHB จะไม่สามารถกำจัดสีในตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อมซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำที่เกิดขึ้นจริงในสนามลงได้จนเหลือค่าสีที่น่าพอใจ ผิดกับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อมซึ่งสามารถกระทำได้โดยใช้ปริมาณสารเคมีไม่มากนัก แสดงว่าอิทธิพลของสารช่วยย้อมมีผลต่อการกำจัดสีของสีย้อมไดเรกท์โดยใช้สารส้มและปูนขาวสูงมาก โทนสีที่สามารถกำจัดได้ง่ายที่สุดคือโทนสีน้ำเงิน ส่วนโทนสีที่กำจัดได้ยากที่สุดคือโทนสีเหลือง

จากผลที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 ถึง 4.5 กล่าวได้ว่าเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดสีเทียบกับปริมาณสารเคมี การกำจัดสีของสีย้อมไดเรกท์ควรจะมุ่งประเด็นในการพิจารณาไปที่การใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนดีกว่า เนื่องจากว่าต้องการสารเคมีในการใช้น้อยกว่าและประสิทธิภาพในการกำจัดสีมากกว่า แม้ว่าการจมตัวของตะกอนอันเกิดจากสารส้มจะจมตัวด้อยกว่าตะกอนอันเกิดจากปูนขาวและ MCHB ก็ตาม แต่ตะกอนอันเกิดจากสารส้มก็สามารถจมตัวลงได้ตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ (45 นาที) เป็นอย่างดี แต่ถ้าหากพิจารณาในประเด็นที่ต้องการลดเวลาในการตกตะกอนหรือต้องการลดปริมาตรของถังตกตะกอนหรือต้องการปรับปรุงถังตกตะกอนที่ใช้อยู่ในงานสนามที่มีขนาดเล็กเกินไปอย่างใดอย่างหนึ่งก็ตาม ปูนขาวและ MCHB จะเป็นตัวที่น่านำมาพิจารณาทดลองใช้เป็นอย่างมาก เนื่องจากการจมตัวของตะกอนดีกว่าของสารส้มมาก ผลของการจมตัวของตะกอนอันเกิดจากปูนขาวและ MCHB เทียบกับสารส้มนี้ควรจะได้มีการ

ทดลองศึกษาต่อไป

4.2 การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมแวต

4.2.1 ลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมแวตมีค่าสีไม่สูงมากเมื่อเปรียบกับน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมไดเรกท์ น้ำเสียประเภทนี้มีลักษณะของสีค่อนข้างทึบ มีสารช่วยย้อมเจือปนอยู่หลายชนิดแต่ปริมาณของสารแต่ละชนิดมีไม่มาก ส่วนใหญ่เป็นพวกเกลือโซเดียมไฮโดรซัลไฟท์ ($Na_2S_2O_4$) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (ดูสูตรสังเคราะห์น้ำเสียในหัวข้อ 3.2) และเนื่องจากว่าปริมาณสารช่วยย้อมมีน้อย ทำให้ผลของการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์แบบมีสารช่วยย้อมกับไม่มีสารช่วยย้อมมีผลใกล้เคียงกัน

ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนของน้ำเสียประเภทนี้ที่เกิดในสนาม ได้แก่ตัวอย่างน้ำ VR-10, VY-11และ VB-12 ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีแดง เหลืองและน้ำเงินตามลำดับ มีค่าของสีอยู่ในช่วง 850-1300 เอดีเอ็มไอ ค่าพีเอช ≃8.4-9.6 และค่าความเป็นด่าง ≃135-185 มก./ลบ.ดม. $CaCO_3$

ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่ไม่มีสารช่วยย้อม (vr-7, vy-8 และ vb-9) มีค่าพีเอช ≃7.3-7.5 ค่าความเป็นด่าง ≃75-85 และค่าของสีอยู่ในช่วง 1000-1600 เอดีเอ็มไอ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม จะเห็นว่าปริมาณสารช่วยย้อมที่เติมเข้าไปในน้ำ จะไปเพิ่มค่าพีเอชและค่าความเป็นด่างให้กับน้ำเสียไม่มากเหมือนกับน้ำเสียอันเกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมไดเรกท์ และที่น่าสังเกตคือสารช่วยย้อมที่เติมเข้าไปในน้ำเสียสังเคราะห์ของสีย้อมแวตนี้ จะไปลดค่าของสีลงซึ่งตรงกันข้ามกับชนิดของน้ำเสียของสีย้อมไดเรกท์

ตัวอย่างน้ำเสีย VR-10, VY-11 และ VB-12 เป็นตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีแดง เหลืองและน้ำเงินตามลำดับ ค่าของสีเกิดมาจากการใช้ปริมาณของสีย้อมเท่ากัน แต่ตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีน้ำเงินมีค่าเท่ากับ 1300 เอดีเอ็มไอ ในขณะที่ตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีแดงและเหลืองมีค่าของสีในน้ำเสียเท่ากับ 875 และ 860 เอดีเอ็มไอตามลำดับ แสดงว่าสีน้ำเงินของสีย้อมแวตให้ความรู้สึกในการเห็นสีสูงกว่าสีแดงและเหลือง

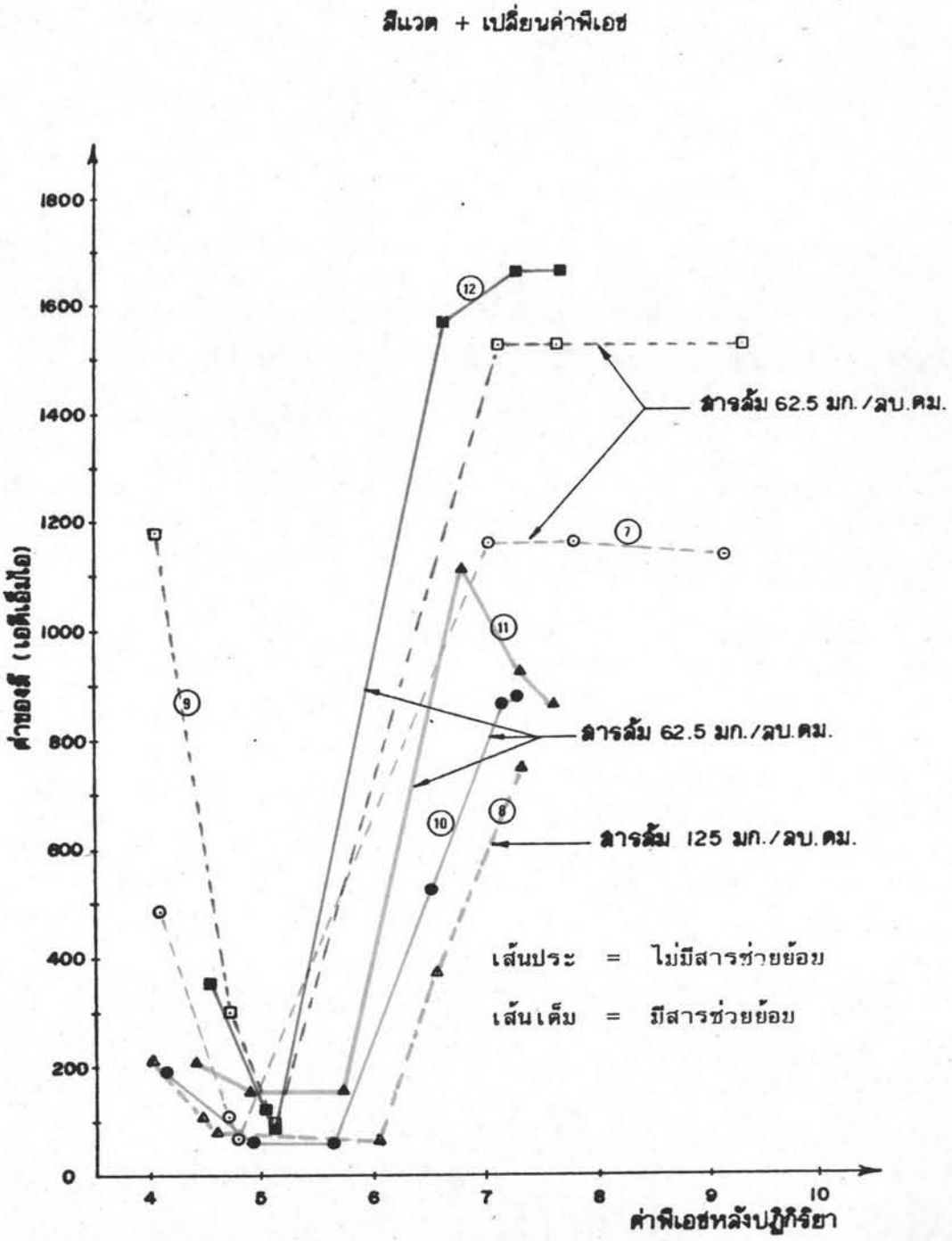
4.2.2 การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม

ผลของการทดลองกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดมาจากสีย้อมแวตโดยใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนแสดงไว้ในรูปที่ 4.6 และ 4.7 ขั้นตอนในการทดลองและรูปภาพที่ใช้แสดงประกอบเป็นวิธีเดียวกันกับที่ได้ใช้ในสีย้อมไดเรกท์ที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 4.1.2

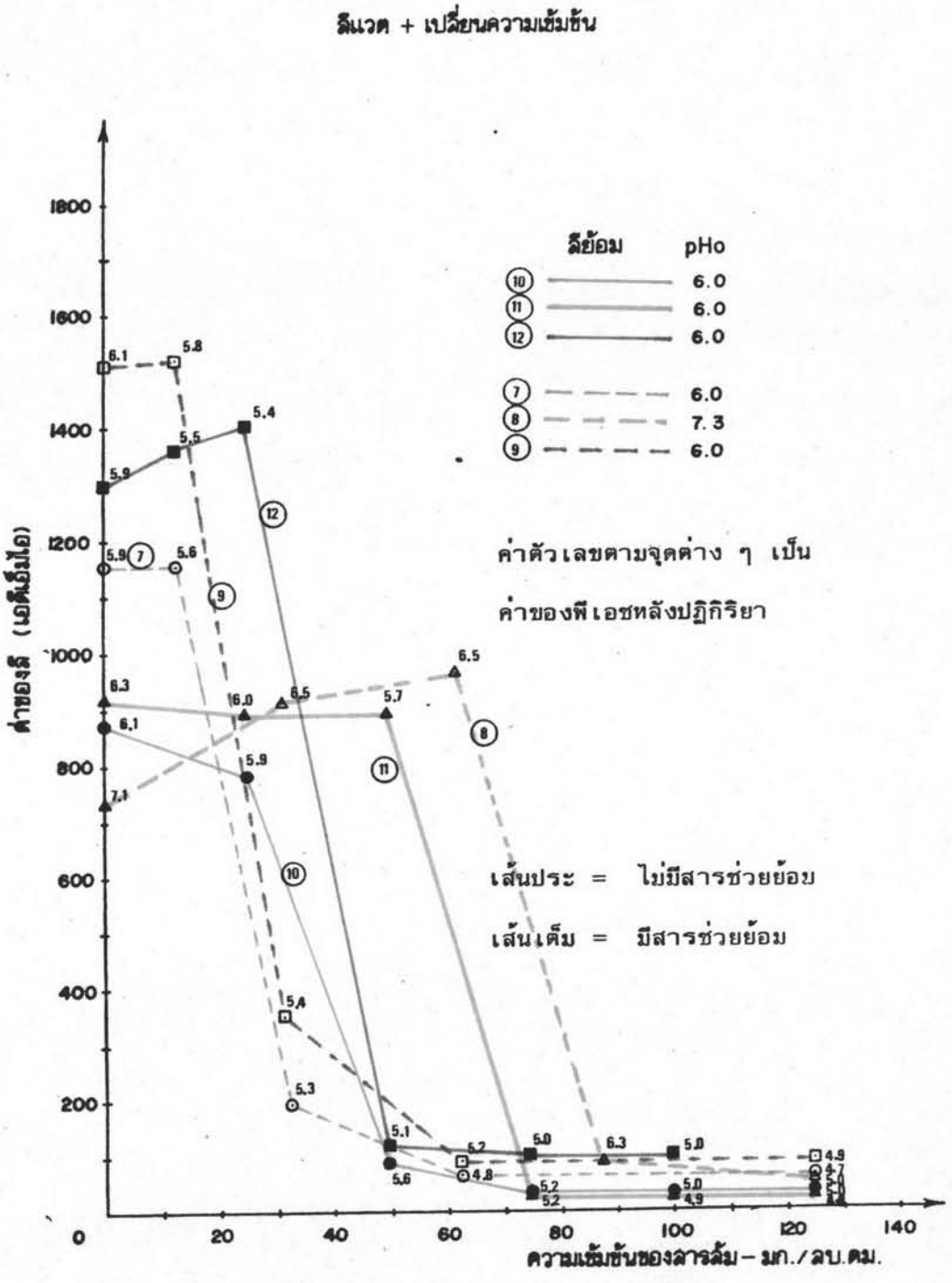
จากผลการทดลองที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.6 แสดงว่าปริมาณสารส้มที่น้อยที่สุดที่ใช้เพื่อให้เกิดฟล็อคทั้งตัวอย่างน้ำเสียที่มีและไม่มีสารช่วยย้อมมีค่าน้อยและมีค่าเท่ากันคือใช้ปริมาณสารส้มเท่ากับ 62.5 มก./ลบ.ดม. ยกเว้นตัวอย่างน้ำสีเหลืองที่ไม่มีสารช่วยย้อม (vy-8) ที่ต้องใช้ปริมาณสารส้มมากเท่ากับ 125 มก./ลบ.ดม. ซึ่งในขั้นนี้อาจสรุปได้ว่าสีเหลืองของสีย้อมแวตกำจัดได้ยากกว่าโทนสีอื่นเมื่อใช้สารส้มเป็นตัวช่วยให้เกิดตะกอน

ค่าพีเอชหลังปฏิกิริยาที่เหมาะสมของตัวอย่างน้ำทั้งหมด (ตัวอย่างหมายเลข 7 ถึง 12) มีค่าต่ำอยู่ในช่วงระหว่าง 4.8-6.0 ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำเสียของสีย้อมไดเรกท์ และสำหรับน้ำในแต่ละตัวอย่างมีค่าพีเอชที่เหมาะสมค่อนข้างแคบเช่นกันโดยเฉพาะตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงิน ค่าพีเอชหลังปฏิกิริยาที่ค่ามากกว่า 6.0 ขึ้นไปและต่ำกว่า 4.8 ลงมา ประสิทธิภาพการกำจัดสีจะลดลงอย่างรวดเร็ว

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.7 เป็นผลจากการปรับตัวอย่างน้ำไว้ที่ค่าพีเอชเริ่มต้น (pH_o) เท่ากับค่าที่แสดงไว้ในรูป ผลของการกำจัดสีโดยใช้สารส้มได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โทนสีทุกโทนถูกกำจัดลงไปมากกว่า 90 % น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าสีน้อยกว่า 150 เอดีเอ็มไอ โดยใช้สารส้มไม่เกิน 90 มก./ลบ.ดม. โดยเฉพาะน้ำเสียที่มีโทนสีแดงและสีน้ำเงินทั้งชนิดที่มีและไม่มีสารช่วยย้อมสามารถกำจัดสีให้ลดลงต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอได้โดยใช้สารส้มเพียง 50 มก./ลบ.ดม. น้ำเสียที่มีโทนสีเหลืองเป็นน้ำที่กำจัดสียากที่สุดซึ่งเป็นผลที่ยืนยันกับผลการทดลองที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.6 แสดงว่าโทนสีของน้ำเสียมีผลต่อประสิทธิภาพการลดสี ส่วนความเข้มของสีดอนเริ่มต้นจะไม่ใช่ตัวการหลักของความยากง่ายในการกำจัดสี กล่าวคือตัวอย่างน้ำโทนน้ำเงินซึ่งมีค่าสีในน้ำเสียสูงที่สุดจะถูกกำจัดสีให้ต่ำลงกว่า 150 เอดีเอ็มไอได้โดยใช้ปริมาณสารส้มน้อยกว่าตัวอย่างน้ำโทนสีเหลืองซึ่งมีค่าความเข้มของสีเริ่มต้นต่ำกว่าโทนสีน้ำเงินถึง 34 %



รูปที่ 4.6 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวดเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา



รูปที่ 4.7 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวดเทียบกับปริมาณสารส้ม

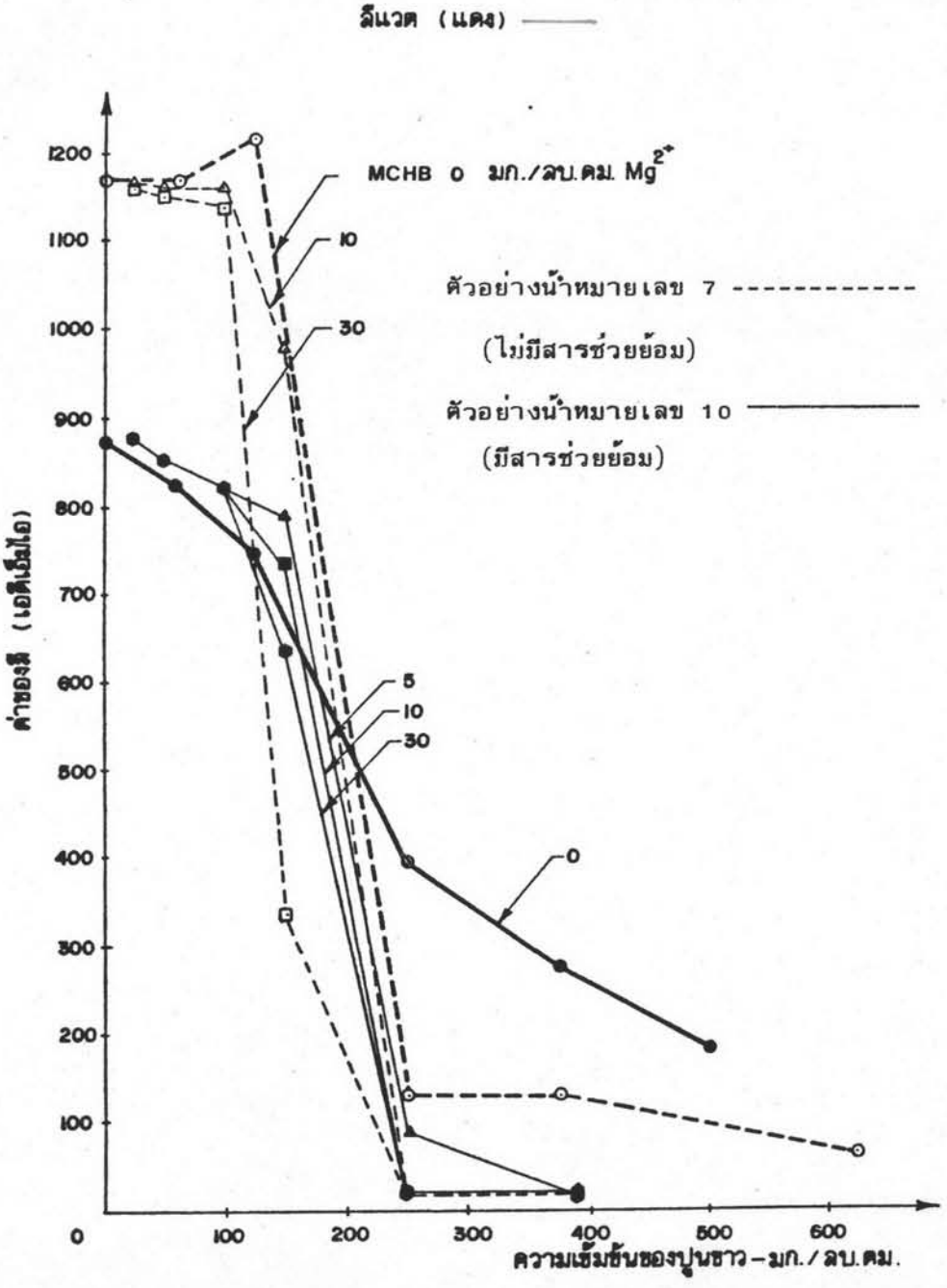
จากผลที่แสดงในรูปที่ 4.7 ยังสรุปได้อีกว่า สารช่วยย้อมที่ใส่ลงไปช่วยในการย้อมของสีแวตจะไม่มีผลกระทบมากนักต่อการกำจัดสีโดยใช้สารส้มซึ่งอาจเนื่องมาจากปริมาณสารช่วยย้อมที่ใช้มีปริมาณน้อยดังได้กล่าวไว้แล้ว และผลกระทบนี้ไม่อาจสรุปได้ว่าทำให้การกำจัดสียากหรือง่ายขึ้น เนื่องจากผลการทดลองที่ได้มีการขัดแย้งกัน กล่าวคือสารช่วยย้อมจะทำให้การกำจัดสีของสีแดงและน้ำเงินยากขึ้น ส่วนสีเหลืองกลับเป็นไปในทางตรงกันข้าม

4.2.3 การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB

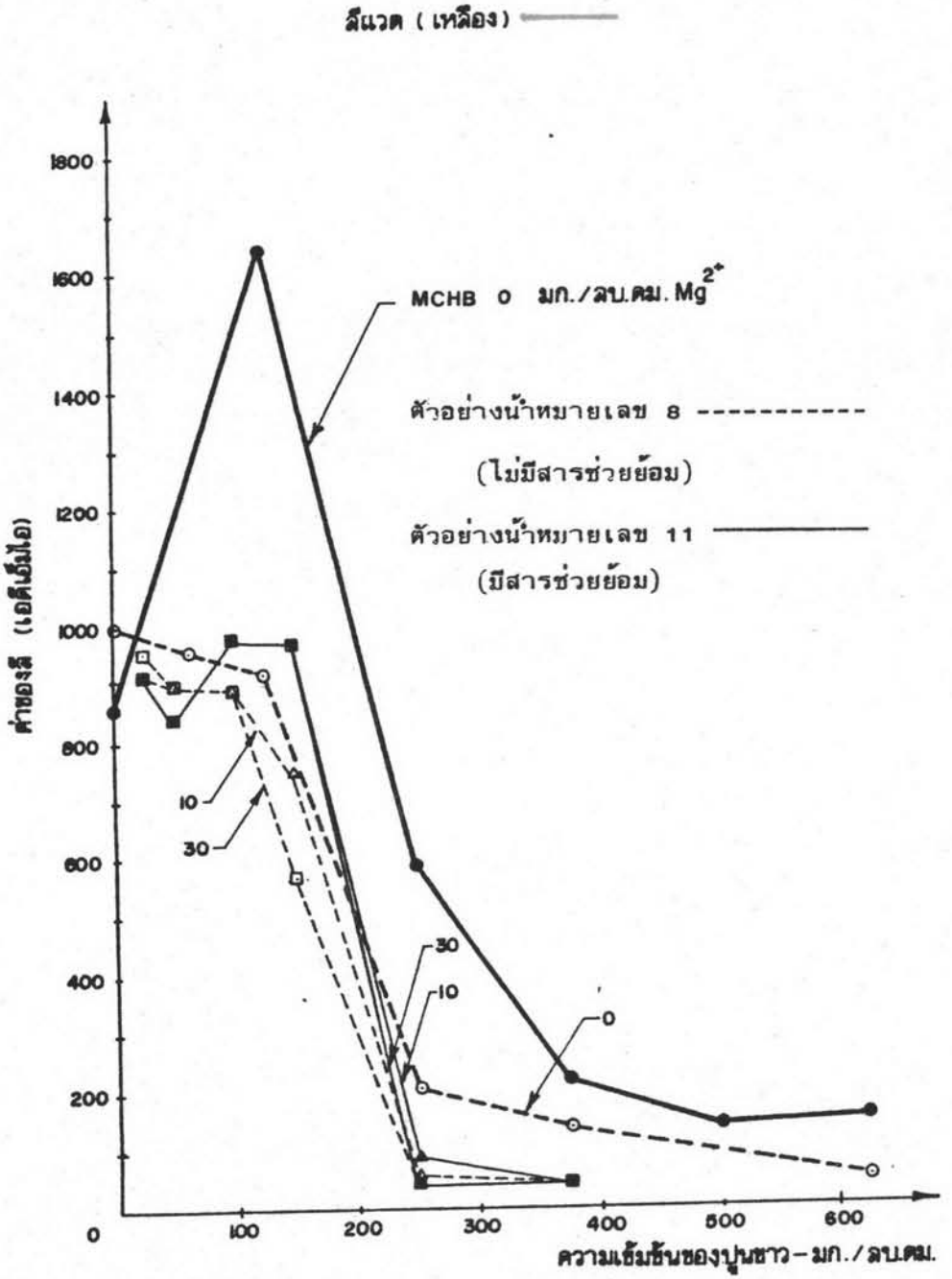
ผลของการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB ของสีย้อมแวตแสดงไว้ในรูปที่ 4.8, 4.9 และ 4.10 ขั้นตอนการทดลองและรูปภาพที่ใช้แสดงเป็นไปตามวิธีเดียวกันกับหัวข้อที่ 4.1.3

พิจารณาที่ผลของการกำจัดสีของน้ำเสียที่มีสารช่วยย้อม (VR-10, VY-11 และ VB-12) โดยใช้ปูนขาวเป็นตัวช่วยให้เกิดตะกอนเพียงตัวเดียว การลดสีของน้ำเสียจะสามารถลดลงได้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอ เมื่อใช้ปูนขาวอยู่ในช่วง 350-500 มก./ลบ.ดม. ตัวอย่างน้ำที่ลดสีที่ยากที่สุด (พิจารณาจากการใช้ปูนขาวมากที่สุด) คือตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงิน ซึ่งผิดกับการใช้สารส้ม เพราะสารส้มจะกำจัดสีเหลืองยากที่สุด ดังนั้น อาจจะสรุปได้ว่าความยากง่ายในการกำจัดสีในแต่ละโทนสีนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของโทนสีเองแล้ว ยังจะขึ้นกับชนิดของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนอีกด้วยและเมื่อมาพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำที่มีและไม่มีสารช่วยย้อม ผลของสารช่วยย้อมที่มีต่อประสิทธิภาพการลดสีโดยใช้ปูนขาวสามารถสรุปได้ชัดเจนกล่าวคือสารช่วยย้อมจะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีลดลงซึ่งผิดกับการใช้สารส้มที่ไม่สามารถสรุปได้หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าอิทธิพลของสารช่วยย้อมจะมีผลกระทบต่อการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวมากกว่าสารส้ม

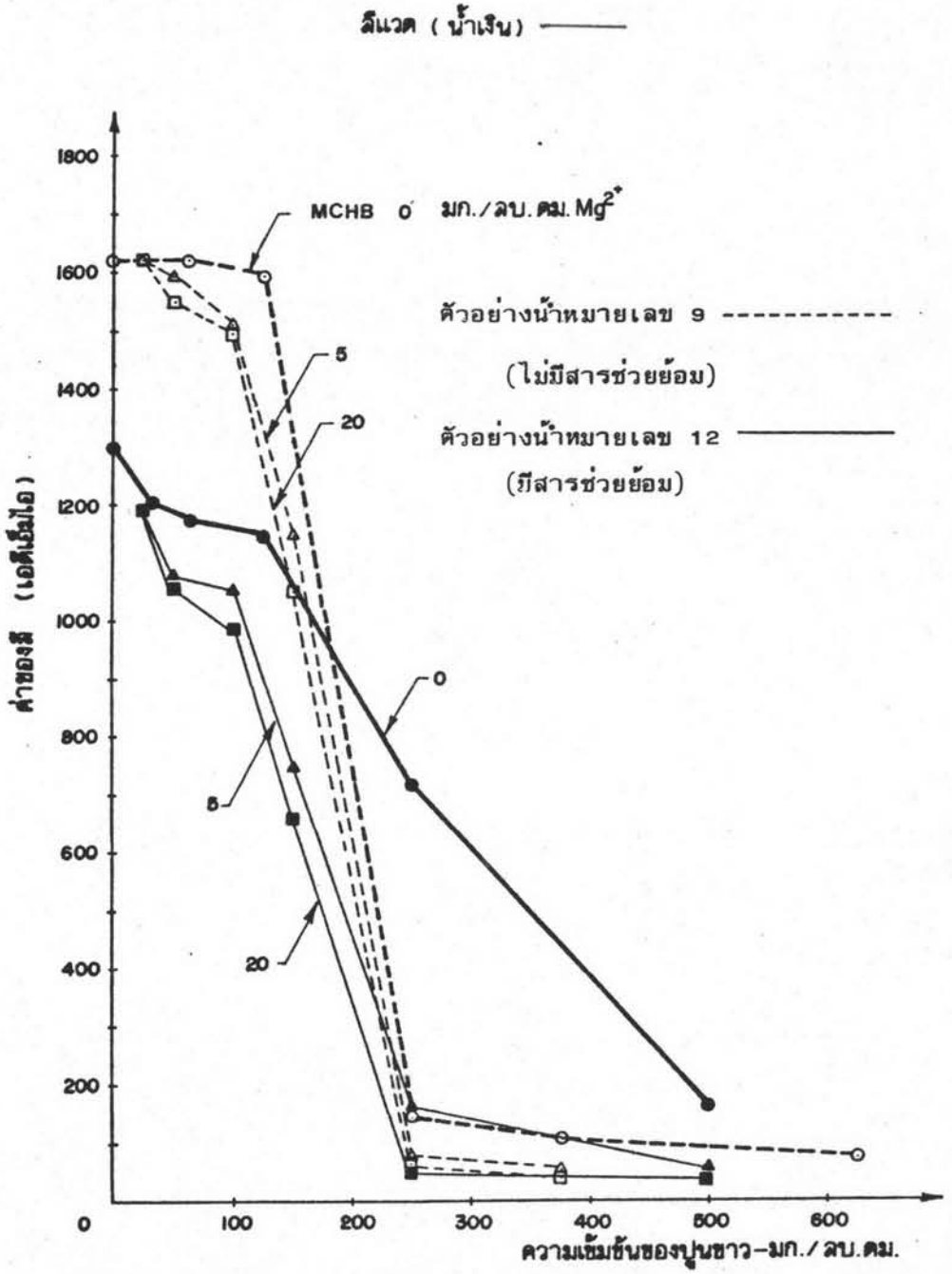
เมื่อเติม MCHB เข้าไปเพื่อช่วยในการกำจัดสีพร้อมกับปูนขาว ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะดีขึ้นมากตามปริมาณ MCHB ที่เพิ่มขึ้น ทั้งตัวอย่างน้ำที่มีและไม่มีสารช่วยย้อมทุกโทนสี สามารถกำจัดสีลงไปได้ต่ำกว่า 200 เอดีเอ็มไอ เมื่อใช้ MCHB ประมาณ 5-10 มก./ลบ.ดม. Mg^{2+} ที่ค่าของปูนขาวเท่ากับ 250 มก./ลบ.ดม. และปริมาณที่ใช้นี้จะทำให้ตัวอย่างน้ำหลังปฏิกิริยามีค่าพีเอชประมาณ 11.0 ซึ่งอาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า MCHB ที่ใช้ในการกำจัดสีจะให้ผลในการกำจัดสีเป็นอย่างดีเมื่อค่าพีเอชมากกว่า 11.0 ขึ้นไป (ดูผลการทดลองในภาคผนวก)



รูปที่ 4.8 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวด (แดง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.9 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวด (เหลือง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.10 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมแวต (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB

กล่าวโดยสรุปสำหรับการกำจัดสีของสีย้อมแวต กระทำได้โดยใช้สารส้มหรือปูนขาวอย่างใดอย่างหนึ่งก็สามารถจะกำจัดสีลงไปได้อย่างน่าพอใจโดยใช้ปริมาณสารเคมีไม่มากนัก สีในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าน้อยกว่า 150 เอดีเอ็มไอ ส่วนในกรณีที่ใช้ MCHB ร่วมกับปูนขาวประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะดีขึ้นมาก การจมตัวของตะกอนอันเกิดจากปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวหรือปูนขาวกับ MCHB จมตัวลงได้อย่างรวดเร็ว ส่วนการจมตัวของตะกอนอันเกิดจากการใช้สารส้มก็จมตัวลงได้ดีเช่นกันแม้ว่าจะไม่รวดเร็วเท่าปูนขาวและ MCHB ก็ตาม

4.3 การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมรีแอคตีฟ

4.3.1 ลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมรีแอคตีฟมีค่าสูงใกล้เคียงกันกับสีย้อมไดเรกท์ สีในน้ำมีลักษณะที่สดใสมาก สารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่มีหลายประเภทแต่ที่มีปริมาณมากได้แก่เกลือโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ทำให้ค่าพีเอชและความเป็นด่างของน้ำเสียมีค่าสูง

ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนของน้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ตัวอย่างน้ำ RR-16, RY-17 และ RB-18 มีค่าของสี ≈3000-5200 เอดีเอ็มไอ ค่าพีเอช ≈10.6-10.7 และค่าความเป็นด่าง ≈1500-1600 มก./ลบ.ดม.$CaCO_3$ จะสังเกตเห็นว่าสมบัติของน้ำเสียสังเคราะห์ประเภทนี้ใกล้เคียงกับน้ำเสียสังเคราะห์ของสีย้อมไดเรกท์ทุกประการ

สำหรับตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่ไม่มีสารช่วยย้อม (rr-13, ry-14 และ rb-15) มีค่าพีเอชและความเป็นด่างต่ำ คือค่าพีเอชอยู่ในช่วง 7.5-7.9 และความเป็นด่าง ≈75-125 มก./ลบ.ดม.$CaCO_3$ ค่าของสีในน้ำเสีย ≈3000-5000 เอดีเอ็มไอซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสีของน้ำเสียที่มีสารช่วยย้อมอยู่เล็กน้อย แสดงว่าสารช่วยย้อมเป็นตัวทำให้สีในน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลเช่นเดียวกันกับสีย้อมไดเรกท์

สิ่งที่แตกต่างกันของน้ำเสียของสีย้อมรีแอคตีฟกับสีย้อมไดเรกท์คือค่าของสีในแต่ละโทนสี กล่าวคือสำหรับสีย้อมไดเรกท์ โทนสีน้ำเงินจะให้ความรู้สึกในการเห็นสีมากที่สุดในขณะที่สีย้อมรีแอคตีฟ โทนสีน้ำเงินจะให้ค่าของสีต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโทนสีเหลืองและโทนสีแดง (ดูตารางที่ 4.1)

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าสมบัติโดยทั่วไปดังได้กล่าวมาแล้วของสีย้อมรีแอคตีฟคล้ายคลึงกับสีย้อมไดเรกท์เป็นอันมาก การกำจัดสีโดยใช้สารเคมีน่าที่จะให้ผลได้ใกล้เคียงกัน แต่จากผลการทดลองที่จะกล่าวถึงต่อไปกลับไม่เป็นไปตามที่คาดคิดเอาไว้

4.3.2 <u>การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม</u>

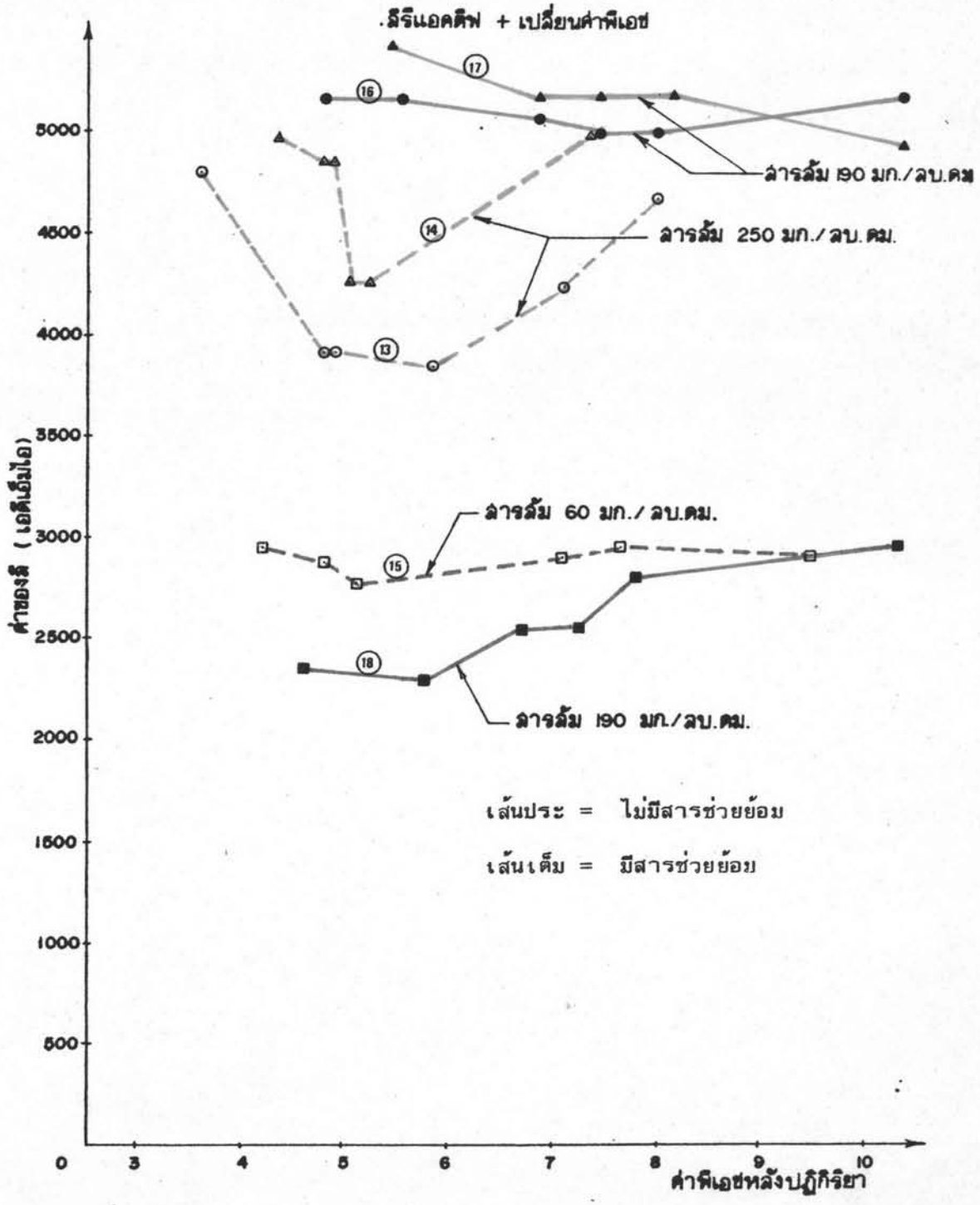
ผลการทดลองการกำจัดสีของน้ำเสียอันเกิดมาจากการย้อมด้วยสีย้อมรีแอคตีฟโดยใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนแสดงไว้ในรูปที่ 4.11 และ 4.12 ขั้นตอนในการทดลองและรูปภาพที่ใช้แสดงประกอบเป็นวิธีเดียวกันกับหัวข้อที่ 4.1.2

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.11 แสดงว่าปริมาณสารส้มที่น้อยที่สุดเพื่อให้เกิดฟล็อคทั้งตัวอย่างน้ำที่มีและไม่มีสารช่วยย้อมต้องใช้ปริมาณที่สูงมาก กล่าวคือ ต้องใช้สารส้มมากกว่า 190 มก./ลบ.ดม. ขึ้นไป ยกเว้นน้ำเสียโทนสีน้ำเงินชนิดไม่มีสารช่วยย้อม (rb-15) ซึ่งใช้สารส้มเพียง 60 มก./ลบ.ดม. ประสิทธิภาพในการกำจัดสีทุกโทนสีทั้งที่มีและไม่มีสารช่วยย้อมมีประสิทธิภาพต่ำมาก ตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อมแทบจะไม่สามารถกำจัดสีลงไปได้เลย ส่วนตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อมสามารถลดค่าสีลงไปได้บ้างแต่ก็ไม่เกิน 15 %

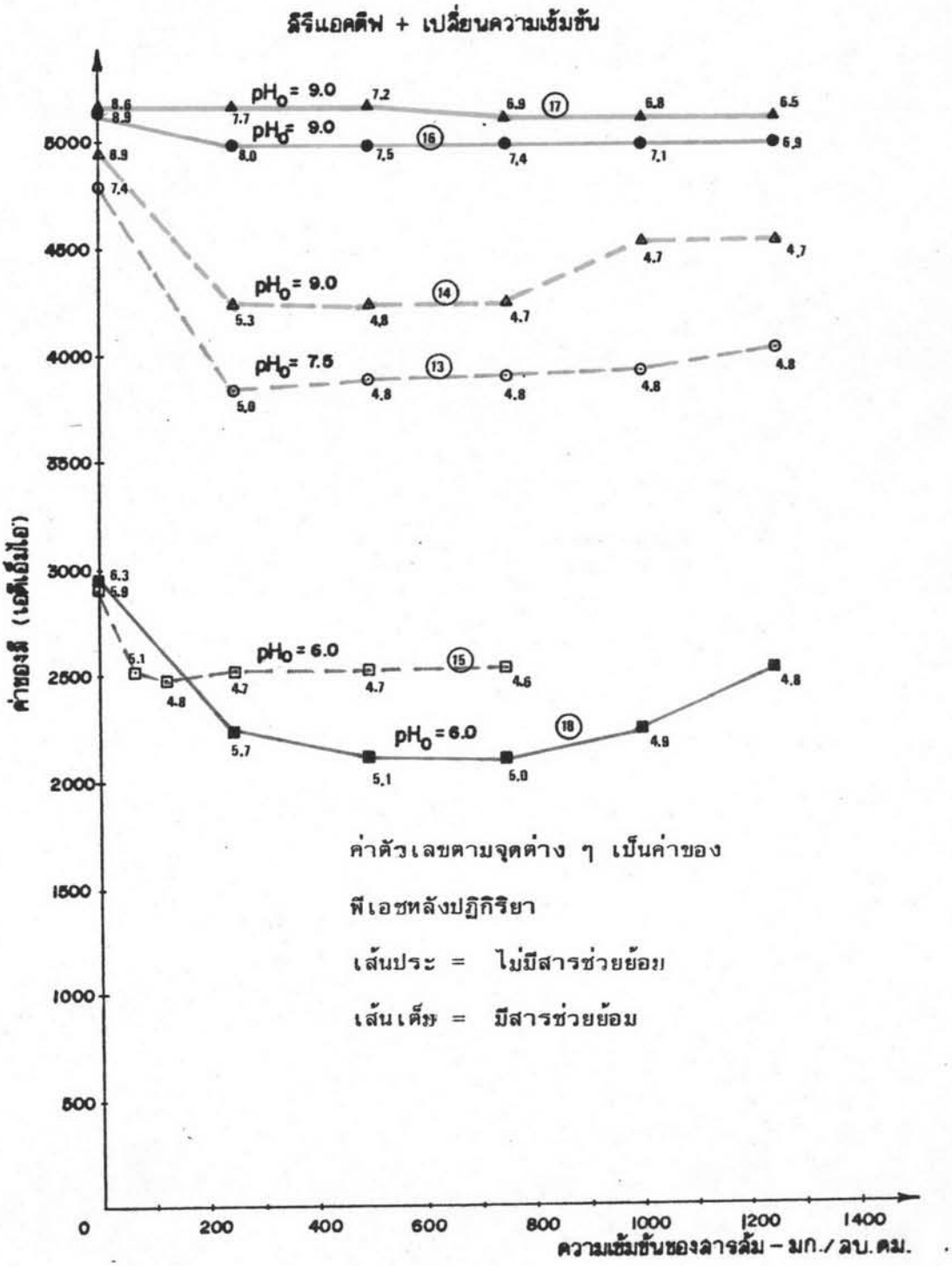
ค่าพีเอชหลังปฏิกิริยาที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (RR-16, RY-17 และ RB-18) ไม่สามารถจะสรุปผลได้ ตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงินมีค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5-6 ตัวอย่างน้ำโทนสีแดงมีค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 7-8 ส่วนตัวอย่างน้ำโทนสีเหลืองมีแนวโน้มว่ายิ่งค่าพีเอชสูงขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดสีอาจจะดีขึ้น

ค่าพีเอชหลังปฏิกิริยาที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (rr-13, ry-14 และ rb-15) พอจะสรุปได้ว่าอยู่ในช่วง 4.8-5.8 แสดงว่าสารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียทำให้สมบัติของน้ำเสียเปลี่ยนไป

จากผลการทดลองประสิทธิภาพในการกำจัดสีเทียบกับปริมาณของสารส้ม (ดูรูป 4.12) จะเห็นว่าสารส้มไม่สามารถกำจัดสีของสีย้อมรีแอคตีฟชนิดที่มีสารช่วยย้อมลงได้เลยแม้ว่าจะได้ทดลองใช้ปริมาณสารส้มสูงถึง 1000 มก./ลบ.ดม. แล้วก็ตาม ยกเว้นตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงิน (RB-18) ซึ่งสามารถถูกกำจัดสีลงไปได้ประมาณ 30 % ที่ค่าของสารส้มประมาณ



รูปที่ 4.11 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมรีแอคติฟเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา



รูปที่ 4.12 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมรีแอคทีฟเทียบกับปริมาณสารส้ม

600 มก./ลบ.ดม. และเมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มมากขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดสีจะลดลง เนื่องมาจากค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำจะลดลงตามปริมาณสารส้มที่เติมเข้าไป ทำให้พีเอชของตัวอย่างน้ำเลื่อนออกนอกขอบเขตของค่าพีเอชที่เหมาะสม

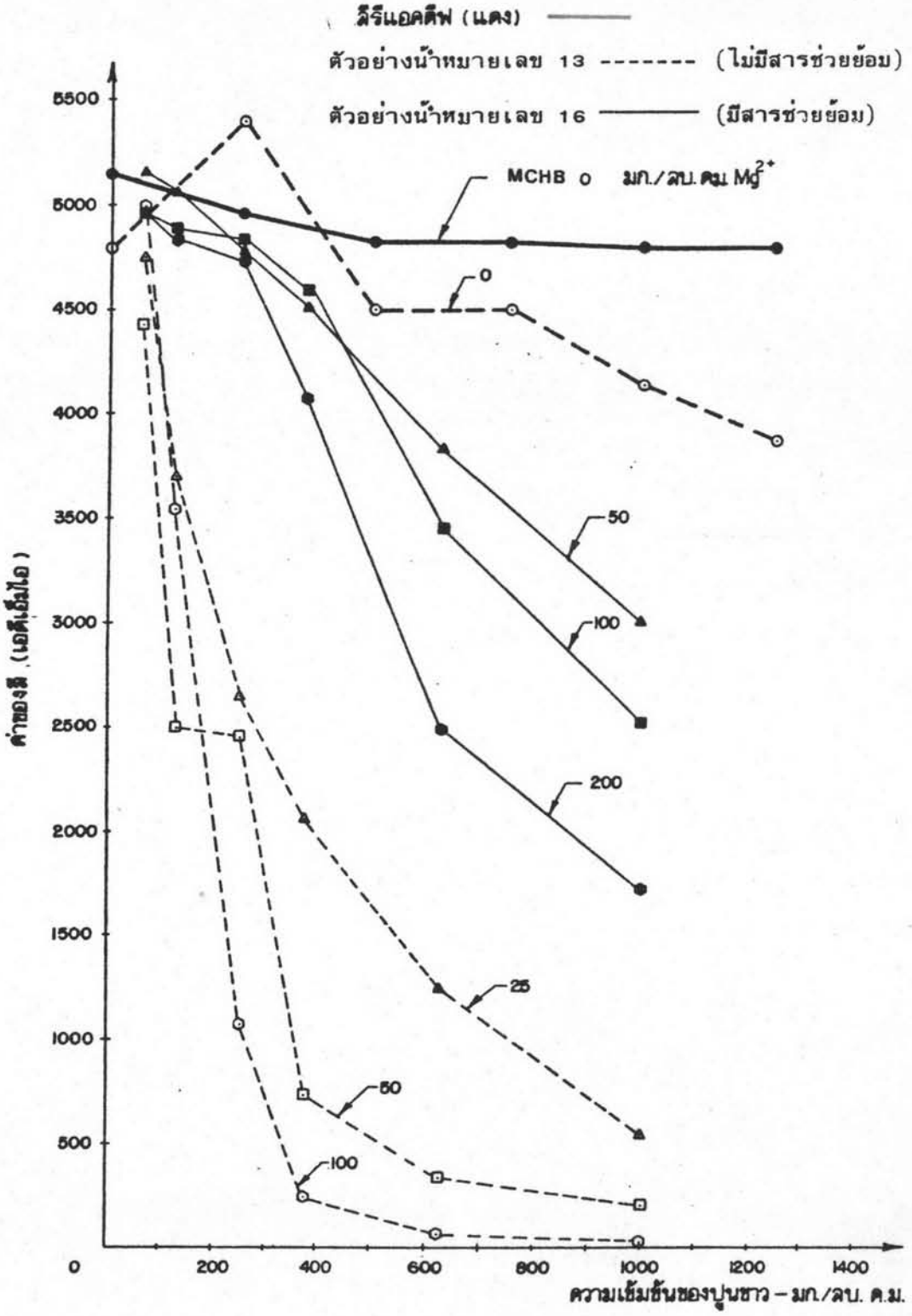
สำหรับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม สารส้มสามารถลดสีของโทนสีแดงและเหลืองลงได้บ้าง แต่ประสิทธิภาพที่ได้ก็ยังต่ำอยู่เช่นกัน

4.3.3 การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB

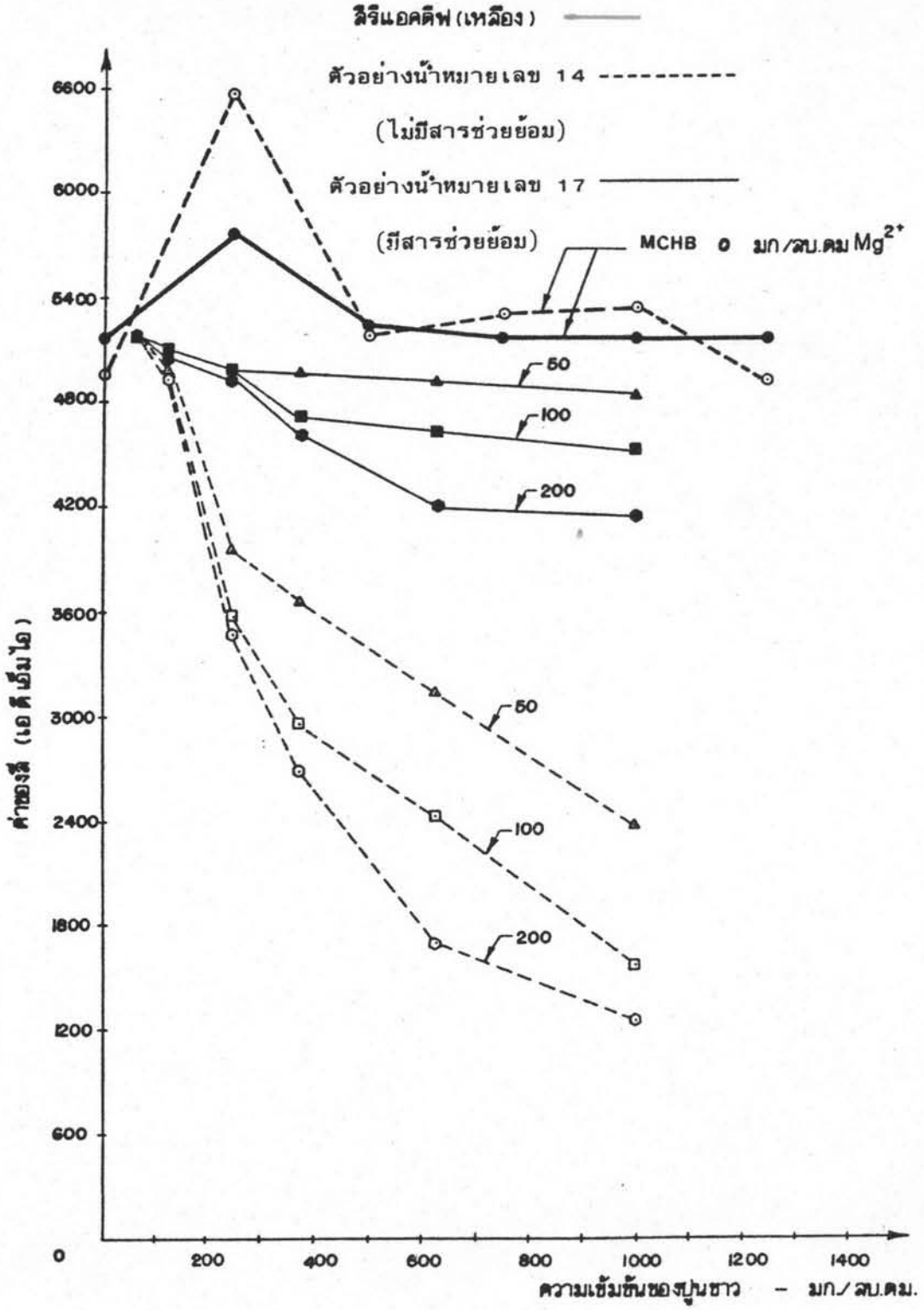
ผลการกำจัดสีของสีย้อมรีแอคทีฟโดยใช้ปูนขาวและ MCHB แสดงไว้ในรูปที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 ขั้นตอนการทดลองและรูปภาพที่ใช้แสดงเป็นไปตามวิธีเดียวกันกับหัวข้อ 4.13

พิจารณาที่ผลของการกำจัดสีของน้ำเสียที่มีสารช่วยย้อม (RR-16, RY-17 และ RB-18) โดยใช้ปูนขาวเพียงอย่างเดียว จะเห็นว่าปูนขาวแทบจะไม่สามารถกำจัดสีของน้ำเสียลงได้เลย ประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้รับโดยใช้ปูนขาวเป็นของตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงิน (RB-18) สามารถกำจัดสีลงได้ 17 % โดยที่ต้องใช้ปูนขาวมากกว่า 800 มก./ลบ.ดม. ขึ้นไป ส่วนตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (rr-13, ry-14 และ rb-15) ประสิทธิภาพในการใช้ปูนขาวกำจัดสีจะดีขึ้น (ยกเว้นตัวอย่างน้ำโทนสีเหลือง) สามารถลดสีของตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงินลงได้ถึง 60 % ที่ค่าของปูนขาวเท่ากับ 750 มก./ลบ.ดม. แต่ค่าสีของตัวอย่างน้ำหลังบำบัดก็ยังมีค่าสูงอยู่ถึง 1300 เอดีเอ็มไอ อย่างไรก็ตามในขั้นนี้สามารถสรุปได้ว่าอิทธิพลของสารช่วยย้อมมีผลต่อการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวอย่างเห็นได้ชัด และการใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวในการกำจัดสีไม่สามารถกระทำได้เช่นเดียวกันกับการใช้สารส้ม

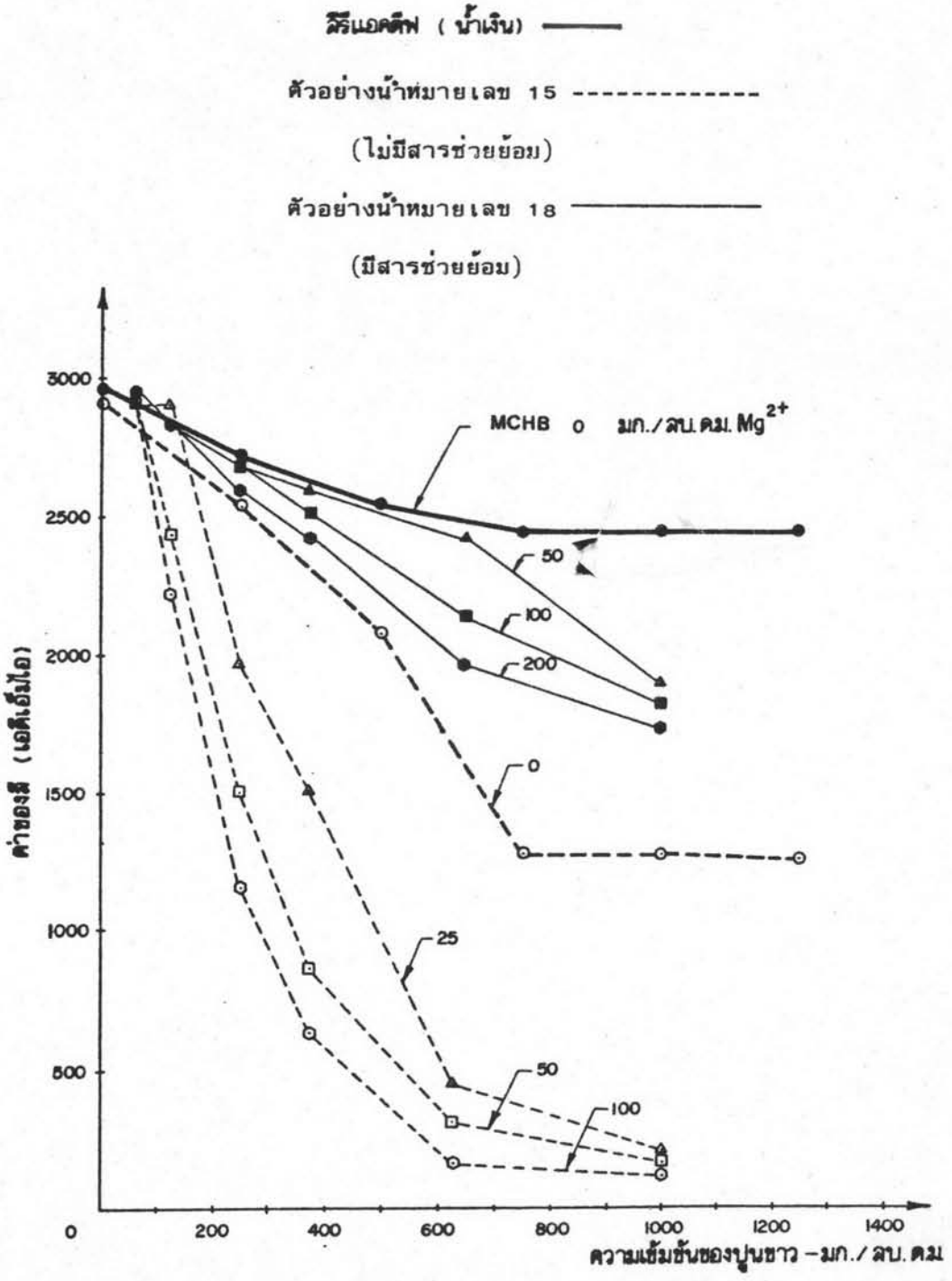
เมื่อใส่ MCHB ลงไปช่วยในการกำจัดสีพร้อมกับปูนขาวพบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้น พิจารณาที่ตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (RR-16, RY-17 และ RB-18) การเพิ่มปริมาณ MCHB เข้าไปมากขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดสีก็จะเพิ่มขึ้น แต่ประสิทธิภาพที่ได้รับก็ยังไม่จัดว่าสูงอยู่ดี โดยเฉพาะตัวอย่างน้ำโทนสีเหลืองแม้ว่าจะได้ใช้ MCHB ถึง 200 มก./ลบ.ดม. Mg^{2+} แล้วก็ตามประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะทำได้เพียง 20 % ที่ค่าของปูนขาว 1000 มก./ลบ.ดม. ซึ่งจัดว่ายังต่ำอยู่มาก



รูปที่ 4.13 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมรีแอคตีฟ (แดง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.14 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมรีแอคติฟ (เหลือง) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.15 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมรีแอคตีฟ (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB

สำหรับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม การใช้ MCHB เข้าช่วยในการตกตะกอนจะให้ผลดีกว่าการใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวมาก ตัวอย่างน้ำโทนสีแดงและน้ำเงิน (rr-13 และ rb-15) สามารถลดสีลงได้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอ เมื่อใช้ MCHB เท่ากับ 50 มก./ลบ.ดม.Mg^{2+} และปูนขาว 650 มก./ลบ.ดม. ซึ่งที่ค่าดังกล่าวนี้การกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อมแทบจะกระทำไม่ได้เลย สรุปได้ว่า สารช่วยย้อมมีผลกระทบต่อการกำจัดสีโดยใช้ MCHB และปูนขาวสูง ส่วนผลกระทบต่อการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวมีไม่มากนัก

กล่าวโดยสรุปสำหรับการกำจัดสีของสีย้อมรีแอคตีฟไม่สามารถจะกระทำได้โดยใช้สารส้มหรือปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวได้เลย การใช้ MCHB พร้อมกับปูนขาวจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีดีขึ้นแต่ต้องใช้ปริมาณสารเคมีจำนวนมาก ประสิทธิภาพที่ได้รับอาจมากถึง 50 % แต่สีของน้ำหลังบำบัดก็ยังมีค่าสูงอยู่ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าการใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอนเพื่อกำจัดสีของสีย้อมรีแอคตีฟไม่น่าจะนำไปใช้ในงานสนาม สมควรที่จะหาวิธีอื่นในการกำจัดต่อไป

4.4 การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมซัลเฟอร์

4.4.1 ลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมซัลเฟอร์มีค่าสีสูงเช่นเดียวกับสีย้อมไดเรกท์และรีแอคตีฟ สีของน้ำเสียประเภทนี้มีลักษณะด้านทึบ โทนสีของน้ำเสียส่วนใหญ่จะเป็นสีน้ำเงิน น้ำตาลและเขียว สารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียส่วนใหญ่จะเป็นเกลือโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) ปริมาณของสารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่มีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียของสีย้อมไดเรกท์และสีย้อมรีแอคตีฟ

ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนของน้ำเสียประเภทนี้ที่เกิดในสนามได้แก่ ตัวอย่างน้ำ SB-22, SBR-23 และ SG-24 ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำที่มีโทนสีน้ำเงิน น้ำตาลและเขียวตามลำดับ มีค่าของสีอยู่ในช่วง 3400-4200 เอดีเอ็มไอ ค่าพีเอช ≃10.4-10.7 และค่าความเป็นด่าง ≃380-520 มก./ลบ.ดม. $CaCO_3$

ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่ไม่มีสารช่วยย้อม (sb-19, sbr-20 และ sg-21) มีค่าพีเอช ≈8.5-9.3 ค่าความเป็นด่าง ≈140-150 และค่าของสี ≈2900-3500 เอดีเอ็มไอ พิจารณาที่ค่าของสีจะเห็นว่าตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อมจะมีค่าสีต่ำกว่าตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม แสดงว่าสารช่วยย้อมเป็นตัวเพิ่มค่าของสีในน้ำเสียเช่นเดียวกับสีย้อมไดเรกท์และรีแอคตีฟ

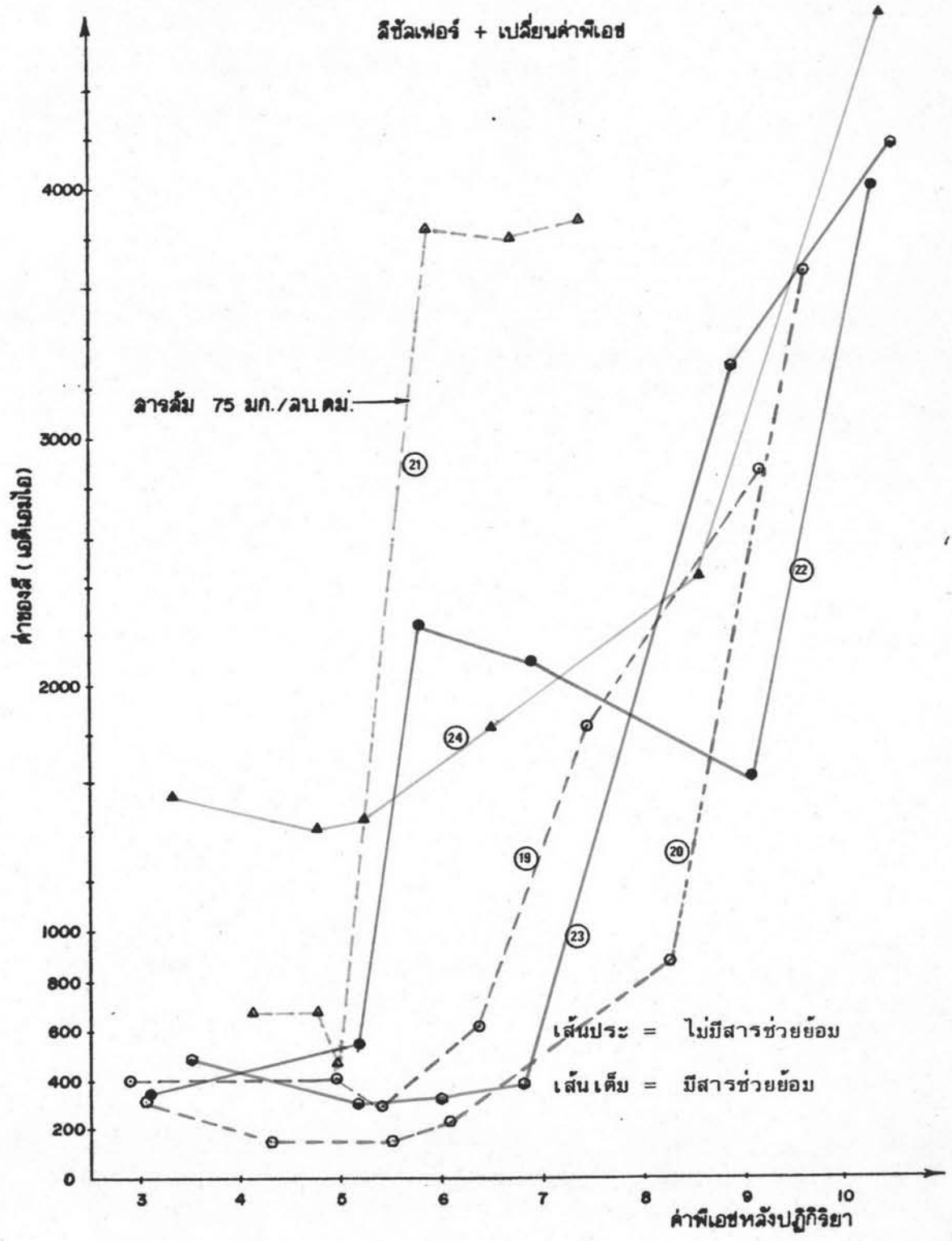
จากตารางที่ 4.1 พิจารณาที่ค่าของสีในแต่ละโทนสี ตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำตาลจะให้ค่าของสีสูงสุด ตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวและน้ำเงินให้ค่าต่ำลงมา ซึ่งก็สรุปได้เช่นเดียวกันกับตัวอย่างน้ำในสีย้อมประเภทอื่น ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วว่า โทนสีแต่ละโทนให้ความรู้สึกในการเห็นค่าของสีแล้วก่อให้เกิดความน่ารังเกียจไม่เหมือนกัน ทั้ง ๆ ที่มีปริมาณของสีย้อมในน้ำเสียเท่ากัน

4.4.2 <u>การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม</u>

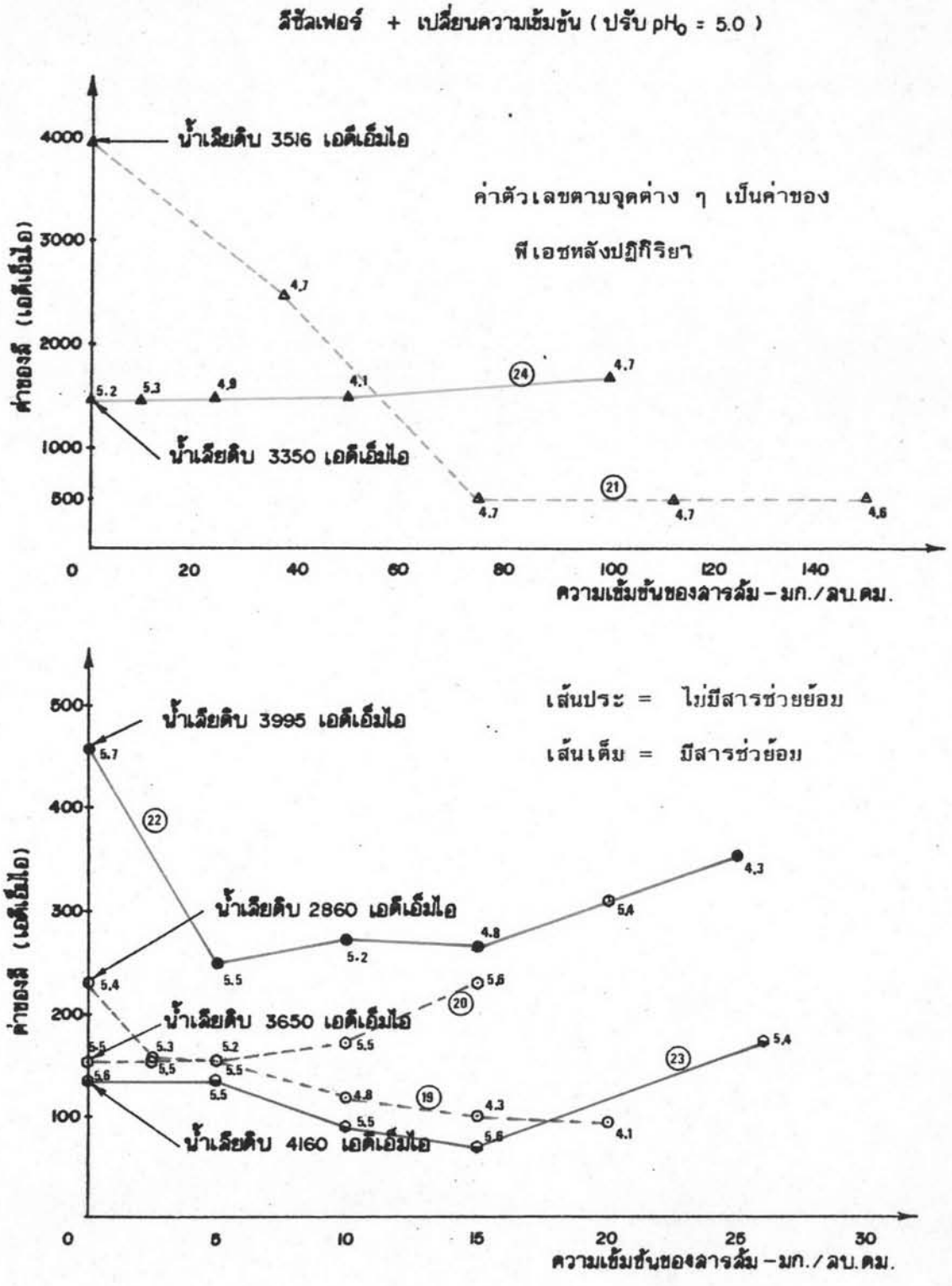
ผลของการกำจัดสีของน้ำเสียจากการย้อมด้วยสีย้อมซัลเฟอร์โดยใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนแสดงไว้ในรูปที่ 4.16 และ 4.17 ขั้นตอนในการทดลองและรูปภาพที่ใช้แสดงประกอบเป็นวิธีเดียวกันกับหัวข้อที่ 4.1.2

จากรูปที่ 4.16 พิจารณาตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (SB-22, SBR-23 และ SG-24) เมื่อปรับค่าพีเอชของน้ำเสียไปที่ค่า 6.0 จะเกิดฟล็อคขึ้นโดยที่ไม่ต้องใช้สารส้มเข้าช่วยในการตกตะกอนซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างน้ำประเภทอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ค่าพีเอชหลังปฏิกิริยาที่เหมาะสมอยู่ในช่วงพีเอชต่ำกว่า 5.0 ลงมา (ยกเว้นโทนสีน้ำตาล) และมีแนวโน้มว่าที่ค่าพีเอชต่ำมาก ๆ (ต่ำกว่า 4.0 ลงมา) ประสิทธิภาพในการกำจัดสียังจะกระทำได้เหมือนเดิม

ประสิทธิภาพในการกำจัดสีแต่ละโทนสีแตกต่างกันมาก ตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำตาล (SBR-23) สามารถกำจัดสีลงได้อย่างน่าพอใจโดยมีช่วงพีเอชที่เหมาะสมกว้าง ตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงินมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีใกล้เคียงกับโทนสีน้ำตาล แต่ที่ช่วงพีเอชระหว่าง 5.0-8.0 เกิดการ Restabilization ในขณะที่โทนสีน้ำตาลไม่เกิด ตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีต่ำซึ่งแตกต่างจากโทนสีน้ำตาลและน้ำเงินอย่างเห็นได้ชัด สรุปได้ว่า



รูปที่ 4.16 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมซัลเฟอร์เทียบกับพีเอชหลังปฏิกิริยา



รูปที่ 4.17 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมซัลเฟอร์เทียบกับปริมาณสารส้ม

ชนิดของโทนสีของสีย้อมซัลเฟอร์มีอิทธิพลเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการกำจัดสูง

พิจารณาตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (sb-19, sbr-20 และ sg-21) โทนสีน้ำตาลมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงสุดในช่วงพีเอชระหว่าง 4.3-5.5 ถึง 96 % โทนสีน้ำเงินมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน จุดที่น่าสังเกตสำหรับตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงินชนิดไม่มีสารช่วยย้อมนี้คือไม่เกิดการ Restabilization เหมือนกับตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงินชนิดมีสารช่วยย้อม ส่วนตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวชนิดไม่มีสารช่วยย้อมก็แตกต่างจากตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวชนิดที่มีสารช่วยย้อมอีกเช่นกัน กล่าวคือ ตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวชนิดไม่มีสารช่วยย้อมจะไม่เกิดฟล็อคขึ้นถ้าไม่เติมสารส้มลงไปช่วยในการทำปฏิกิริยาในขณะที่ตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวชนิดมีสารช่วยย้อมไม่จำเป็นต้องเติม ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า สารช่วยย้อมของสีย้อมซัลเฟอร์มีอิทธิพลเกี่ยวข้องกับการกำจัดสีสูง แต่ไม่อาจจะสรุปลงไปได้เด่นชัดว่า สารช่วยย้อมทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีดีขึ้นหรือด้อยลง จำต้องพิจารณาแต่ละโทนสี ๆ ไป

รูปที่ 4.17 แสดงผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมซัลเฟอร์เปรียบเทียบกับปริมาณสารส้ม พิจารณาตัวอย่างน้ำโทนสีเขียว เมื่อตัวอย่างน้ำมีสารช่วยย้อม (SG-24) ประสิทธิภาพการกำจัดสีสามารถกระทำได้ถึง 57 % โดยที่ไม่ต้องใช้สารส้มเข้าช่วยเลย แต่เมื่อเติมสารส้มเข้าไปช่วยในการตกตะกอน ประสิทธิภาพในการกำจัดสีกลับลดลง สีของตัวอย่างน้ำหลังบำบัดไม่สามารถจะทำให้ลดต่ำลงไปกว่า 1400 เอดีเอ็มไอได้ ในขณะที่ตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวชนิดไม่มีสารช่วยย้อมไม่สามารถที่จะกำจัดสีลงได้เลยถ้าไม่ใช้สารส้มเข้าช่วยในการตกตะกอน แต่เมื่อเติมสารส้มลงไปช่วยประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามลำดับจนกระทั่งเมื่อใช้สารส้มปริมาณ 75 มก./ลบ.ดม. แล้วประสิทธิภาพในการกำจัดสีจึงคงเดิม

พิจารณาตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงิน เมื่อตัวอย่างน้ำมีสารช่วยย้อม (SB-22) ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะสูงถึง 88 % (จาก 3995 เอดีเอ็มไอลดลงเหลือ 465 เอดีเอ็มไอ) โดยไม่ต้องใช้สารส้ม (ปรับค่า pH_o = 5.0) และเมื่อเติมสารส้มลงไปช่วยในการตกตะกอน ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งสารส้มมีปริมาณมากกว่า 15 มก./ลบ.ดม. ขึ้นไป ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจึงเริ่มลดลง ส่วนตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำเงินชนิดไม่มีสารช่วยย้อม (sb-19) ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะดีกว่าชนิดที่มีสารช่วยย้อม (SB-22)

พิจารณาที่ตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำตาล จะมีผลเหมือนโทนสีน้ำเงินแตกต่างกันตรงที่ตัวอย่างน้ำชนิดที่ไม่มีสารช่วยย้อมจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีด้อยกว่า

จากผลที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.17 จึงเป็นการยืนยันว่าชนิดของโทนสีของสีย้อมซัลเฟอร์มีอิทธิพลเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูง กล่าวคือ โทนสีเขียวมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีต่ำมาก (ประมาณ 57 %สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม) ในขณะที่โทนสีน้ำเงินและน้ำตาลมีประสิทธิภาพสูงกว่า 90 % ขึ้นไปและน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีสีออกมาเป็นที่น่าพอใจ (น้อยกว่า 300 เอดีเอ็มไอ) และยังยืนยันอีกว่าสารช่วยย้อมมีอิทธิพลเกี่ยวข้องกับการกำจัดสีสูงอีกเช่นกัน

4.4.3 <u>การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB</u>

ผลของการกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB ของสีย้อมซัลเฟอร์แสดงไว้ในรูปที่ 4.18, 4.19 และ 4.20 ขั้นตอนการทดลองและรูปภาพที่ใช้แสดงประกอบเป็นไปตามวิธีเดียวกับหัวข้อ 4.1.3

พิจารณาเฉพาะตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วย้อม (SB-22, SBR-23 และ SG-24) เมื่อใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียวเป็นตัวช่วยให้เกิดตะกอน ประสิทธิภาพการกำจัดสีประมาณ 50-60 % ในทุก ๆ โทนสี น้ำเสียหลังบำบัดจึงยังคงมีค่าสีสูงประมาณ 1300-2300 เอดีเอ็มไอ ซึ่งจัดว่ายังมีค่าสีสูงอยู่มาก ตัวอย่างน้ำโทนสีเขียวและน้ำเงินเมื่อเติมปูนขาวมากกว่า 250 และ 125 มก./ลบ.ดม. ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ตัวอย่างน้ำโทนสีน้ำตาลจะมีค่าสีเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปูนขาวมีปริมาณระหว่าง 0-250 มก./ลบ.ดม. ต่อจากนั้นเมื่อเพิ่มปูนขาวลงต่อไป ประสิทธิภาพจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับและเมื่อใช้ปูนขาวเกิน 500 มก./ลบ.ดม. ขึ้นไป ประสิทธิภาพการกำจัดสีเริ่มส่อแนวโน้มว่าจะลดลง

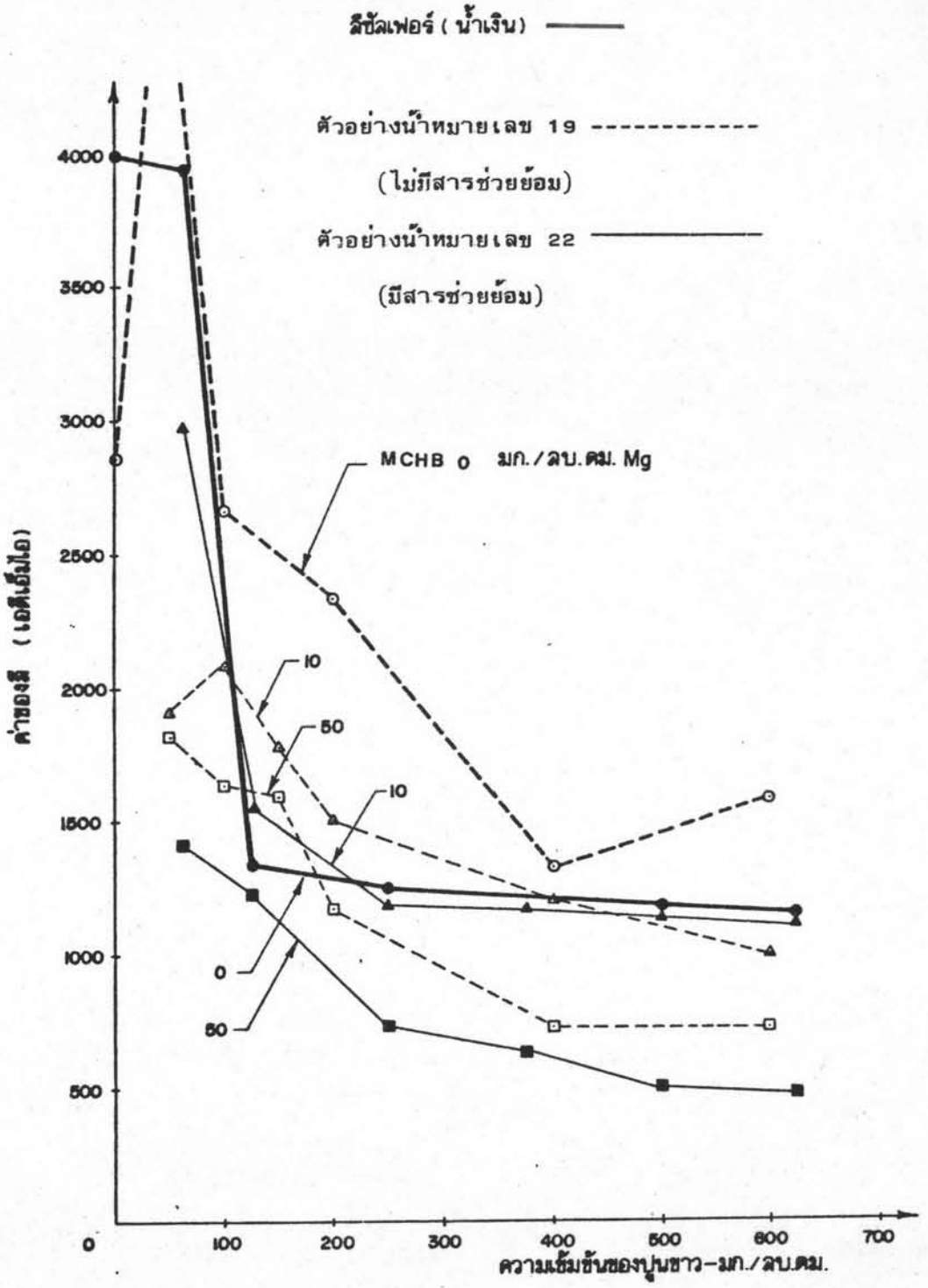
พิจารณาตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (sb-19, sbr-20 และ sg-21) โดยใช้ปูนขาวเพียงอย่างเดียวเช่นกัน จะเห็นว่าในทุก ๆ โทนสี ปูนขาวที่เติมลงไปในน้ำด้วยปริมาณน้อยจะไปเพิ่มค่าของสีในน้ำ ต่อเมื่อได้เติมปริมาณปูนขาวลงไปมากพอการกำจัดสีจึงเกิดขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อมโดยใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่าง

เดียวนี้ไม่ดีเช่นกัน กล่าวคือสามารถกำจัดสีลงได้เพียง 50-70 % โดยใช้ปูนขาว 400-650 มก./ลบ.ดม. ค่าของสีในน้ำหลังบำบัดสูงกว่า 1000 เอดีเอ็มไอขึ้นไป

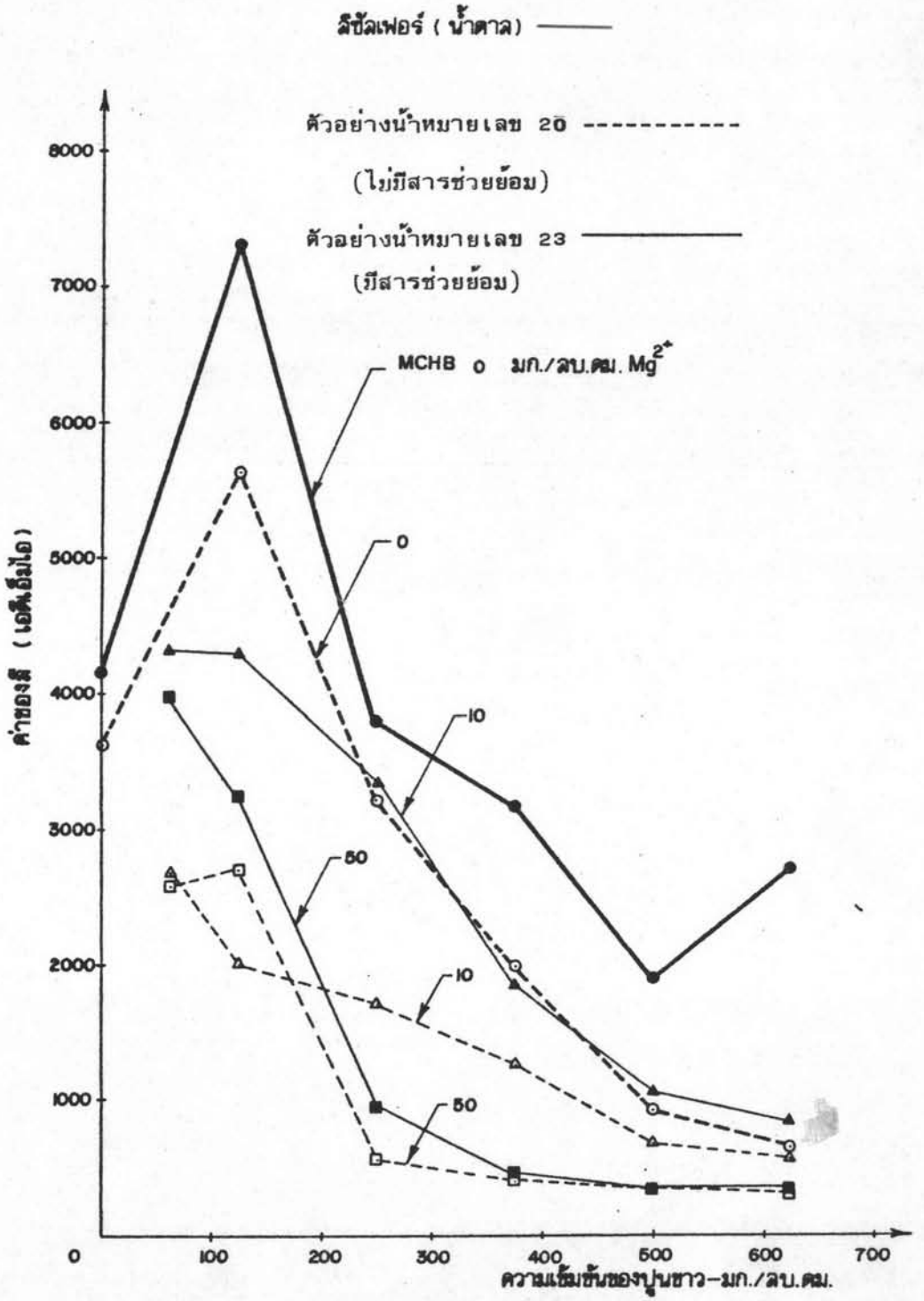
การเติม MCHB เข้าไปช่วยทำปฏิกิริยาร่วมกับปูนขาว จะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีดีขึ้นตามปริมาณ MCHB ที่เติมเข้าไป สิ่งที่น่าสังเกตสำหรับการใช้ MCHB เข้าช่วยในการตกตะกอนคือ จะไม่เกิดการเพิ่มค่าของสีในน้ำในขณะที่ใช้ปูนขาวปริมาณน้อยทั้งตัวอย่างน้ำที่มีและไม่มีสารช่วยย้อม และประสิทธิภาพในการลดสีส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นตามลำดับตามการเพิ่มของปริมาณปูนขาว ซึ่งแตกต่างจากการใช้ปูนขาวแต่เพียงอย่างเดียว กล่าวคือประสิทธิภาพในการกำจัดสีของปูนขาวจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเติมปูนขาวเกินปริมาณหนึ่งขึ้นไป (เฉพาะตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม) ยกเว้นโทนสีน้ำตาล

จะเห็นได้ว่าผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมซัลเฟอร์ที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.16 ถึง 4.20 ไม่สามารถที่จะสรุปอะไรออกมาได้อย่างเด่นชัดมากนัก นอกจากว่าการกำจัดสีย้อมซัลเฟอร์ควรจะมุ่งพิจารณาการปรับค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำและการใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนมากกว่าการใช้ปูนขาวหรือปูนขาวกับ MCHB แม้ว่าตะกอนฟล็อคอันเกิดจากการใช้สารส้มจะมีลักษณะค่อนข้างเบาก็ตาม แต่สามารถจมตัวลงได้ภายในเวลาที่กำหนด (45 นาที)

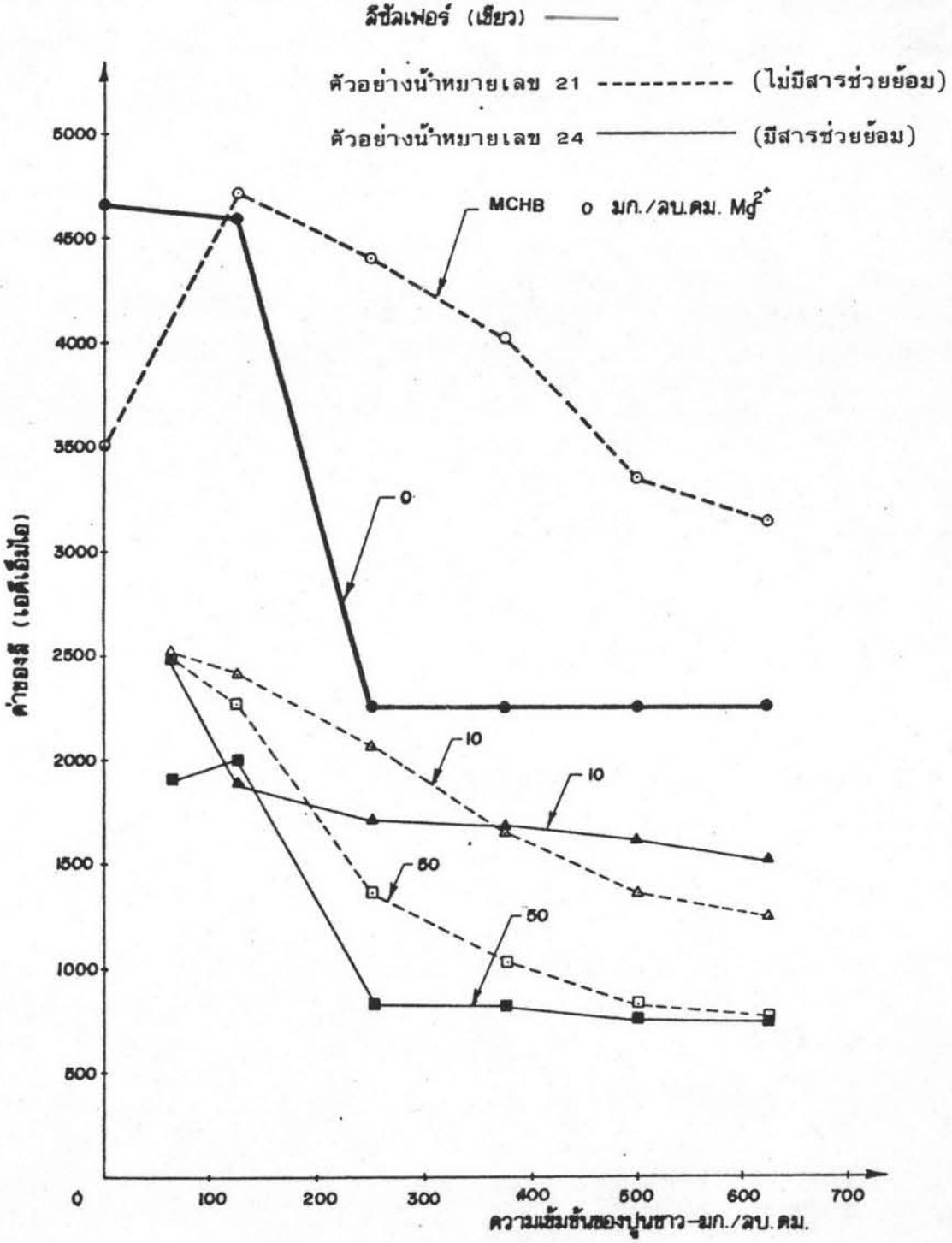
สาเหตุหลักที่ทำให้ไม่สามารถสรุปผลของการกำจัดสีของสีย้อมซัลเฟอร์ได้ชัดเจนมากนักเป็นผลสืบเนื่องมาจากวิธีการวัดค่าสีของตัวอย่างน้ำมีความคลาดเคลื่อนสูง กล่าวคือ สีในตัวอย่างน้ำเสียของสีย้อมซัลเฟอร์มีค่าแปรเปลี่ยนไปตามพีเอชในน้ำอย่างมากผิดกับสีย้อมประเภทอื่น ๆ แม้ว่าการวัดสีจะได้กระทำโดยไม่มีการปรับเปลี่ยนค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำแล้วก็ตาม แต่การวัดสีจำเป็นต้องทำการเจือจางตัวอย่างน้ำเพื่อให้ค่าสีอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถวัดค่าโดยเครื่องมือเทียบสีได้ (ดูเรื่องการวัดสีในหัวข้อ 3.3) การทำการเจือจางตัวอย่างน้ำก่อนการวัดสีนี้เท่ากับเป็นการปรับเปลี่ยนพีเอชของน้ำให้แตกต่างออกไปจากสภาวะเดิม ทำให้ค่าสีของตัวอย่างน้ำผิดไปจากความเป็นจริงได้



รูปที่ 4.18 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมชัลเฟอร์ (น้ำเงิน) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.19 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมซัลเฟอร์ (น้ำตาล) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB



รูปที่ 4.20 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมซัลเฟอร์(เขียว) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB

4.5 การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมอะโซอิค

4.5.1 ลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมอะโซอิคมีค่าของสีใกล้เคียงกับสีย้อมแวต ลักษณะของน้ำเสียค่อนข้างขุ่นทึบ โทนสีของน้ำเสียประเภทนี้มีไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นพวกโทนสีแดงและแดงอมส้ม สารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียประเภทนี้มีหลายชนิด แต่ปริมาณที่เจือปนอยู่ของสารแต่ละชนิดมีอยู่น้อย

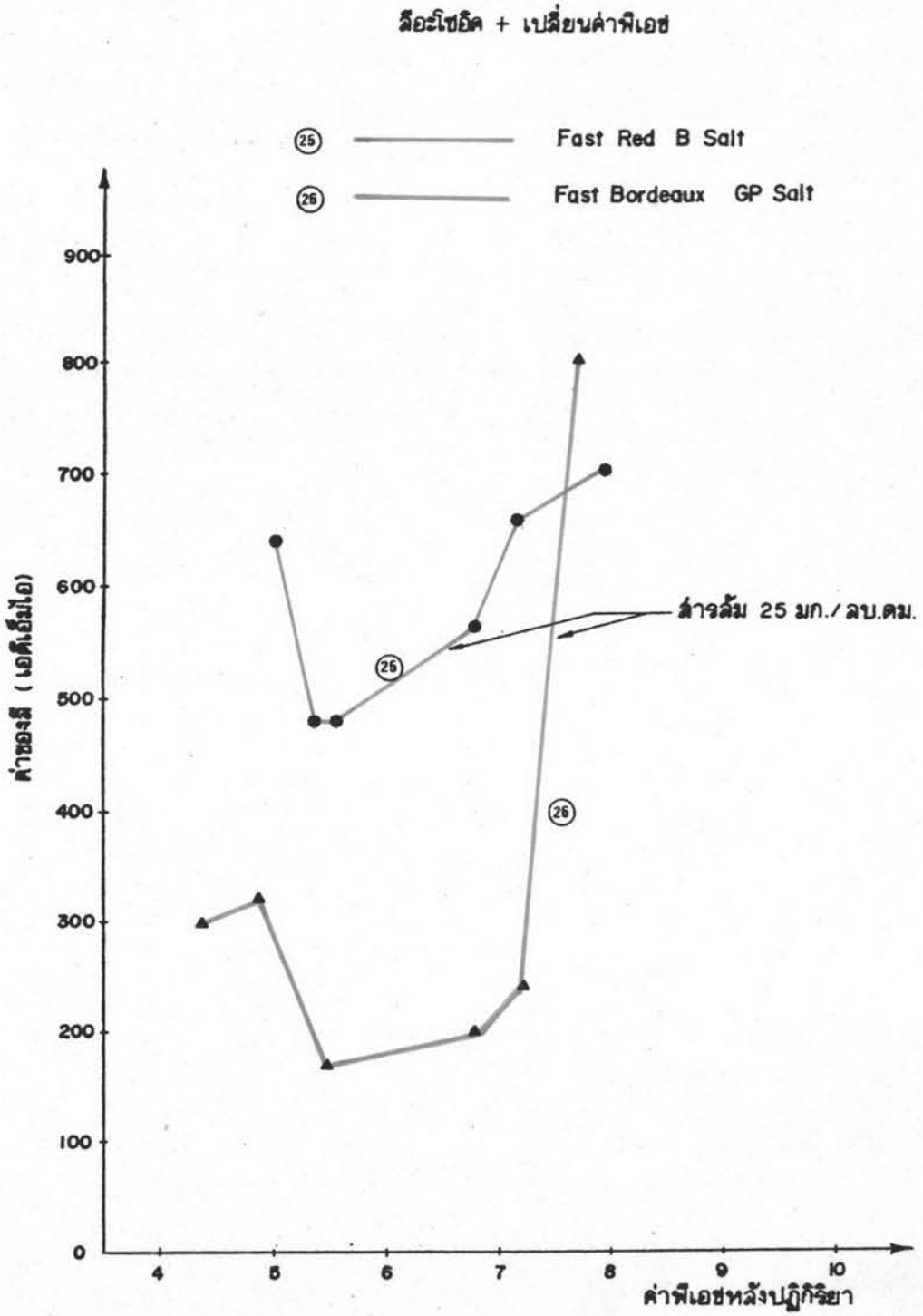
ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนของน้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ ตัวอย่างน้ำหมายเลข 25 และ 26 ซึ่งมีโทนสีแดงและแดงอมส้มตามลำดับ

4.5.2 การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม

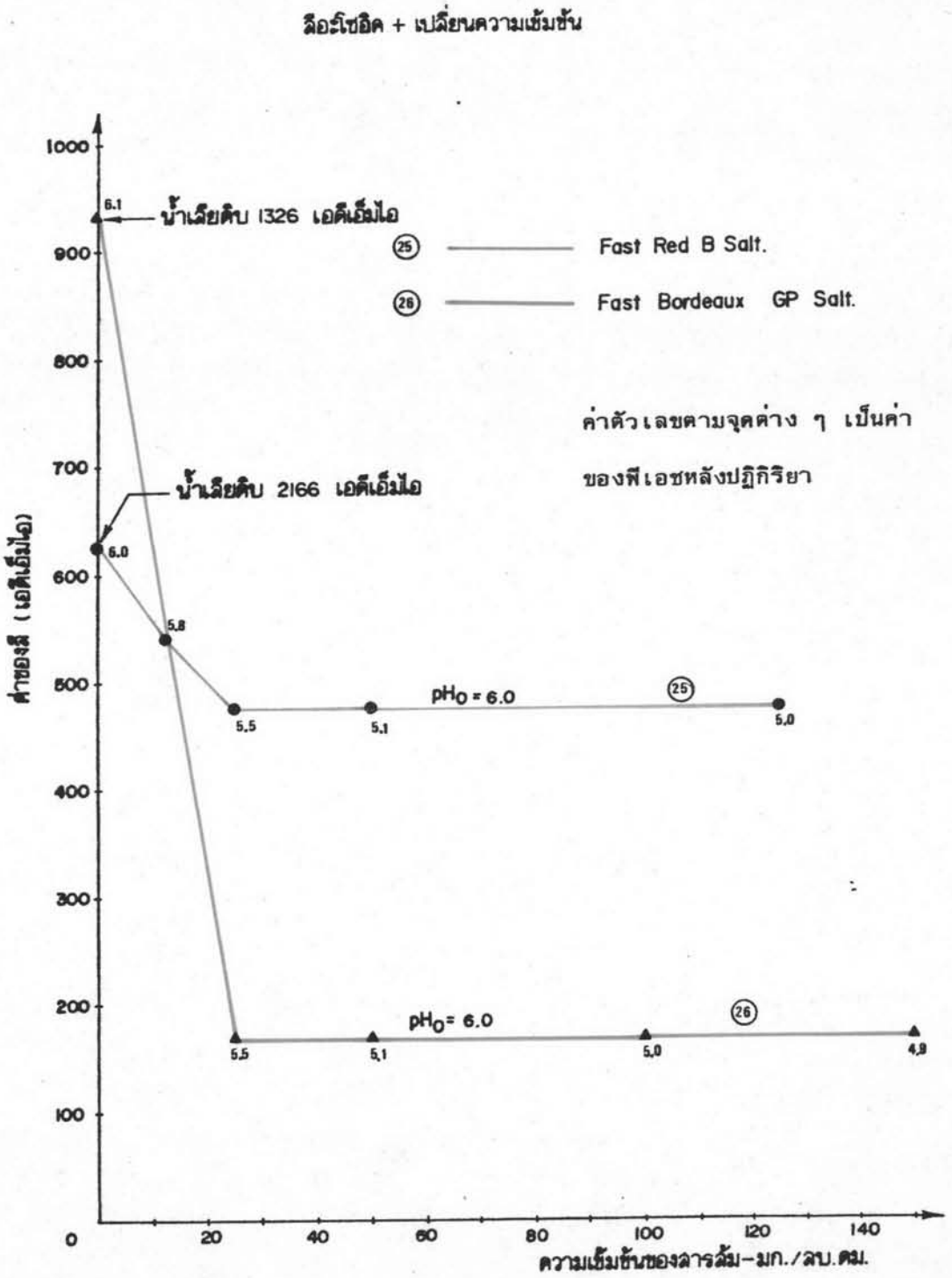
ผลของการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมอะโซอิคโดยใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนแสดงไว้ในรูปที่ 4.21 และ 4.22

พิจารณาตัวอย่างน้ำโทนสีแดง (ตัวอย่างหมายเลข 25) มีค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5.2-5.4 ประสิทธิภาพการกำจัดสีสามารถทำได้ถึง 71 % แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มมากเข้าไปอีก ประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะคงเดิมไม่เพิ่มขึ้น ทำให้การกำจัดสีของตัวอย่างน้ำโทนสีแดงนี้ไม่สามารถลดค่าสีลงต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอได้

พิจารณาตัวอย่างน้ำโทนสีแดงอมส้ม (ตัวอย่างหมายเลข 26) เกิดปัญหาในการทดลองกล่าวคือฟล็อคที่เกิดขึ้นไม่สามารถจมตัวลงตกตะกอนได้ในเวลาที่กำหนด (45 นาที) จึงได้เพิ่มเวลาในการตกตะกอนสำหรับตัวอย่างน้ำเสียชนิดนี้เป็น 2 ชั่วโมง ตะกอนฟล็อคที่เกิดขึ้นจึงเริ่มจมตัวลงมาบ้างผลที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.21 และ 4.22 นี้จึงแตกต่างไปจากตัวอย่างน้ำชนิดอื่น ประสิทธิภาพที่ได้ในการกำจัดสีทำได้ถึง 90 % และน้ำหลังบำบัดมีค่าสีต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอ



รูปที่ 4.21 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมอะโซอิคเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา



รูปที่ 4.22 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมอะโซอิคเทียบกับปริมาณสารส้ม

4.5.3 การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB

ผลการทดลองกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมอะไซอิคโดยใช้ปูนขาวและ MCHB เป็นตัวช่วยในการตกตะกอนแสดงไว้ในรูปที่ 4.23 และ 4.24

ตัวอย่างน้ำโทนสีแดงและแดงอมส้มมีประสิทธิภาพในการลดสีแตกต่างกันออกไปเช่นเดียวกันกับการใช้สารส้มเป็นตัวช่วยในการตกตะกอน พิจารณาตัวอย่างน้ำโทนสีแดง การกวนน้ำแต่เพียงอย่างเดียวสามารถลดค่าสีลงได้ 71 % โดยไม่ต้องใช้สารเคมีใด ๆ เข้าช่วย เมื่อเติมปูนขาวลงไปช่วยในการตกตะกอนประสิทธิภาพการกำจัดสีกลับลดลง ต่อเมื่อได้เติม MCHB เข้าไปช่วยอีกจึงทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีเพิ่มขึ้นแต่ไม่มากนัก ทั้งยังไม่สามารถลดค่าสีของน้ำหลังบำบัดให้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอได้

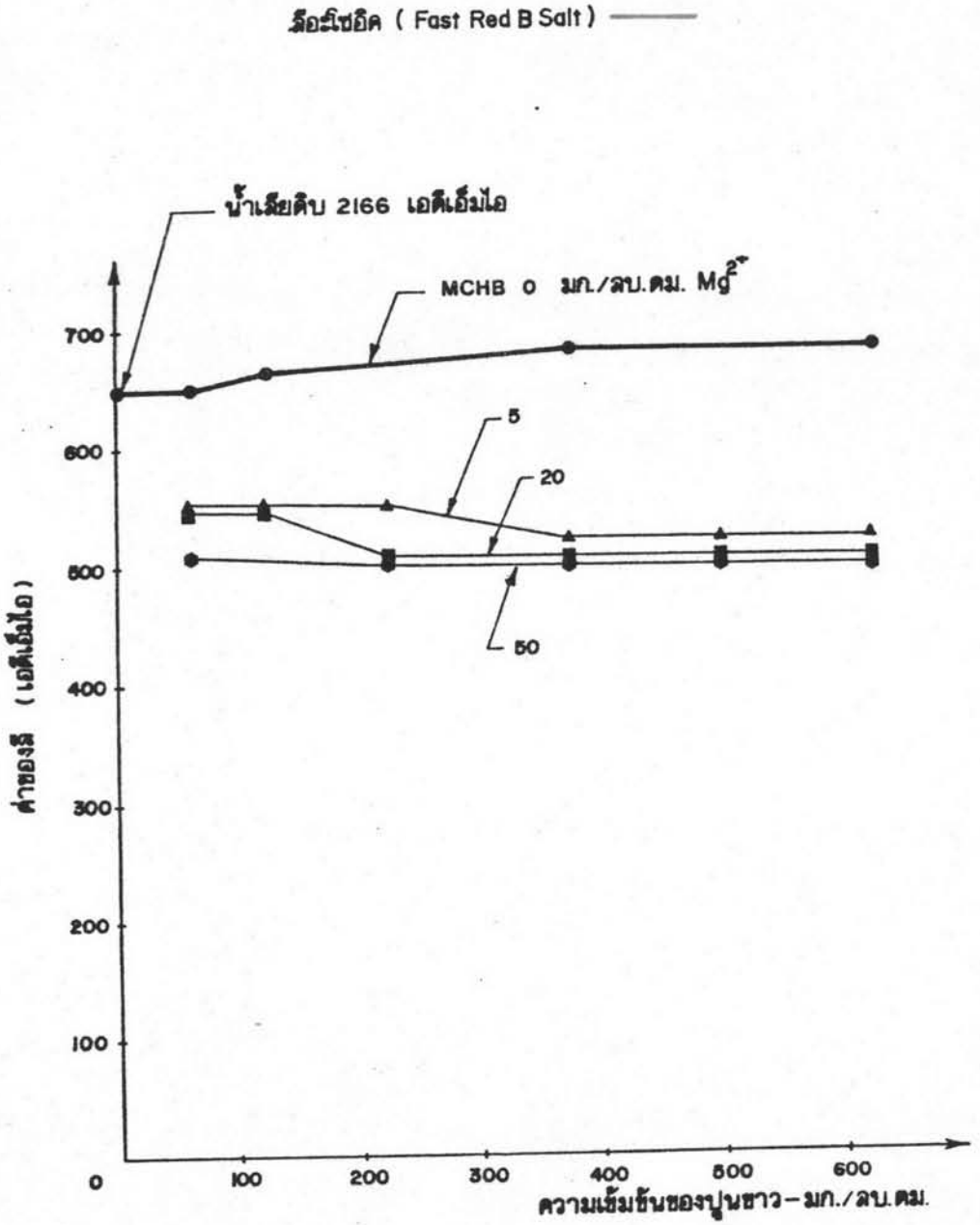
พิจารณาตัวอย่างน้ำโทนสีแดงอมส้ม (ตัวอย่างหมายเลข 26) การกวนแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถกำจัดสีลงได้ ต้องใช้สารเคมีเข้าช่วย การใส่ปูนขาวลงไปจะไปเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสี และเมื่อเพิ่ม MCHB เข้าช่วยในการตกตะกอน จะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงขึ้น

จากผลการทดลองกำจัดสีของสีย้อมอะไซอิค จะเห็นได้ว่าชนิดของตัวอย่างน้ำสังเคราะห์ทั้งสองชนิดให้ผลแตกต่างกันมาก ทั้งการใช้สารส้มหรือปูนขาวและ MCHB เป็นตัวช่วยในการตกตะกอน การใช้สารส้มกับตัวอย่างน้ำโทนสีแดงไม่เกิดปัญหาในเรื่องตะกอนเบาในขณะที่ตัวอย่างน้ำโทนสีแดงอมส้มเกิด การใช้ปูนขาวเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนจะไม่เพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำโทนสีแดง ในขณะที่โทนสีแดงอมส้มมีการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสูง และการใช้ MCHB เข้าช่วยไม่เพิ่มประสิทธิภาพขึ้นมากนัก แสดงว่าชนิดของโทนสีของสีย้อมอะไซอิคมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูง

4.6 การกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมเมททัลลิค

4.6.1 ลักษณะน้ำเสีย

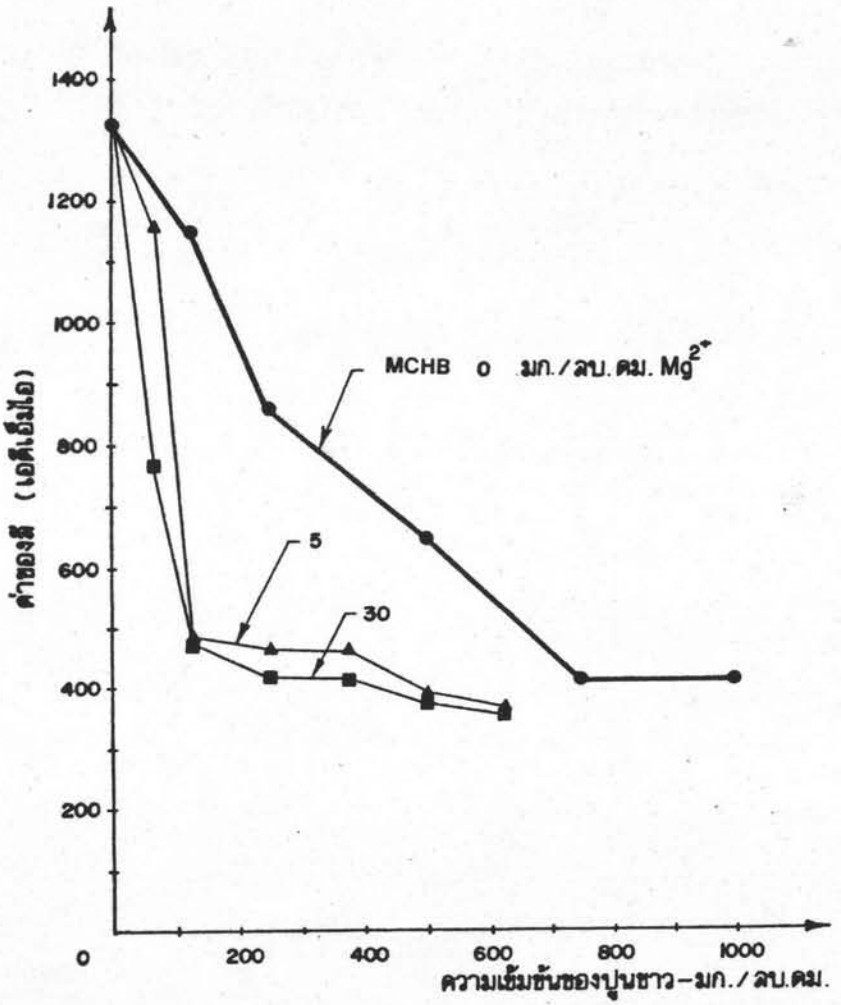
น้ำเสียที่เกิดจากการย้อมด้วยสีย้อมเมททัลลิคมีค่าสีไม่สูงมากใกล้เคียงกับสีย้อมแวต สีของน้ำเสียมีลักษณะค่อนข้างสดใส สารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำมีหลายประเภท



รูปที่ 4.23 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมอะโซอิค (Fast Red B Salt) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB

ลีอะโซอิค (Fast Bordeaux GP Salt) ——

(ตัวอย่างน้ำหมายเลข 26)



รูปที่ 4:24 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมอะโซอิค (Fast Bordeaux GP Salt) เทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB

และแต่ละประเภทมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป สารช่วยย้อมที่เป็นส่วนประกอบสำคัญได้แก่ ยูเรีย, โซเดียมคาร์บอเนต และ emulsifier

ตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนของน้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ ตัวอย่าง mb-27 และ MB-28

4.6.2 <u>การกำจัดสีโดยใช้สารส้ม</u>

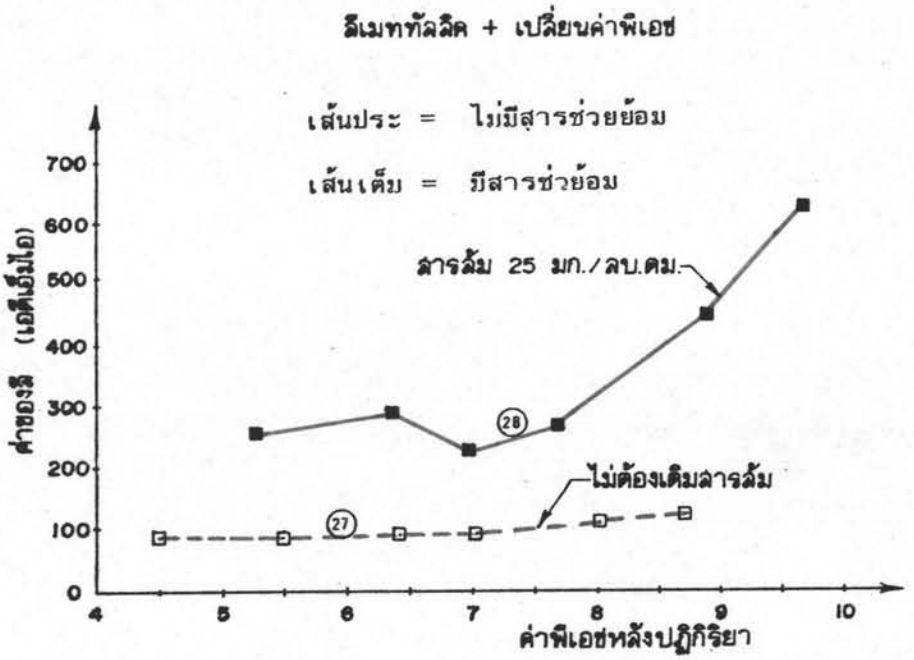
ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดมาจากสีย้อมเมททัลลิคโดยใช้สารส้มเป็นตัวช่วยให้เกิดตะกอนแสดงไว้ในรูปที่ 4.25 และ 4.26

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.25 พบว่าตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อม (mb-27) สามารถถูกกำจัดสีลงไปได้ถึง 90 % โดยไม่ต้องใช้สารส้มเข้าช่วย และช่วงพีเอชที่เหมาะสมมีค่ากว้างตั้งแต่ 5.0-9.0 ตัวอย่างน้ำหลังบำบัดมีค่าสีต่ำกว่า 100 เอดีเอ็มไอ ส่วนตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม (MB-28) จำเป็นต้องใช้สารส้มเข้าช่วยในการตกตะกอน แต่ต้องการสารส้มเพียง 25 มก./ลบ.ดม. ก็สามารถลดค่าสีลงได้ถึง 300 เอดีเอ็มไอ

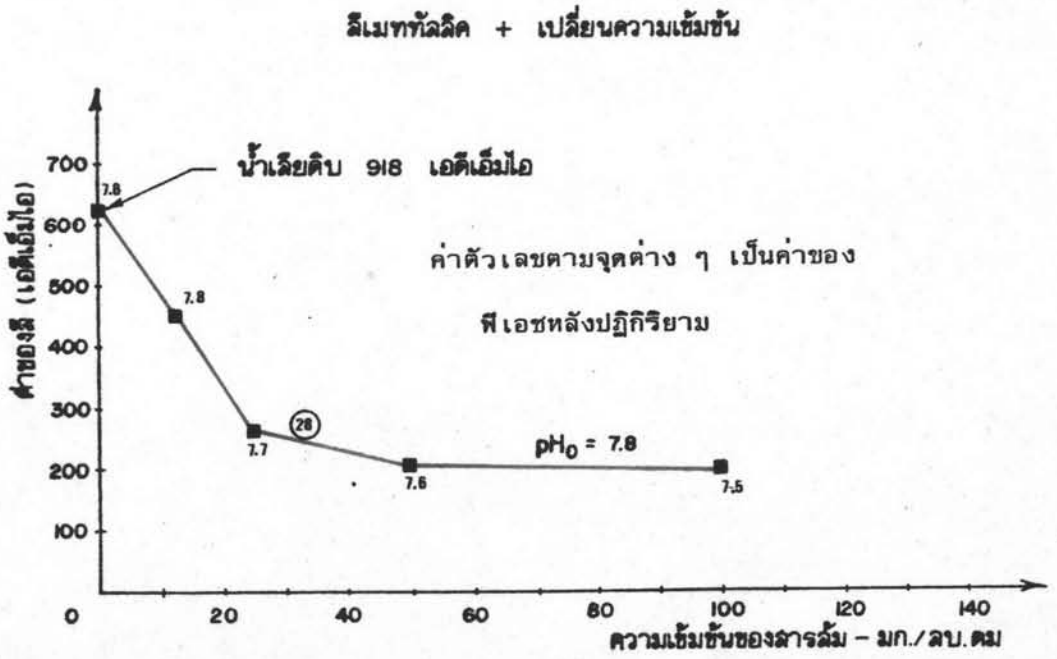
4.6.3 <u>การกำจัดสีโดยใช้ปูนขาวและ MCHB</u>

ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 4.27 สำหรับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีสารช่วยย้อมสามารถลดค่าสีให้ต่ำประมาณ 120 เอดีเอ็มไอได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี การเติมปูนขาวลงไปช่วยในการตกตะกอนไม่ทำให้ค่าสีของน้ำต่ำลงไปกว่าเดิมได้

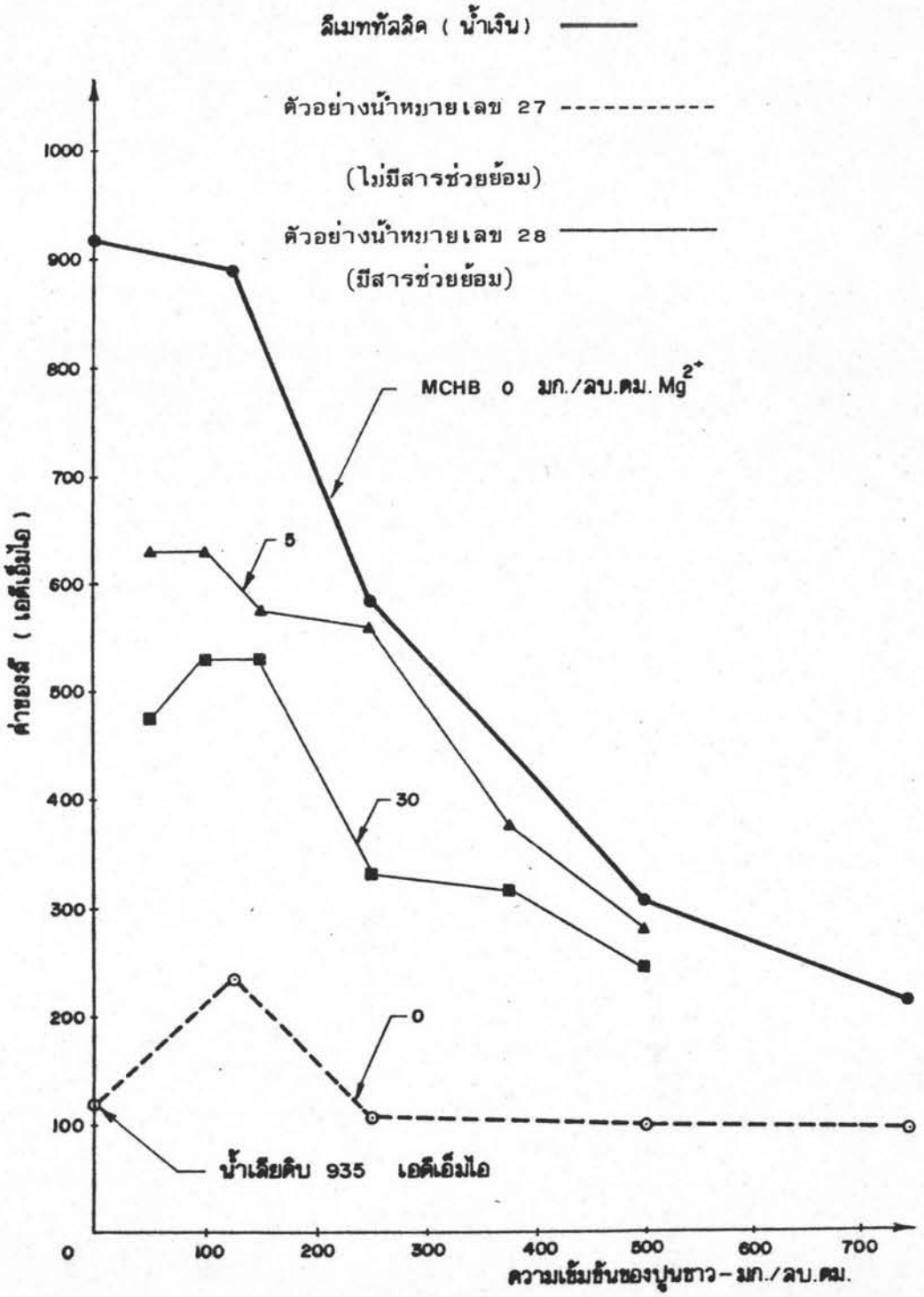
ส่วนตัวอย่างน้ำที่มีสารช่วยย้อม การกวนแต่เพียงอย่างเดียวไม่ทำให้ค่าสีในน้ำลดลงต้องใช้ปูนขาวเข้าช่วย ประสิทธิภาพการกำจัดสีจะดีขึ้นตามปริมาณปูนขาวที่เพิ่มขึ้น และที่ปริมาณปูนขาว 500 มก./ลบ.ดม. สามารถลดสีของตัวอย่างน้ำลงได้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอและเมื่อเพิ่ม MCHB เข้าไปช่วยประสิทธิภาพจะดีขึ้นเช่นเดียวกันกับผลการทดลองตัวอย่างน้ำอื่น ๆ



รูปที่ 4.25 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมเมททัลลิคเทียบกับค่าพีเอชหลังปฏิกิริยา



รูปที่ 4.26 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมเมททัลลิคเทียบกับปริมาณสารส้ม



รูปที่ 4.27 ผลการกำจัดสีของน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมเมททัลลิคเทียบกับปริมาณปูนขาวและ MCHB

จะเห็นได้ว่าสำหรับการกำจัดสีของตัวอย่างน้ำที่เกิดจากสีย้อม เมททัลลิค สามารถกำจัดสีลงได้ต่ำกว่า 300 เอดีเอ็มไอ ไม่ว่าจะใช้สารเคมีตัวใดก็ตาม แต่สารที่น่าจะเลือกใช้ควรเป็นสารส้มอีกเช่นกันโดยพิจารณาจากปริมาณสารเคมีที่ใช้