บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการกำจัดสีของน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้าด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์อย่างเดียว และโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ พบว่า เมื่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีเท่ากัน ความเข้มของสีไม่จำเป็นจะต้องเท่ากันด้วย เนื่องจากน้ำเสียแต่ละโทนสีแต่ละประเภทมีความเข้มของสีต่างกัน เมื่อนำมาทดลองแล้ว จะลดความเข้มของสีได้ค่าหนึ่ง เช่น สีหนึ่งที่เข้มน้อยอาจจะมีการลดของสีลงมาก แต่อีกสีที่มีความเข้มมาก เมื่อผ่านกระบวนการตกตะกอนแล้ว ความเข้มของสีก็ยังสูงอยู่ แต่เมื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพในการกำจัดสีแล้ว อาจจะได้ค่าร้อยละของการกำจัดสีที่เท่ากัน

จากผลจากการทดลองในครั้งนี้ เห็นได้ว่าการที่ PAC1 และโพลีเมอร์มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

5.1 ประเภทของสีย้อม

จากผลการทดลองในครั้งนี้เห็นได้ว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดสีแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับประเภทสีย้อม ตัวอย่างเช่น น้ำเสียประเภทรีแอคทีฟ ,เอซิด ,ไดเร็กท์ กล่าวโดยทั่วไปได้ว่าไม่สามารถกำจัดสีออกไปได้เลย แม้ว่าจะใช้ปริมาณสารเคมีมากเพียงใด ในทางตรงกันข้ามน้ำเสียอันเกิดจากสีย้อมประเภทดิสเพิส สามารถถูกกำจัดได้มาก และน้ำที่ได้ก็จะมีลักษณะใสแทบจะไม่มีสีหลงเหลืออยู่ โดยใช้ปริมาณสารเคมีไม่มากนัก

จากประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสียแต่ละประเภทที่แตกต่างกันอย่างมากนี้ อาจกล่าวได้ว่าประเภทของสีย้อมเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการกำจัดสี

เมื่อพิจารณาจากประเภทของสีย้อม และจากผลการทดลองที่ได้รับ สามารถนำมาอธิบาย

ได้ว่า สมบัติในการละลายน้ำของสีย้อมประเภทต่าง ๆ มีส่วนทำให้การกำจัดสีแตกต่างกันไป ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสีประเภทที่ละลายน้ำได้ดี เช่น สีรีแอคทีฟ สีเอซิด สีไดเร็กท์ การกำจัดสีออกไปจากน้ำเสียเป็นไปได้โดยยากกว่าสีที่ไม่ละลายน้ำ เช่น สีดิสเพิส ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากอนุภาคของสีที่ละลายน้ำได้ดี น่าจะเป็นอนุภาคไฮโดรฟิลิกคอลลอยด์ซึ่งมีโมเลกุลของน้ำห้อมล้อมอยู่ โมเลกุลของน้ำจะเป็นตัวการขัดขวางไม่ให้อนุภาคของสีเข้าใกล้กัน จึงต้องใช้แรงเป็นจำนวนมากในการทำให้อนุภาคสีเกาะจับตัวกันเป็นกลุ่มเป็นก้อน ดังนั้น จึงต้องใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากในกระบวนการตกตะกอน ส่วนสีที่ไม่ละลายน้ำน่าจะจัดอยู่ในกลุ่มอนุภาคไฮโดรโฟบิกคอลลอยด์ ซึ่งไม่มีโมเลกุลของน้ำเป็นสิ่งกีดขวาง และน่าจะเป็นอนุภาคที่สามารถแยกออกจากน้ำได้ง่ายกว่าไฮโดรฟิลิกคอลลอยด์ ปริมาณสารเคมีที่ใช้ก็จะน้อยกว่า ดังนั้น การตกตะกอนสีประเภทนี้จึงทำได้ง่ายกว่า

5.2 โทนสี

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในบทที่ 4 เห็นได้ว่าน้ำเสียอันเกิดจากสีย้อมประเภทเดียวกัน บางโทนสีถูกกำจัดได้มาก บางโทนสีจะถูกกำจัดได้น้อยมาก ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า น้ำเสียอันเกิดจากสีย้อมประเภทเดียวกันมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ไม่เท่ากัน ถ้าชนิดของโทนสีแตกต่างกัน

การที่ประสิทธิภาพในการกำจัดสีของสีย้อมในแต่ละโทนสีแตกต่างกัน อาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจากโครงสร้างโมเลกุลของแต่ละโทนสีมีส่วนประกอบปลีกย่อยที่แตกต่างกันไป โดยที่การเกาะติดของ side chain บางชนิดบนโมเลกุลของสีเป็นตัวทำให้เกิดสีขึ้น แต่เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งที่เกาะก็จะทำให้ได้โทนสีที่แตกต่างกันออกมาด้วย (สมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ, 2525) และทำให้รูปร่างของโครงสร้างโมเลกุลแตกต่างกันไป การเกาะของอนุภาคในตำแหน่งที่ต่างกันไป จะทำให้ประจุไฟฟ้าบนผิวอนุภาคมากน้อยแตกต่างกันไป ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีในแต่ละโทนสีโดยกระบวนการตกตะกอนแตกต่างกันไป

5.3 สารช่วยย้อม

ในการทดลองนี้เป็นการนำน้ำเสียจริงจากหม้อต้มย้อมมาทำการทดลอง ดังนั้น น้ำเสียเหล่านี้ นอกจากจะมีสีเป็นส่วนประกอบแล้ว ยังมีสารช่วยย้อมประเภทต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบ

เพิ่มเติม แต่จากการทดลองครั้งนี้ไม่ได้มีการสังเคราะห์น้ำเสียที่ไม่ได้ใส่สารช่วยย้อมมาเปรียบเทียบในการทดลองมายืนยันถึงอิทธิพลของสารช่วยย้อม แต่จากการวิจัยที่ผ่านมาโดยสมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ (2525) ได้ศึกษาการกำจัดสีน้ำเสียจากน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีสารช่วยย้อมและไม่มีสารช่วยย้อมโดยใช้แมกเนเซียมไฮเดรทเบสิค ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.13 ก็อาจกล่าวได้ว่าสารช่วยย้อมมีอิทธิพลเป็นอย่างมากที่ทำให้การกำจัดสีของน้ำเสียเป็นไปได้ยากกว่าน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยย้อม สำหรับสารช่วยย้อมมีผลทำให้การกำจัดสีเป็นไปได้โดยยาก อธิบายได้ว่า สารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียอาจจะไปเพิ่มอัตราการละลายของตัวสีย้อม ทำให้สมบัติของอนุภาคสีย้อมเพิ่มแนวโน้มในการที่จะเป็นอนุภาคไฮโดรฟิลิกมากขึ้น หรืออาจจะเป็นเพราะว่าสารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่เป็นตัวทำให้ประจุไฟฟ้าที่ผิวของอนุภาคสีย้อมมากขึ้น ซึ่งเป็นต้นเหตุให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีลดลง และจะต้องใช้ปริมาณสารเคมีในการกำจัดสีเพิ่มขึ้น

5.4 ปริมาณสารเคมี

ในสีบางประเภท เมื่อใช้ปริมาณสารเคมีมากขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดสีก็จะมากขึ้นด้วย เช่น ดิสเพิส แต่สีบางประเภทเมื่อเพิ่มปริมาณสารเคมีลงไปจำนวนมาก นอกจากจะไม่ทำให้การกำจัดสีดีขึ้น บางครั้งอาจไปเพิ่มความขุ่นทำให้การวัดความเข้มของสีผิดไป เช่น สีรีแอคทีฟบางโทนสี เนื่องจากกลไกในการเกิดปฏิกิริยานี้จะเป็นกลไกการสร้างผลึกสารขึ้นมา ให้อนุภาคเกาะจับ (sweep floc coagulation) โดยที่อนุภาคของสีซึ่งมีประจุลบจะเป็นแกนให้ Al^{+3} เกาะ เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้กับอนุภาคทำให้เกิดการสูญเสียเสถียรภาพ อนุภาคของสีจะตกตะกอนลงมา กลไกนี้จะเกิดขึ้นได้ดีกับอนุภาคไฮโดรโฟบิกมากกว่าไฮโดรฟิลิก

การใช้ PACl มากเกินไป จะทำให้เกิดกระบวนการ restabilization และทำให้ตกตะกอนไม่หมด ดังนั้น ในการทดลองเมื่อน้ำเสียบางประเภทผ่านกระบวนการตกตะกอนด้วยจาร์เทสต์แล้ว จะทำให้เกิดความขุ่นมากขึ้นเนื่องจากปริมาณสารเคมีไม่เหมาะสมนั่นเอง

ในการใช้โพลีเมอร์เป็นสารช่วยตกตะกอน ในการทดลองใช้ Zetag-63 ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ น้ำหนักโมเลกุลสูง โพลีเมอร์จะทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างอนุภาคของสีหลาย ๆ ตัว เพื่อให้อนุภาคของสีมารวมกันแล้วตกตะกอนลงมา จากการทดลองครั้งนี้โพลีเมอร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกำจัดสีประเภทดิสเพิสได้ดี แต่จะไม่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสีประเภทที่ละลายน้ำได้ เพียงแต่เป็นทำให้การรวมตัวของตะกอนมี

ขนาดใหญ่ขึ้นการตกตะกอนเร็วยิ่งขึ้น

5.5 พีเอช

พีเอชที่เหมาะสม จะทำให้ PACl ทำปฏิกิริยาได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากกลไกการตกตะกอนในการวิจัยครั้งนี้เป็นกลไกแบบกวาด (sweep floc coagulation) พีเอชจะมีบทบาทที่สำคัญต่อความสามารถในการตกผลึกตะกอนของสาร ซึ่งโคแอกกูแลนท์แต่ละตัวจะมีพีเอชเหมาะสมต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาของสารเคมีเสมอ (Bratby,1979) สำหรับค่าพีเอชที่เหมาะสมในกรณีต่างประเภทสีต่างโทนสี จะมีค่าแตกต่างกันไปโดยผู้วิจัยยังไม่ทราบถึงสาเหตุหรือปัจจัยของปัญหา

5.6 การประมาณราคาค่าสารเคมีสำหรับการกำจัดสีแต่ละประเภท

ก่อนอื่นจะต้องตระหนักว่าค่าสารเคมีจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพิจารณาค่าสารเคมีขั้นต้น ที่เป็นผลจากการทดลองที่ได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการทดลองเท่านั้น นอกจากนี้ตัวอย่างน้ำเสียนี้จะเป็นตัวอย่างน้ำเสียที่เป็นตัวแทนเฉลี่ยของน้ำเสียที่ออกมาจากโรงย้อมเฉพาะแห่งเท่านั้น ซึ่งโรงย้อมแห่งอื่น ๆ อาจจะมีส่วนประกอบของสีที่แตกต่างไปจากนี้ อย่างไรก็ตาม การประเมินค่าสารเคมีขั้นต้นในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการตัดสินใจ ในการเลือกสารเคมีดังกล่าว ที่จะนำมาใช้ในการกำจัดสีน้ำเสียจากโรงย้อมผ้า และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานกับโรงงานอื่น ๆ ถ้าผู้นำไปใช้เข้าใจในภาวะการณ์ที่แตกต่างกันของน้ำเสียที่ออกมาจากโรงงานแต่ละแห่ง

ราคาของสารเคมีแต่ละชนิดที่ในการกำจัดสีของน้ำเสียแต่ละประเภท ที่จะนำไปใช้ในภาคสนามแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 และราคาของสารเคมีที่ต้องใช้จ่ายในการกำจัดสีของน้ำเสียแต่ละชนิด แสดงไว้ในรูป 5.1 - 5.4

ตารางที่ 5.1 ราคาของสารเคมีที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ พ.ศ. 2535

ชนิดของสารเคมี	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	% เนื้อสาร
โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์*	60.00	30 as Al_2O_3
ชีแทก - 63**	250.00	100
กรดซัลฟูริก***	6.50	98
โซเดียมไฮดรอกไซด์***	9.50	50

หมายเหตุ เป็นปริมาณที่ซื้อขายในปริมาณมากจาก * บ.โกชูเคมิคอล

** บ. ล็อกซเลย์(ประเทศไทย)จำกัด

***บ.เทสต์เทค จำกัด

การประเมินค่าสารเคมีขั้นต้นนี้ (ดูภาคผนวก ง) เป็นการนำผลที่ได้จากการทดลองหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการกำจัดสีน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้า โดยรวมถึงค่าสารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำย้อมให้ได้พีเอชหลังปฏิกิริยาที่เหมาะสม และในการประเมินราคาสารเคมีครั้งนี้ได้คำนึงถึงว่าโทนสีใดเมื่อใส่โพลีเมอร์ร่วมในการตกตะกอนแล้ว ประสิทธิภาพในการกำจัดสีไม่เพิ่มขึ้นก็จะประเมินค่าสารเคมีเฉพาะ PACl เท่านั้น แต่ถ้าโทนสีใดเมื่อเติมโพลีเมอร์ลงไปแล้วทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีเพิ่มขึ้นจากเดิม ก็จะประเมินราคาของโพลีเมอร์ร่วมด้วย

ก) น้ำเสียประเภทรีแอคทีฟ

จากรูป 5.1 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทรีแอคทีฟ 1 ลบ.ม. จะมีราคาตั้งแต่ 30 บาท จนถึง 75.60 บาท เมื่อเปรียบเทียบราคากับประสิทธิภาพในการกำจัดสีแล้ว จะเห็นว่าราคาจะอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง เนื่องจากประสิทธิภาพในการกำจัดสีประเภทนี้ค่อนข้างต่ำ น้ำเสียหลังจากผ่านกระบวนการตกตะกอนก็ยังคงมีความเข้มของสีสูงอยู่

ข) น้ำเสียประเภทเอซิด

จากรูป 5.2 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทเอซิด 1 ลบ.ม. จะมีราคาตั้งแต่ 30 บาท จนถึง 546.76 บาท เมื่อเปรียบเทียบราคากับประสิทธิภาพการกำจัดสี จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะอยู่ในเกณฑ์สูงโดยเฉพาะน้ำเสียโทนสีดำ (ยกเว้น น้ำเสียโทนสีเขียว จะมีประสิทธิภาพการกำจัดสีสูงกว่าสีโทนอื่น) เนื่องจากน้ำเสียหลังจากผ่านกระบวนการตกตะกอนแล้วก็ยังมีความเข้มของสีสูงอยู่

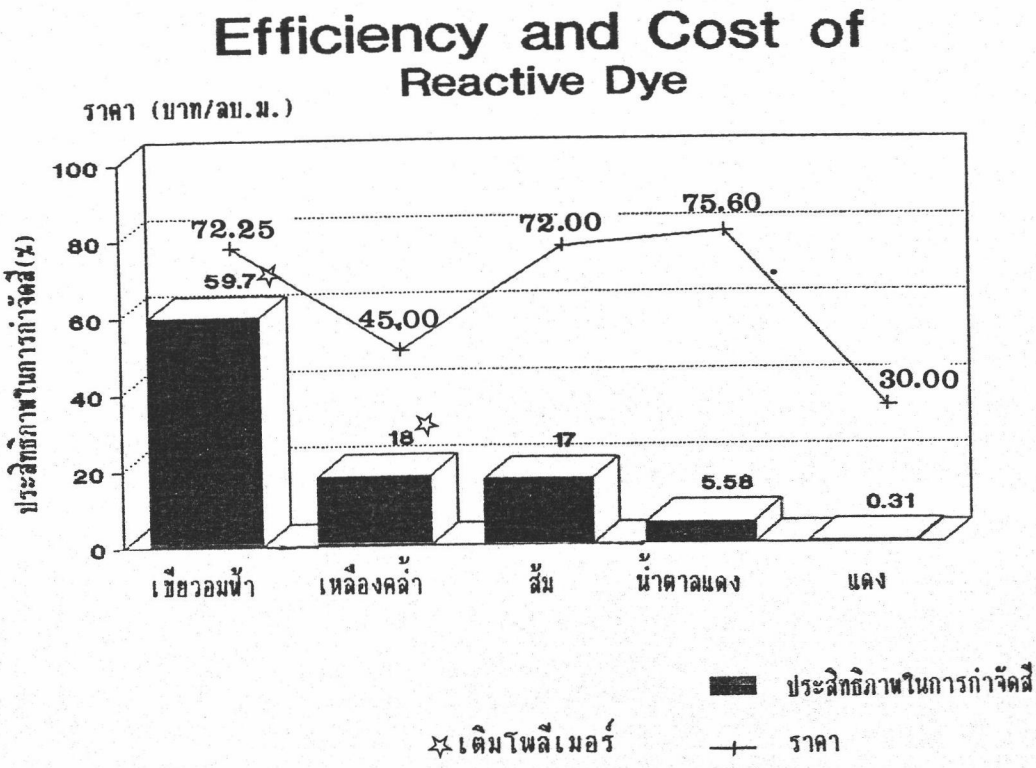
ค) น้ำเสียประเภทไดเร็กท์

จากรูป 5.3 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทเอซิด 1 ลบ.ม. จะมีราคาตั้งแต่ 36.26 บาท จนถึง 202.80 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการกำจัดสี ปรากฏว่ามีเพียงโทนสีน้ำตาลเพียงโทนสีเดียวที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้สูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์

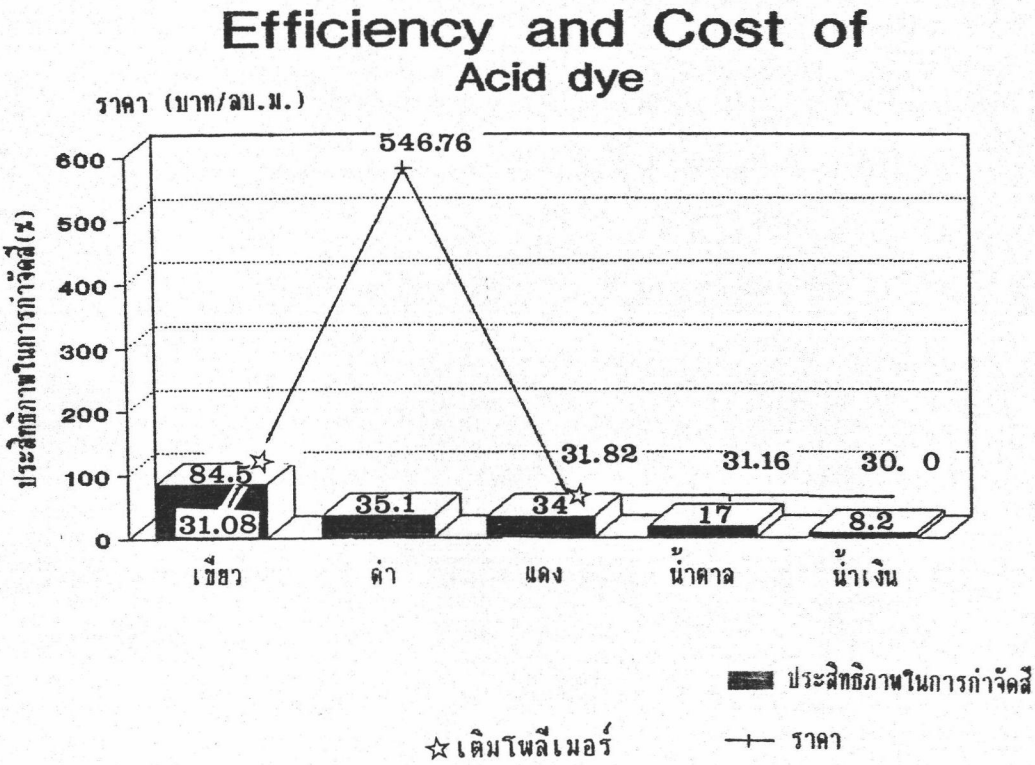
ง) น้ำเสียประเภทดิสเพิส

จากรูป 5.4 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทเอซิด 1 ลบ.ม. จะมีราคาตั้งแต่ 7.40 บาท สำหรับโทนสีส้ม จนถึงสูงสุด คือ 92.93 บาท สำหรับโทนสีน้ำเงินซึ่งเป็นโทนสีที่มืดทึบกล่าวได้ว่า PACl และโพลีเมอร์จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทนี้

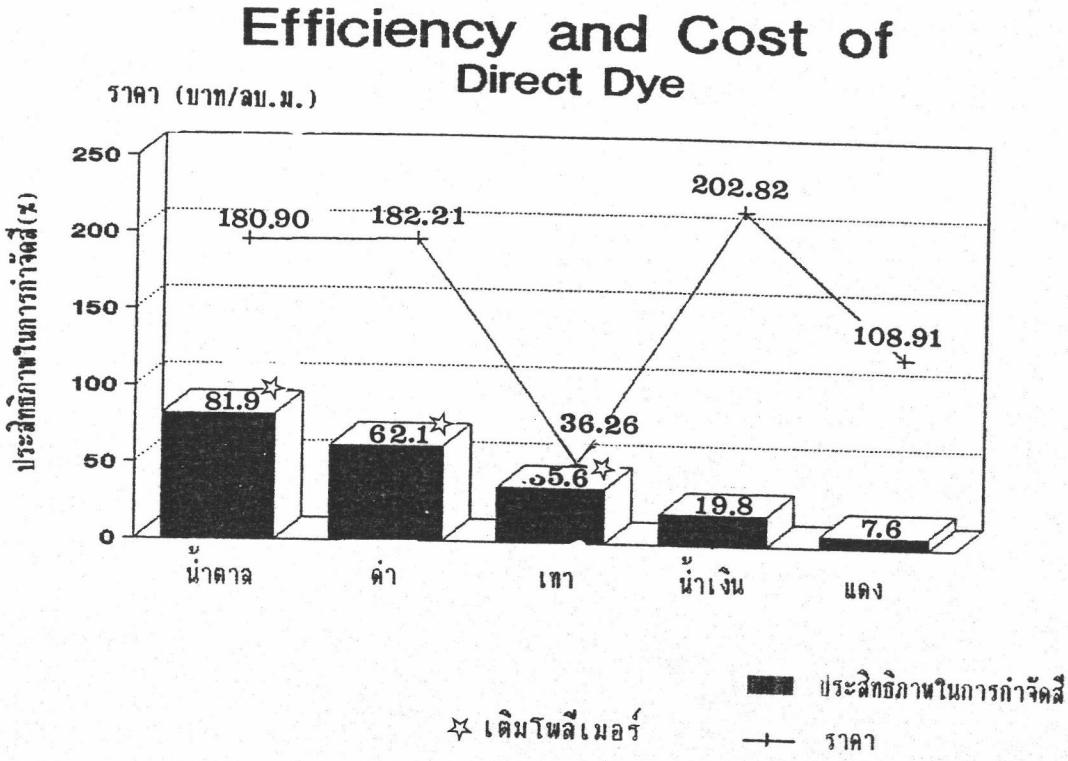
จากการทดลองดังกล่าว จะเห็นได้ว่า PACl และโพลีเมอร์จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทดิสเพิสซึ่งเป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ น้ำเสียหลังจากผ่านกระบวนการตกตะกอนแล้วจะมีความเข้มของสีลดลงจนสังเกตเห็นได้ ดังนั้น หากปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะแล้วก็จะไม่ทำให้สภาพทางกายภาพของแหล่งน้ำนั้นเปลี่ยนแปลงจนเกิดความรู้สึกว่าเป็นที่น่ารังเกียจของผู้พบเห็น จึงถือได้ว่า PACl และโพลีเมอร์มีประโยชน์ในทางสิ่งแวดล้อมหากนำมาใช้ในการกำจัดสีประเภทดิสเพิส



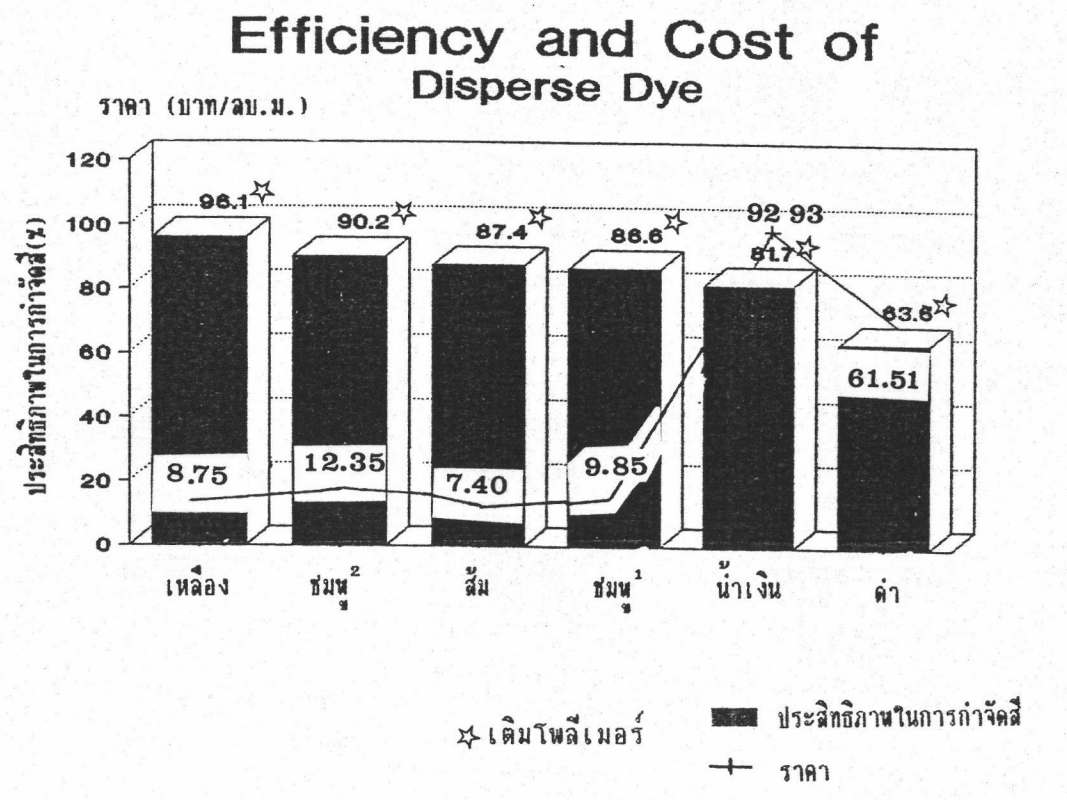
รูปที่ 5.1 ราคาและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทรีแอคทีฟ



รูปที่ 5.2 ราคาและและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทเอซิด



รูปที่ 5.3 ราคาและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทไดเร็กท์



รูปที่ 5.4 ราคาและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทดิสเพิส