

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง และวิจารณ์

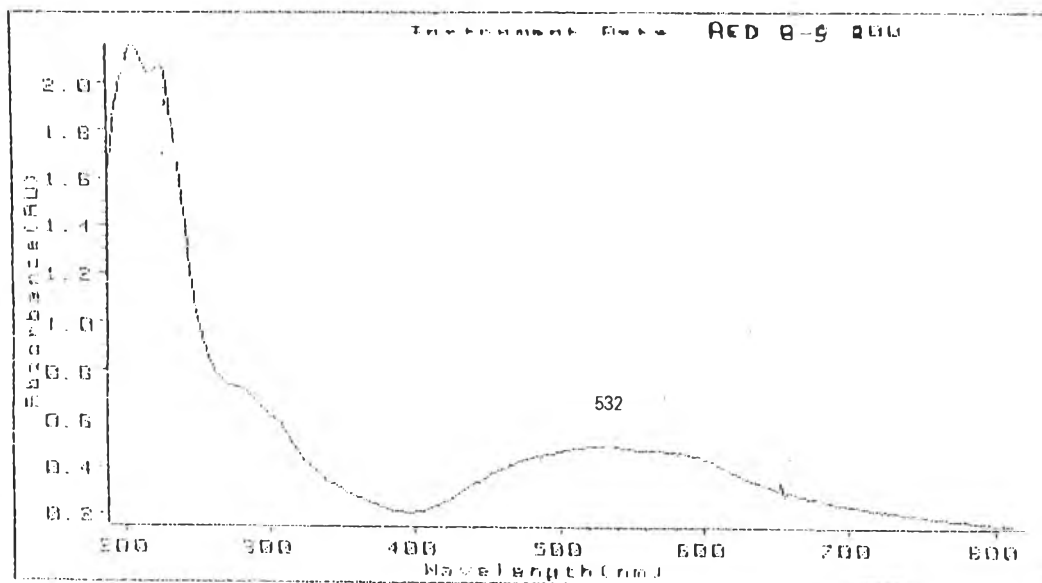
#### 4.1 การศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดิน, สารตกตะกอน และการใช้แร่ดินร่วมกับสารตกตะกอนในการแยกสีย้อมออกจากสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

##### 4.1.1 การศึกษาสมบัติของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

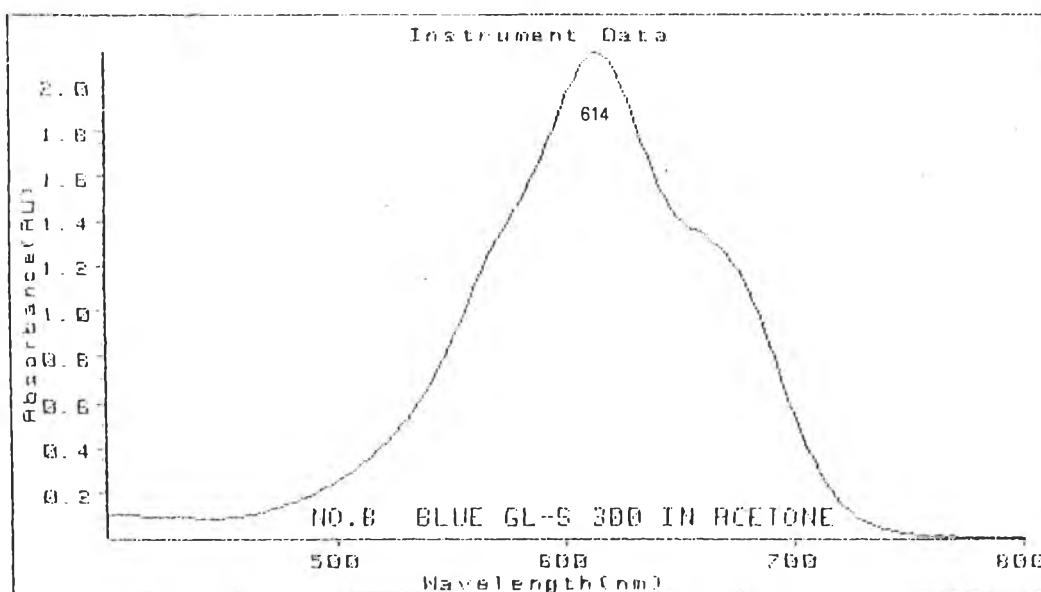
โดยการนำสารละลายสีย้อมมาตรฐานจากข้อ 3.4.1.2-3.4.1.3 ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ สารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200, BLUE GL-S 300, LIGHT ROSE FR, BLUE BRL, RED HE 7B และBLUE HA มาศึกษาสมบัติต่างๆ ซึ่งได้แก่ ประเภทของสีย้อม, สมบัติทางกายภาพของสีที่สังเกตได้, ค่าความขาวคลิ่น ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด, ค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความขาวคลิ่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด และค่าพีเอช สรุปผลไว้ดังตารางที่ 4.1 - 4.2 และรูปที่ 4.1-4.6

ตารางที่ 4.1 ค่าความขาวคลิ่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด, ค่าการดูดกลืนแสง และค่าพีเอชของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

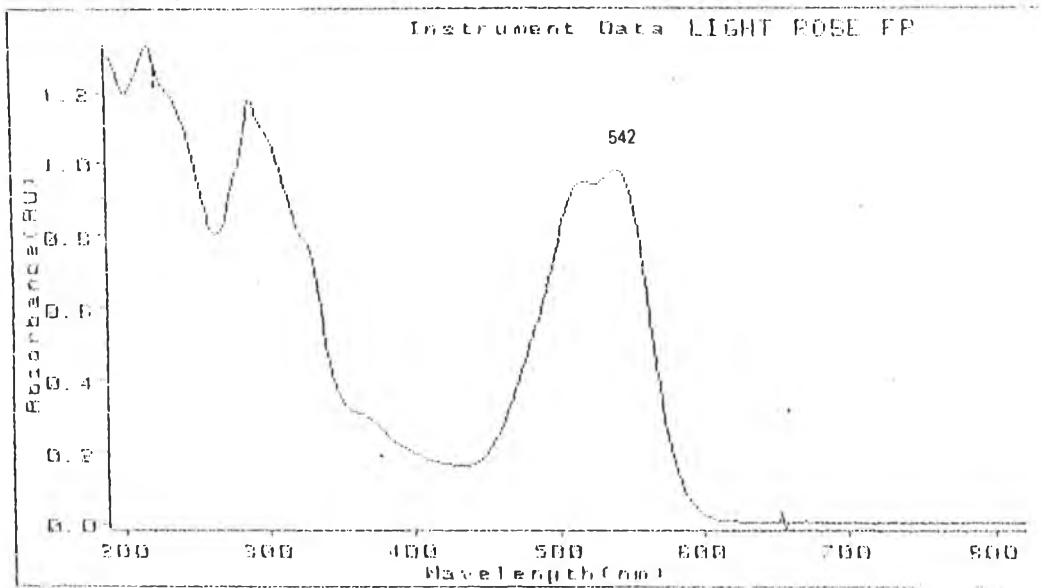
สารตัวอย่าง	ความขาวคลิ่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (นาโนเมตร)	ความเข้มข้นของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน (พีพีเอ็ม)	ค่าการดูดกลืนแสง	พีเอช
RED B-S 200	532	50	0.4898	6.76
BLUE GL-S 300	614	50	0.2382	6.63
LIGHT ROSE FR	542	50	0.6225	7.49
BLUE BRL	572	50	0.9198	7.30
RED HE 7B	542	50	1.0258	7.20
BLUE HA	664	50	1.8411	6.60



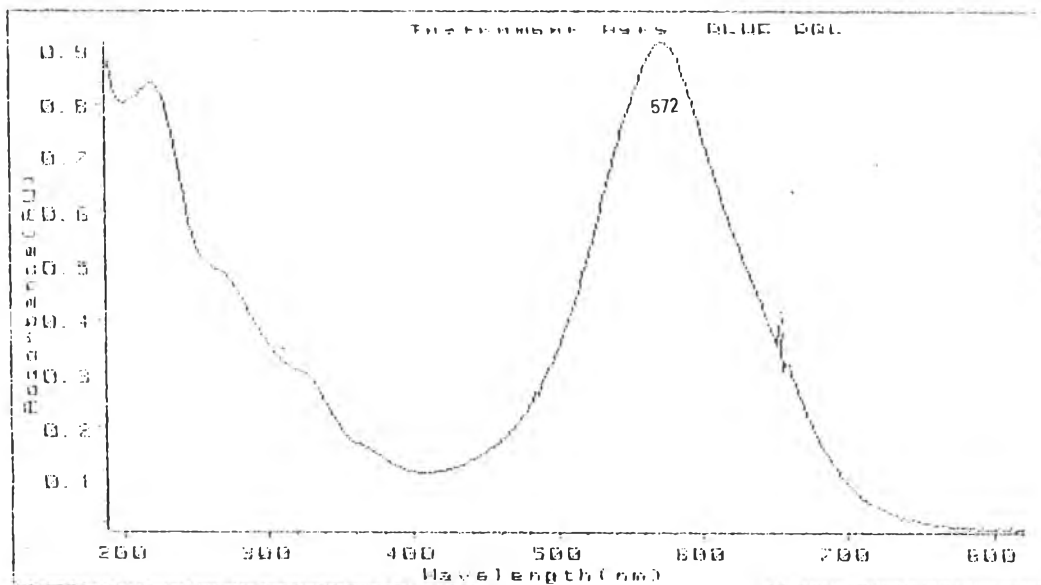
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200



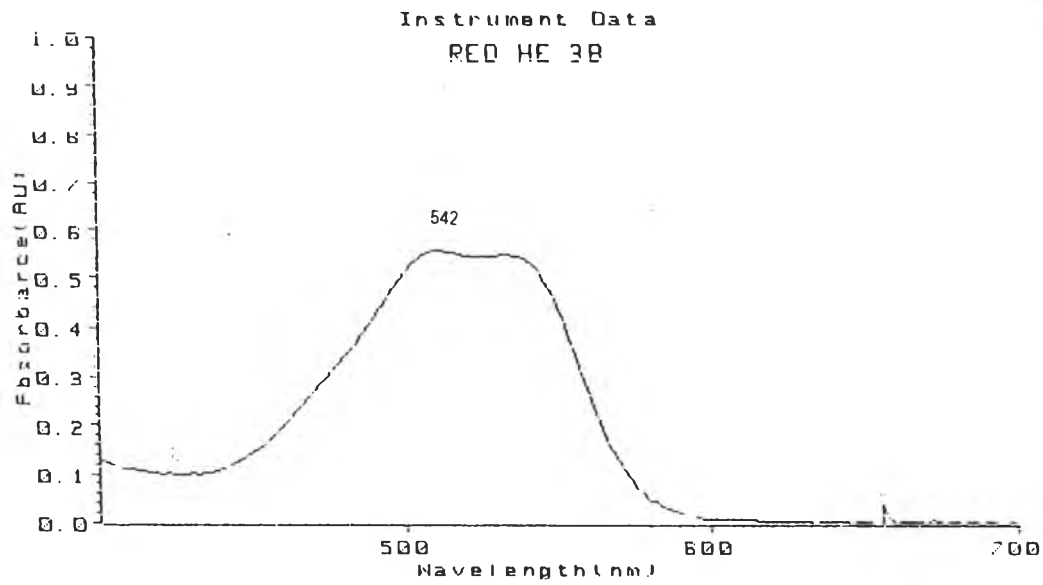
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน BLUE GL-S 300



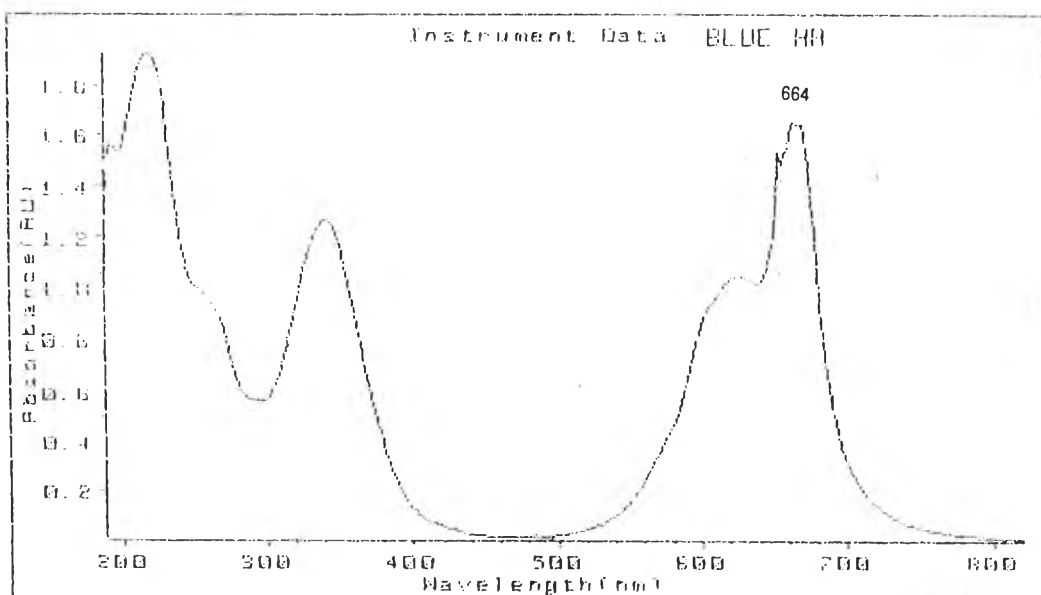
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน LIGHT ROSE FR



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน BLUE BRL



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน RED HE 7B



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน BLUE HA

ตารางที่ 4.2 ประเภทและสมบัติทางกายภาพที่สังเกตได้ของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

สารตัวอย่าง	COLOR. INDEX NAME	ประเภทของเส้นใยที่ใช้ย้อม	สีที่สังเกตได้
RED B-S 200	DISPERSE RED 165	POLYESTER, ACETATE	BLUISH RED
BLUE GL-S 300	DISPERSE BLUE 27	POLYESTER, ACETATE	DULL BLUE
LIGHT ROSE FR	DIRECT RED 227	CELLULOSE	BRIGHT BLUISH RED
BLUE BRL	DIRECT BLUE 201	CELLULOSE	DAYLIGHT BLUE
RED HE 7B	REACTIVE RED 4	ACETATE, ACRYLIC, POLYESTER	BRIGHT BLUISH RED
BLUE HA	REACTIVE BLUE 39	ACETATE, ACRYLIC, POLYESTER	BLUE

#### 4.1.2 การปรับค่าพีเอชของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการนำสารละลายสีย้อมมาตรฐานจากข้อ 3.4.1.2-3.4.1.3 ทั้ง 6 ชนิด มาศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีย้อมมาตรฐานตามวิธีการทดลองในข้อ 3.5.1.2 จากการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3-4.4 และรูปที่ 4.7 พบว่าค่าพีเอชมีอิทธิพลต่อสารละลายสีย้อมมาตรฐาน เนื่องจากค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป โดยค่าการดูดกลืนแสงดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามค่าพีเอชที่สูงขึ้น จนกระทั่งถึงค่าพีเอชปกติของสารละลายสีย้อมมาตรฐานนั้น จากนั้นค่าการดูดกลืนแสงจะลดลงเรื่อยๆ ในขั้นตอนการศึกษานี้พบว่าสารละลายสีย้อมมาตรฐานบางชนิดมีสีเปลี่ยนไปจากเดิม แต่เมื่อทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นตั้งต้นของสีแต่ละชนิด จะไม่พบว่ามี การเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนแต่อย่างใด ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ น่าจะเกิดขึ้นเนื่องจากการที่โครงสร้างของสีย้อมมีการเปลี่ยนแปลงไป

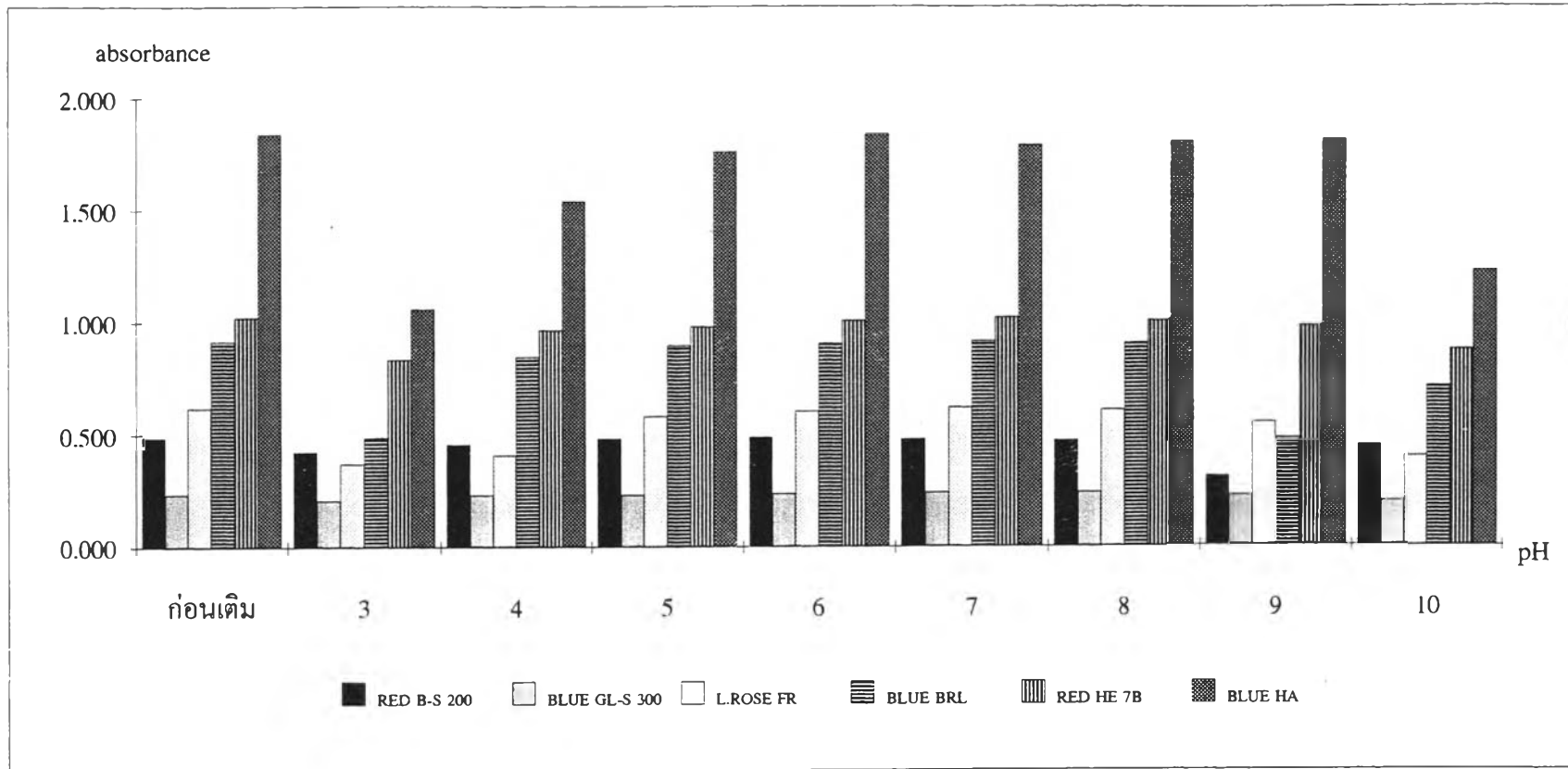
ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและลักษณะทางกายภาพของสีที่สังเกตได้

ของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

ค่าพีเอช	ลักษณะทางกายภาพของสีที่สังเกตได้ของสารละลายสีข้อม 6 ชนิด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
3	แดงชมพู	น้ำเงินม่วง	ชมพู	ม่วงฟ้า	ชมพูบานเย็น	ฟ้า
4	แดงชมพู	น้ำเงินม่วง	ชมพู	ม่วงฟ้า	ชมพูบานเย็น	ฟ้า
5	แดงชมพู	น้ำเงินม่วง	ชมพู	ม่วงฟ้า	ส้มแดง	ฟ้า
6	แดงชมพู	น้ำเงินม่วง	ชมพู	ม่วงฟ้า	ส้มแดง	เขียวเทา
7	แดงส้ม	น้ำเงินแกมเขียว	ชมพู	ฟ้าม่วง	ชมพูบานเย็น	เขียวเทา
8	แดงส้ม	น้ำเงินแกมเขียว	ชมพู	ฟ้าม่วง	ชมพูบานเย็น	เขียวเทา
9	แดงส้ม	น้ำเงินแกมเขียว	ชมพูแดง	ฟ้าม่วง	ชมพูบานเย็น	เขียวเทา
10	แดงส้ม	น้ำเงินแกมเขียว	ชมพูแดง	ฟ้าม่วง	ชมพูบานเย็น	เขียวเทา

ตารางที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
3	0.425	0.208	0.373	0.49	0.839	1.065
4	0.459	0.233	0.411	0.849	0.969	1.542
5	0.486	0.234	0.585	0.901	0.984	1.763
6	0.489	0.238	0.606	0.909	1.01	1.839
7	0.48	0.242	0.622	0.919	1.025	1.792
8	0.474	0.242	0.611	0.909	1.008	1.805
9	0.309	0.225	0.552	0.48	0.983	1.814
10	0.45	0.198	0.402	0.715	0.878	1.227



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด



#### 4.1.3 การหาค่าพีเอชที่เหมาะสมของสารตกตะกอน

การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการนำสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานจากข้อ 3.4.1.2-3.4.1.3 ทั้ง 6 ชนิด มาหาค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเกิดตะกอนของสารตกตะกอน 3 ชนิด ได้แก่สารละลายอะลัม, สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต และสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟต ตามวิธีการทดลองในข้อ 3.5.1.3 สำหรับการพิจารณาหาช่วงพีเอชที่เหมาะสมนอกจากจะพิจารณาค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดแล้ว ยังพิจารณาช่วงพีเอชที่มีตะกอนเกิดขึ้นประกอบด้วย และหากสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานประเภทใดที่ไม่พบช่วงพีเอชที่มีการตกตะกอน จะเลือกช่วงพีเอชที่เหมาะสมจากสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานประเภทเดียวกันที่พบว่าการตกตะกอนของสี่ประเภทนั้น

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ดังตารางที่ 4.5-4.6 และรูปที่ 4.8 พบว่าช่วงพีเอชที่เหมาะสมต่อการตกตะกอนของสารละลายอะลัมกับสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานคีสเฟิส RED B-S 200 และ BLUE GL-S 300 คือ 4-7 และ 3-7 ตามลำดับ ส่วนสารละลายมาตรฐานโคเร็กซ์ LIGHT ROSE FR และ BLUE BRL คือ 4-5 และ 3-6 ตามลำดับ สำหรับช่วงพีเอชที่เหมาะสมต่อการตกตะกอนของอะลัมกับสารละลายมาตรฐานรีแอกทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA คือ 5

จากตารางที่ 4.7-4.8 และรูปที่ 4.9 ซึ่งศึกษาการตกตะกอนของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตพบว่า ในช่วงพีเอชที่ทำการทดลองไม่พบการตกตะกอนของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานคีสเฟิส RED B-S 200 ในขณะที่สารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน BLUE GL-S 300 พบการตกตะกอนในช่วงพีเอช 10-11 ดังนั้นจึงเลือกพีเอชช่วงนี้ เป็นช่วงพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ซึ่งจะนำช่วงพีเอชดังกล่าวมาใช้ในขั้นตอนการหาปริมาณสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตต่อไป นอกจากนี้ยังพบว่า ในช่วงพีเอชที่ทำการทดลองไม่พบการตกตะกอนสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน LIGHT ROSE FR ในขณะที่พบการตกตะกอนของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน BLUE BRL ที่ช่วงพีเอช 8-11 ดังนั้นจึงเลือกพีเอชช่วงนี้เป็นช่วงพีเอชที่เหมาะสม สำหรับการตกตะกอนของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน LIGHT ROSE FR และสำหรับสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานรีแอกทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA ซึ่งเป็นสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานประเภทที่ไม่พบการตกตะกอนในช่วงพีเอชที่ทำการทดลองทั้งสองโทนสี ดังนั้นจึงเลือกใช้ช่วงพีเอชเดียวกันกับสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน BLUE

BRL ในขั้นตอนการหาปริมาณสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เนื่องจากเป็นสารละลาย สีย้อมประเภทที่ละลายน้ำได้เช่นเดียวกัน

จากตารางที่ 4.9-4.10 และรูปที่ 4.10 ซึ่งศึกษาการตกตะกอนของสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟตพบว่า สารละลายสีย้อมมาตรฐานคีสเพิส RED B-S 200 ในช่วงพีเอชที่ทำการทดลองไม่พบการตกตะกอน ในขณะที่สารละลายสีย้อมมาตรฐาน BLUE GL-S 300 พบการตกตะกอน ในช่วงพีเอช 7-11 ดังนั้นจึงเลือกช่วงพีเอชนี้ เป็นช่วงพีเอชที่เหมาะสมสำหรับสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ด้วย สำหรับค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการตกตะกอนของสารละลายสีย้อมมาตรฐานโคเร็กซ์ LIGHT ROSE FR และ BLUE BRL คือ 10-11 และ 8-11 ตามลำดับ ส่วนสารละลายสีย้อมมาตรฐานรีแอกทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA ไม่พบการตกตะกอนในช่วงพีเอชที่ทำการทดลอง ดังนั้นจึงเลือกช่วงพีเอชเดียวกันกับสารละลาย สีย้อมมาตรฐานโคเร็กซ์ทั้งสองโทนสีเป็นช่วงพีเอชที่เหมาะสมสำหรับสารละลายสีย้อมมาตรฐานรีแอกทีฟ

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่าพีเอชจะมีอิทธิพลต่อการตกตะกอนของสารตกตะกอนที่นำมาใช้ โดยสารตกตะกอนแต่ละชนิดจะมีค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการตกตะกอนที่แตกต่างกัน การที่ค่าพีเอชมีอิทธิพลต่อการตกตะกอนของสารตกตะกอนที่นำมาใช้นั้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเป็นการทำให้ความสามารถในการละลายของสารตกตะกอนลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าการดูดกลืนแสงในช่วงพีเอชที่มีการเกิดตะกอนจะมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน ซึ่งจะเป็นผลมาจากการที่ตะกอนดังกล่าว ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่สามารถที่จะดึง โมเลกุลของสีย้อมลงมาด้วยทำให้ปริมาณสีย้อมในสารละลายลดลง สำหรับสารละลายสีย้อมมาตรฐานรีแอกทีฟและโคเร็กซ์ที่พบว่า เมื่อเติมปรับค่าพีเอชจนถึงค่าที่เหมาะสมจนเกิดตะกอนขึ้นแล้ว ค่าดูดกลืนแสงยังไม่ลดลงนั้นน่าจะเนื่องมาจากปริมาณของสารตกตะกอนที่เติมลงไป ยังไม่เพียงพอต่อการดูดซับสีย้อมให้ออกจากสารละลายจนสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้

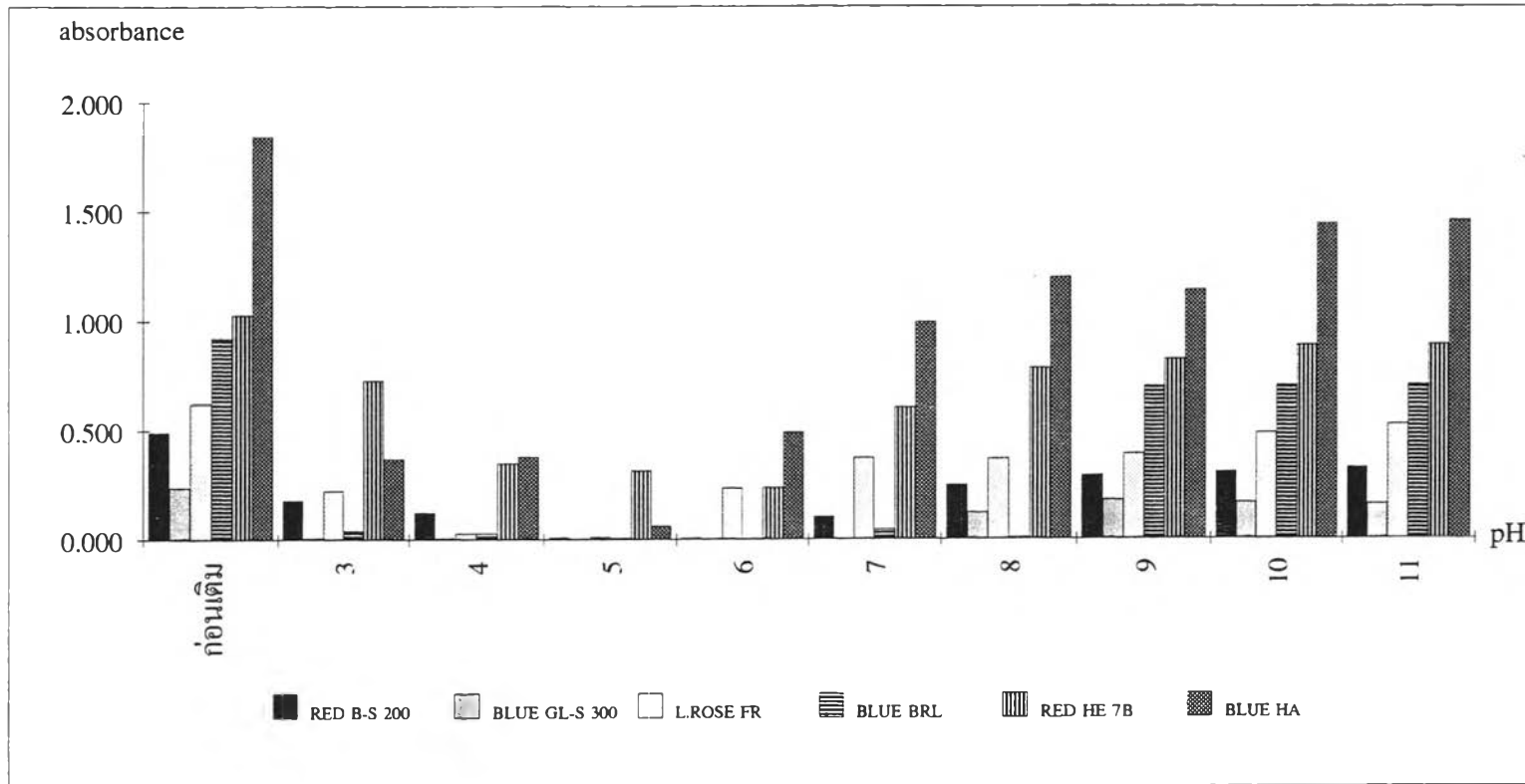
ตารางที่ 4.5 แสดงลักษณะทางกายภาพของสารละลายและตะกอนที่เกิดขึ้นของสารละลายที่ย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลายอะลัม

ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

pH	RED B-S 200		BLUE GLS- 300		LIGHT ROSE FR		BLUE BRL		RED HE 7B		BLUE HA	
	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน
3	ใส, สีมขุอ่อน	ไม่มี	ใส, ไม่มีสี	ละเอียด, สีม่วง	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, ไม่มีสี	ละเอียด, สีม่วง	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี
4	ใส, ไม่มีสี	ละเอียด, แดง	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีม่วง	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีแดง	ใส, ไม่มีสี	ละเอียด, สีม่วง	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี
5	ใส, ไม่มีสี	เบา, แดง	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีม่วง	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีแดง	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีม่วง	ใส, ไม่มีสี	เบา, ขมขุแดง	ใส, สีฟ้า	เบา, เขียว
6	ใส, ไม่มีสี	เบา, แดง	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีม่วง	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีม่วง	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีเขียวอมฟ้า	ไม่มี
7	ใส, สีมขุ	เบา, แดง	ใส, ไม่มีสี	เบา, สีม่วง	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, ไม่มีสี	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีเขียวอมฟ้า	ไม่มี
8	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, ไม่มีสี	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี
9	ใส, สีมขุแดง	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีม่วง	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี
10	ใส, สีมขุแดง	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีม่วง	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี
11	ใส, สีมขุแดง	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีม่วง	ไม่มี	ใส, สีมขุ	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี

ตารางที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลายอะลัมความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
3	0.180	0.006	0.222	0.039	0.728	0.369
4	0.123	0.007	0.028	0.027	0.349	0.378
5	0.009	0.002	0.011	0.007	0.315	0.061
6	0.005	0.001	0.235	0.004	0.237	0.492
7	0.104	0.003	0.373	0.044	0.605	0.993
8	0.247	0.124	0.368	0.009	0.782	1.198
9	0.291	0.179	0.390	0.697	0.823	1.138
10	0.306	0.167	0.487	0.700	0.886	1.441
11	0.326	0.160	0.525	0.703	0.888	1.455



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลายอะลัมความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

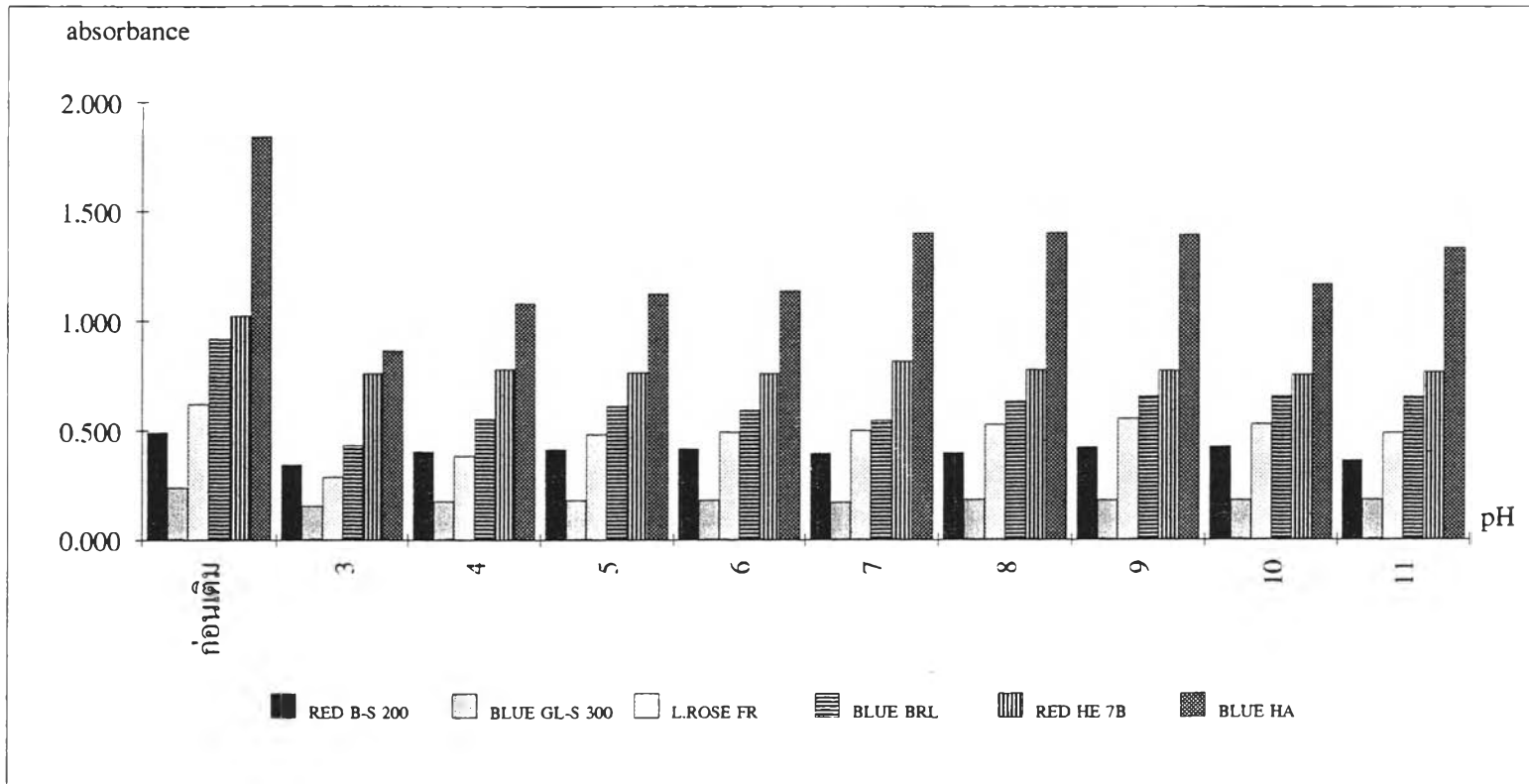
ตารางที่ 4.7 แสดงลักษณะทางกายภาพของสารละลายและตะกอนที่เกิดขึ้นของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลาย

เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

พีเอช	RED B-S 200		BLUE GLS- 300		LIGHT ROSE FR		BLUE BRL		RED HE 7B		BLUE HA	
	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน
3	จุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี
4	จุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี
5	จุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี	ใส, ไม่มีสี	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี
6	จุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียวอมฟ้า	ไม่มี
7	จุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าเขียว	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียวอมฟ้า	ไม่มี
8	จุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าเขียว	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้าม่วง	น้ำเงินเข้ม	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี
9	จุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าเขียว	ไม่มี	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้าม่วง	น้ำเงินเข้ม	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี
10	จุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าเขียว	ละเอียดย่น้ำเงินเข้ม	ใส, สีชมพูแดง	ไม่มี	ใส, สีฟ้าม่วง	น้ำเงินเข้ม	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี
11	จุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	จุ่น, ฟ้าเขียว	ละเอียดย่น้ำเงินเข้ม	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้าม่วง	น้ำเงินเข้ม	ใส, สีชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี

ตารางที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิดเมื่อเติมสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm.3

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
3	0.343	0.155	0.287	0.433	0.761	0.865
4	0.403	0.176	0.384	0.553	0.781	1.080
5	0.413	0.180	0.484	0.611	0.766	1.125
6	0.416	0.182	0.493	0.593	0.762	1.137
7	0.394	0.172	0.500	0.547	0.817	1.400
8	0.397	0.183	0.526	0.634	0.779	1.402
9	0.423	0.182	0.554	0.656	0.774	1.393
10	0.425	0.182	0.530	0.655	0.755	1.168
11	0.362	0.183	0.489	0.652	0.767	1.332



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลายเฟอร์สแอมโมเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

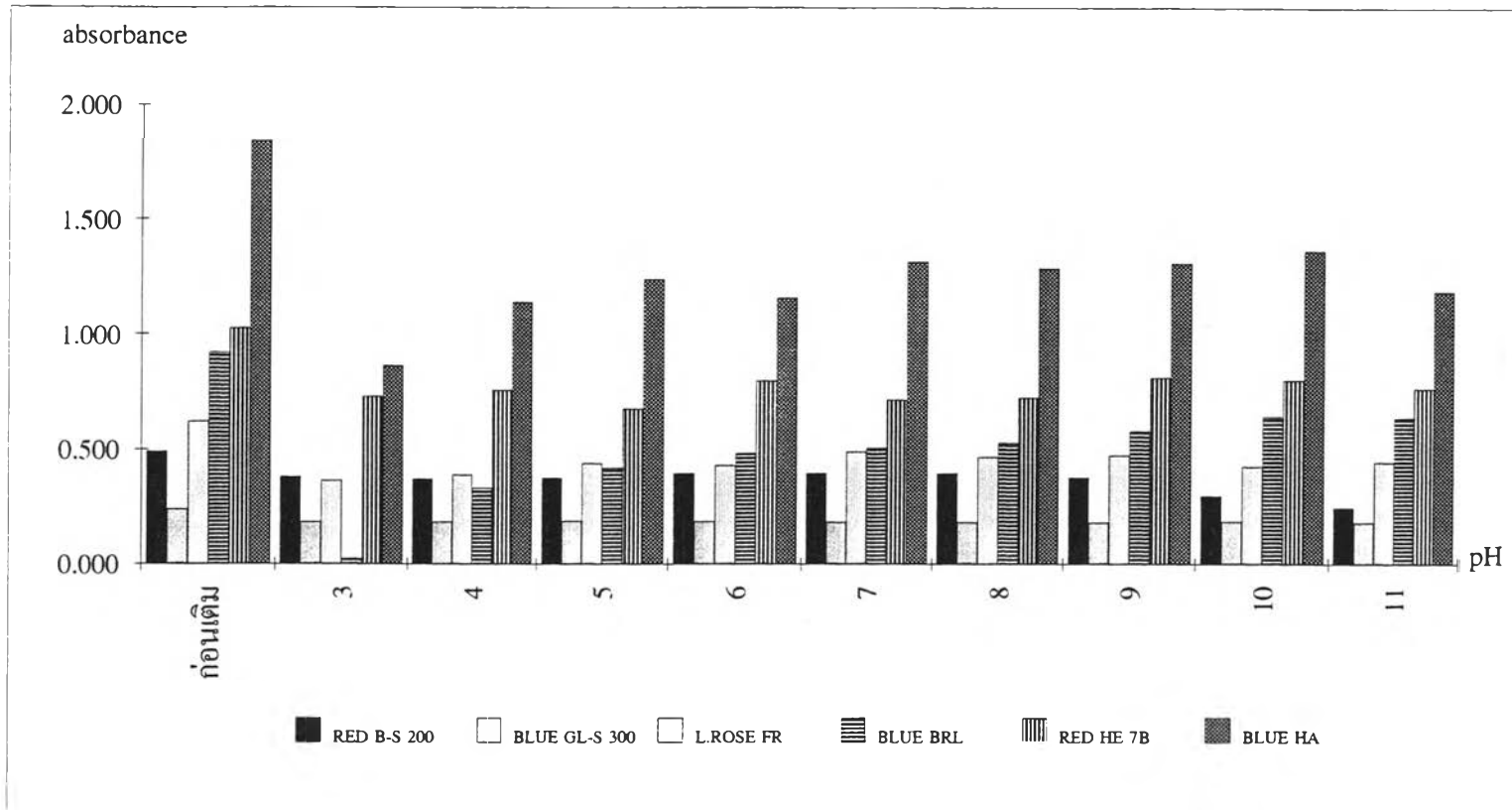


ตารางที่ 4.9 แสดงลักษณะทางกายภาพของสารละลายและตะกอนที่เกิดขึ้นของสารละลายที่ย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

พีเอช	RED B-S 200		BLUE GLS- 300		LIGHT ROSE FR		BLUE BRL		RED HE 7B		BLUE HA	
	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน
3	ขุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี
4	ขุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี
5	ขุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, ไม่มีสี	ไม่มี	ใส, สีฟ้า	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี
6	ขุ่น, ชมพูแดง	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าม่วง	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียวอมฟ้า	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีม่วงอมฟ้า	ไม่มี
7	ขุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าเขียว	ละเอียด, น้ำเงินเข้ม	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียวอมฟ้า	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้าอมม่วง	ไม่มี
8	ขุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าเขียว	ละเอียด, น้ำเงินเข้ม	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้าอมม่วง	น้ำเงินเข้ม
9	ขุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าเขียว	ละเอียด, น้ำเงินเข้ม	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีฟ้าอมม่วง	น้ำเงินเข้ม
10	ขุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าเขียว	ละเอียด, น้ำเงินเข้ม	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี	ใส, สีสชมพูแดง	ละเอียด, แดง	ใส, สีฟ้าอมม่วง	น้ำเงินเข้ม
11	ขุ่น, แดงส้ม	ไม่มี	ขุ่น, ฟ้าเขียว	ละเอียด, น้ำเงินเข้ม	ใส, สีสชมพู	ไม่มี	ใส, สีเขียว	ไม่มี	ใส, สีสชมพูแดง	ละเอียด, แดง	ใส, สีฟ้าอมม่วง	น้ำเงินเข้ม

ตารางที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
3	0.379	0.182	0.364	0.023	0.729	0.863
4	0.371	0.182	0.389	0.330	0.756	1.140
5	0.374	0.187	0.440	0.419	0.676	1.239
6	0.396	0.185	0.430	0.483	0.798	1.159
7	0.396	0.183	0.491	0.507	0.715	1.316
8	0.396	0.183	0.466	0.530	0.724	1.289
9	0.376	0.181	0.474	0.581	0.811	1.308
10	0.296	0.184	0.426	0.641	0.800	1.364
11	0.244	0.181	0.444	0.637	0.763	1.185



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมสารละลายเฟอร์ริซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5 cm<sup>3</sup>

#### 4.1.4 การหาค่าพีเอชที่เหมาะสมของแร่ดิน

การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการนำสารละลายสีข้อมมาตรฐานจากข้อ 3.4.1.2-3.4.1.3 ทั้ง 6 ชนิด มาหาค่าพีเอชที่มีเหมาะสมต่อกระบวนการดูดซับของแร่ดินเบนโตไนท์และเคโอลิไนท์ ตามวิธีการทดลองในข้อ 3.5.1.4 แต่เนื่องจากการทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของการดูดซับสีข้อมของแร่ดิน ดังนั้นจึงจะสังเกตการติดสีของแร่ดินเป็นหลัก

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ดังตารางตารางที่ 4.11-4.12 และรูปที่ 4.11 พบว่า ช่วงพีเอชของการดูดซับที่เหมาะสมของแร่ดินเบนโตไนท์กับสารละลายสีข้อมมาตรฐานคิสเพิส RED B-S 200 , BLUE GL-S 300 และสารละลายสีข้อมมาตรฐานรีแอกทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA พบว่าคือช่วง 3-11 ส่วนช่วงพีเอชของการดูดซับที่เหมาะสมของสารละลายสีข้อมมาตรฐานไคเร็กซ์ LIGHT ROSE FR และ BLUE BRL คือช่วง 3-6 และ 3-7 ตามลำดับ การที่แร่ดินเบนโตไนท์ไม่ติดสีในช่วงที่เป็นเบสของสารละลายประเภทนี้ อาจเป็นผลมาจากค่าพีเอชในช่วงดังกล่าวทำให้โครงสร้างของสีข้อมเปลี่ยนแปลงไป ตามผลการทดลองในขั้นตอนที่ 3.5.1.1 ซึ่งได้แสดงว่า สีข้อมสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปจากเดิมได้ในช่วงพีเอชต่างๆ กัน และโครงสร้างโมเลกุลดังกล่าวอาจมีอิทธิพลต่อกระบวนการดูดซับของแร่ดินได้ แต่ไม่น่าเป็นผลของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแร่ดิน เนื่องจากในช่วงพีเอชที่เป็นเบสของสารละลายสีข้อมมาตรฐานชนิดอื่น แร่ดินชนิดนี้ยังสามารถดูดซับสีของสารละลายสีข้อมมาตรฐานได้ดี

จากตารางที่ 4.12-4.13 และรูปที่ 4.12 ไม่พบช่วงพีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับของแร่ดินเคโอลิไนท์กับสารละลายสีข้อมมาตรฐานทุกชนิด เนื่องจากไม่สังเกตเห็นการติดสี และพบว่าแร่ดินยังคงเป็นสีขาวซึ่งเป็นสีเดิมของแร่ดินดังกล่าว

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช มีผลต่อการดูดซับของแร่ดินทั้งสองชนิดไม่มากนัก สังเกตได้จากช่วงพีเอชที่มีการติดสีของแร่ดินเบนโตไนท์ของสารละลายสีข้อมมาตรฐานคิสเพิส และรีแอกทีฟซึ่งพบการติดสีในทุกช่วงพีเอชที่ทำการทดลอง ในขณะที่แร่ดินเคโอลิไนท์จะไม่พบการติดสีของแร่ดินในทุกช่วงพีเอชที่ทำการทดลอง

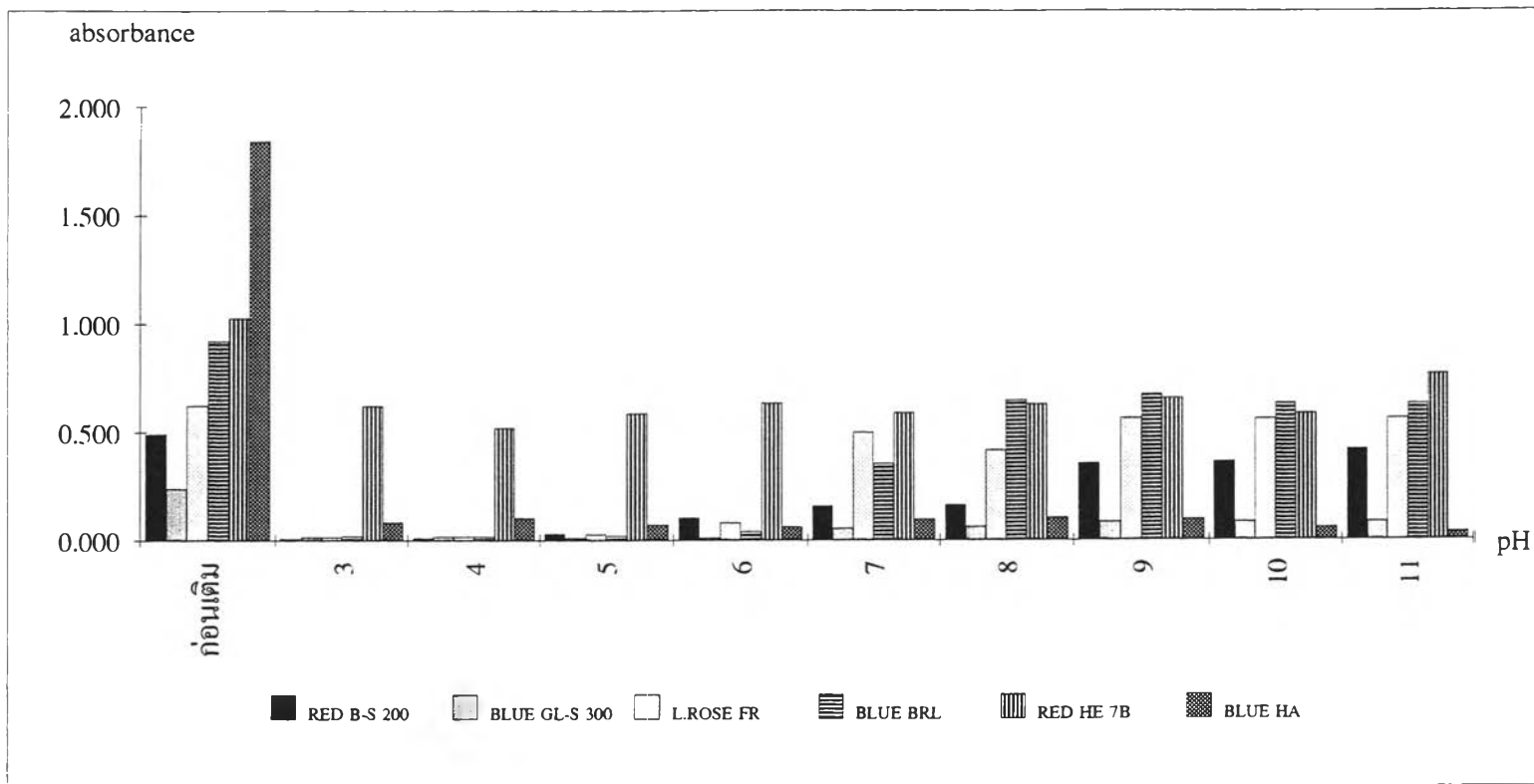
ตารางที่ 4.11 แสดงลักษณะทางกายภาพของสารละลายและตะกอนที่เกิดขึ้นของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์

ปริมาณ 500 mg

พื้เอช	RED B-S 200		BLUE GLS- 300		LIGHT ROSE FR		BLUE BRL		RED HE 7B		BLUE HA	
	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน
3	ใส, ไม่มีสี	ม่วงเข้ม	ใส, ไม่มีสี	เทาดำ	ใส, ไม่มีสี	ชมพูเข้ม	ใส, ไม่มีสี	ม่วงฟ้า	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, ไม่มีสี	ฟ้า
4	ใส, ไม่มีสี	ม่วง	ใส, ไม่มีสี	ฟ้าเขียว	ใส, ไม่มีสี	ชมพู	ใส, ไม่มีสี	ม่วง	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, สีฟ้า	ฟ้า
5	ใส, ไม่มีสี	ม่วง	ใส, ไม่มีสี	ฟ้าเขียว	ใส, ไม่มีสี	ชมพู	ใส, ไม่มีสี	ม่วง	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, ไม่มีสี	ฟ้า
6	ใส, ไม่มีสี	ม่วง	ใส, ไม่มีสี	ฟ้า	ใส, สีมชมพูอ่อน	ชมพู	ใส, ไม่มีสี	ม่วง	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, ไม่มีสี	ฟ้า
7	ใส, สีมชมพูอ่อน	ม่วง	ใส, ไม่มีสี	ฟ้า	ใส, สีมชมพูอ่อน	เทา	ใส, สีฟ้าม่วง	เทาม่วง	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, สีฟ้า	ฟ้า
8	ใส, สีมชมพู	ม่วงอ่อน	ใส, ไม่มีสี	ฟ้า	ใส, สีมชมพู	เทา	ใส, สีฟ้าม่วง	เทา	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, สีฟ้า	ฟ้า
9	ใส, สีมชมพู	ม่วงอ่อน	ใส, ไม่มีสี	ฟ้า	ใส, สีมชมพู	เทา	ใส, สีฟ้าม่วง	เทา	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, สีฟ้า	ฟ้า
10	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, ไม่มีสี	ฟ้าเขียว	ใส, สีมชมพู	เทา	ใส, สีฟ้าม่วง	เทา	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, สีฟ้า	ฟ้า
11	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ม่วงอ่อน	ฟ้าเขียว	ใส, สีมชมพู	เทา	ใส, สีฟ้าม่วง	เทา	ใส, สีมชมพู	ชมพู	ใส, สีฟ้า	ฟ้า

ตารางที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแรดดินเบนโตไนท์ปริมาณ 500 mg

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
3	0.007	0.014	0.013	0.018	0.621	0.083
4	0.008	0.016	0.016	0.016	0.521	0.102
5	0.028	0.01	0.027	0.019	0.587	0.071
6	0.102	0.009	0.08	0.039	0.633	0.06
7	0.156	0.054	0.497	0.352	0.589	0.094
8	0.161	0.062	0.414	0.645	0.629	0.102
9	0.353	0.084	0.562	0.671	0.655	0.095
10	0.360	0.083	0.559	0.63	0.585	0.056
11	0.418	0.082	0.561	0.629	0.765	0.034



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ปริมาณ 500 mg

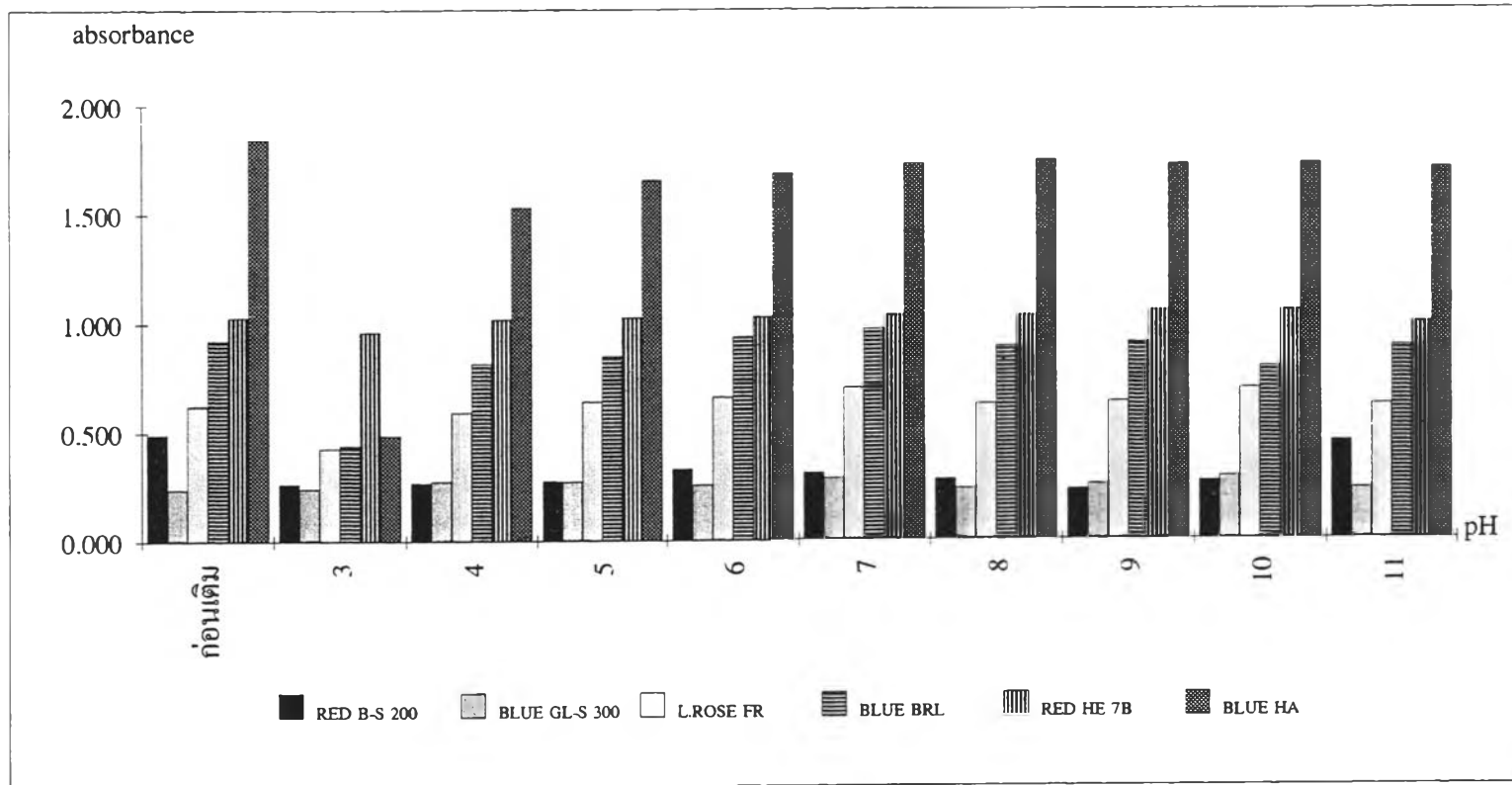
ตารางที่ 4.13 แสดงลักษณะทางกายภาพของสารละลายและตะกอนที่เกิดขึ้นของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเคโอลิไนท์ ปริมาณ 500 mg

พีเอช	RED B-S 200		BLUE GLS- 300		LIGHT ROSE FR		BLUE BRL		RED HE 7B		BLUE HA	
	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน	สารละลาย	ตะกอน
3	แดงชมพู	ขาว	น้ำเงินม่วง	ขาว	ชมพู	ขาว	ม่วงน้ำเงิน	ขาว	ชมพูบานเย็น	ขาว	ใส, ไม่มีสี	ขาว
4	แดงชมพู	ขาว	น้ำเงินม่วง	ขาว	ชมพู	ขาว	ม่วงน้ำเงิน	ขาว	ชมพูบานเย็น	ขาว	ใส, สีฟ้า	ขาว
5	แดงชมพู	ขาว	น้ำเงินม่วง	ขาว	ชมพู	ขาว	ม่วงน้ำเงิน	ขาว	ส้มแดง	ขาว	ใส, ไม่มีสี	ขาว
6	แดงชมพู	ขาว	น้ำเงินม่วง	ขาว	ชมพู	ขาว	ม่วงน้ำเงิน	ขาว	ส้มแดง	ขาว	ใส, ไม่มีสี	ขาว
7	แดงส้ม	ขาว	น้ำเงินแกมเขียว	ขาว	ชมพู	ขาว	ฟ้าม่วง	ขาว	ชมพูบานเย็น	ขาว	ใส, สีฟ้า	ขาว
8	แดงส้ม	ขาว	น้ำเงินแกมเขียว	ขาว	ชมพู	ขาว	ฟ้าม่วง	ขาว	ชมพูบานเย็น	ขาว	ใส, สีฟ้า	ขาว
9	แดงส้ม	ขาว	น้ำเงินแกมเขียว	ขาว	ชมพูแดง	ขาว	ฟ้าม่วง	ขาว	ชมพูบานเย็น	ขาว	ใส, สีฟ้า	ขาว
10	แดงส้ม	ขาว	น้ำเงินแกมเขียว	ขาว	ชมพูแดง	ขาว	ฟ้าม่วง	ขาว	ชมพูบานเย็น	ขาว	ใส, สีฟ้า	ขาว
11	แดงส้ม	ขาว	น้ำเงินแกมเขียว	ขาว	ชมพูแดง	ขาว	ฟ้าม่วง	ขาว	ชมพูบานเย็น	ขาว	ใส, สีฟ้า	ขาว



ตารางที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแรดดินเคโอลิไนท์ปริมาณ 500 mg

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
3	0.263	0.241	0.427	0.440	0.958	0.485
4	0.267	0.274	0.592	0.813	1.018	1.529
5	0.274	0.273	0.638	0.847	1.025	1.654
6	0.329	0.256	0.659	0.934	1.027	1.685
7	0.306	0.281	0.699	0.968	1.033	1.726
8	0.275	0.234	0.625	0.889	1.032	1.743
9	0.228	0.254	0.633	0.905	1.053	1.723
10	0.266	0.286	0.694	0.795	1.053	1.727
11	0.449	0.231	0.620	0.888	0.996	1.707



รูปที่ 4.12 จุดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแรมดิเนเคโอลิไนท์ปริมาณ 500 mg

#### 4.1.5 การหาปริมาณที่เหมาะสมของสารตกตะกอน

จากการทดลองในข้อ 3.5.1.3 ผลที่ได้จะทำให้ทราบค่าพีเอชที่เหมาะสมของสารตกตะกอนแต่ละชนิด ในขั้นตอนนี้จะเป็นการหาปริมาณที่เหมาะสมของสารตกตะกอน โดยการนำสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานจากข้อ 3.4.1.2-3.4.1.3 มาทำการทดลองตามข้อ 3.5.1.5 โดยการเลือกปริมาณที่เหมาะสมของสารตกตะกอน จะพิจารณาจากค่าการดูดกลืนแสงที่มีค่าต่ำกว่า 0.1 ลงไป หรือในปริมาณที่เมื่อเติมสารตกตะกอนลงไปแล้ว ค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่น ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดเริ่มคงที่ แม้ว่าค่าการดูดกลืนแสงยังคงมีค่ามากกว่า 0.1

จากตารางที่ 4.15 และ รูปที่ 4.13 พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของสารละลายอะลัมกับสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานดิสเพิส RED B-S 200 และ BLUE GL-S 300 ได้แก่ 10 และ 5 cm<sup>3</sup> ตามลำดับ ส่วนของสารละลายมาตรฐานไครเร็กซ์ LIGHT ROSE FR และ BLUE BRL ได้แก่ 10 และ 5 cm<sup>3</sup> ตามลำดับ และสารละลายมาตรฐานรีแอคทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA ได้แก่ 20 และ 30 cm<sup>3</sup> ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.14 พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตกับสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานดิสเพิส RED B-S 200 และ BLUE GL-S 300 คือ 40 และ 60 cm<sup>3</sup> ส่วนสารละลายมาตรฐาน LIGHT ROSE FR และ BLUE BRL ได้แก่ 20 และ 100 cm<sup>3</sup> สำหรับสารละลายมาตรฐานรีแอคทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA ได้แก่ 60 และ 40 cm<sup>3</sup>

จากตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.15 พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต กับสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานดิสเพิส RED B-S 200 และ BLUE GL-S 300 ได้แก่ 60 และ 40 cm<sup>3</sup> ส่วนสารละลายมาตรฐานไครเร็กซ์ LIGHT ROSE FR และ BLUE BRL ได้แก่ 100 และ 40 cm<sup>3</sup> สำหรับสารละลายมาตรฐานรีแอคทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA ได้แก่ 120 และ 40 cm<sup>3</sup>

จากผลการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตกตะกอนจะมีผลต่อการลดลงของสี่ข้อมในสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน โดยเมื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพพบว่า ในสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานส่วนใหญ่เมื่อมีตะกอนเพิ่มขึ้น สีที่สังเกตได้ของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐานและค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดจะลดลงอย่างชัดเจน สำหรับตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นตะกอนเบาอาจหยาบหรือละเอียดก็ได้ ตามลักษณะดังกล่าวตะกอนน่าจะ

เป็นสารประกอบพวกออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ของอะลูมิเนียมและเหล็ก ซึ่งตะกอนดังกล่าวนี้ จะสามารถดูดซับอนุภาคของสีย้อมได้ และเมื่อมีตะกอนเกิดขึ้นมากสีย้อมย่อมจะถูกดูดซับได้มากขึ้น จึงทำให้ลักษณะทางกายภาพของสีที่สังเคราะห์ได้ของสารละลายลดลงตามผลการทดลองข้างต้น สำหรับสีของตะกอนนั้นพบว่า จะเปลี่ยนไปตามโทนสีของสารละลายสีย้อมมาตรฐานนั้น เนื่องจากการที่สีย้อมถูกดูดซับอยู่บนผิวหน้าตะกอนดังกล่าวนั่นเอง สารตกตะกอนที่สามารถตกตะกอนได้ดี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณได้แก่ สารละลายอะลัม และสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต ส่วนสารละลายเฟอร์สแอมโมเนียมซัลเฟตสามารถตกตะกอนได้ไม่คืบค

#### 4.1.6 การหาปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดิน 2 ชนิด

การทดลองนี้เป็นการหาปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดินเบนโตไนท์และแร่ดินเคโอลิไนท์ โดยการทดลองในขั้นตอนนี้จะเป็นการเติมแร่ดินในปริมาณที่แตกต่างกันตามการทดลองข้อ 3.5.1.6.3 ลงไปในสารละลายสีย้อมมาตรฐานจากข้อ 3.4.1.2-3.4.1.3 โดยไม่ปรับค่าพีเอช การทดลองนี้จะพิจารณาหาปริมาณของแร่ดินที่เหมาะสม โดยเลือกค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าประมาณ 0.15 ลงไป เนื่องจากหลังการทดลองสารละลายสีย้อมมาตรฐานอาจมีความขุ่นบ้างเนื่องจากการ กระจายตัวของแร่ดิน สำหรับแร่ดินที่ไม่มีการดูดซับสีย้อมในขั้นตอนนี้ จะไม่นำไปใช้ทดลองในขั้นตอนนี้การหาสารตกตะกอนร่วมที่เหมาะสม

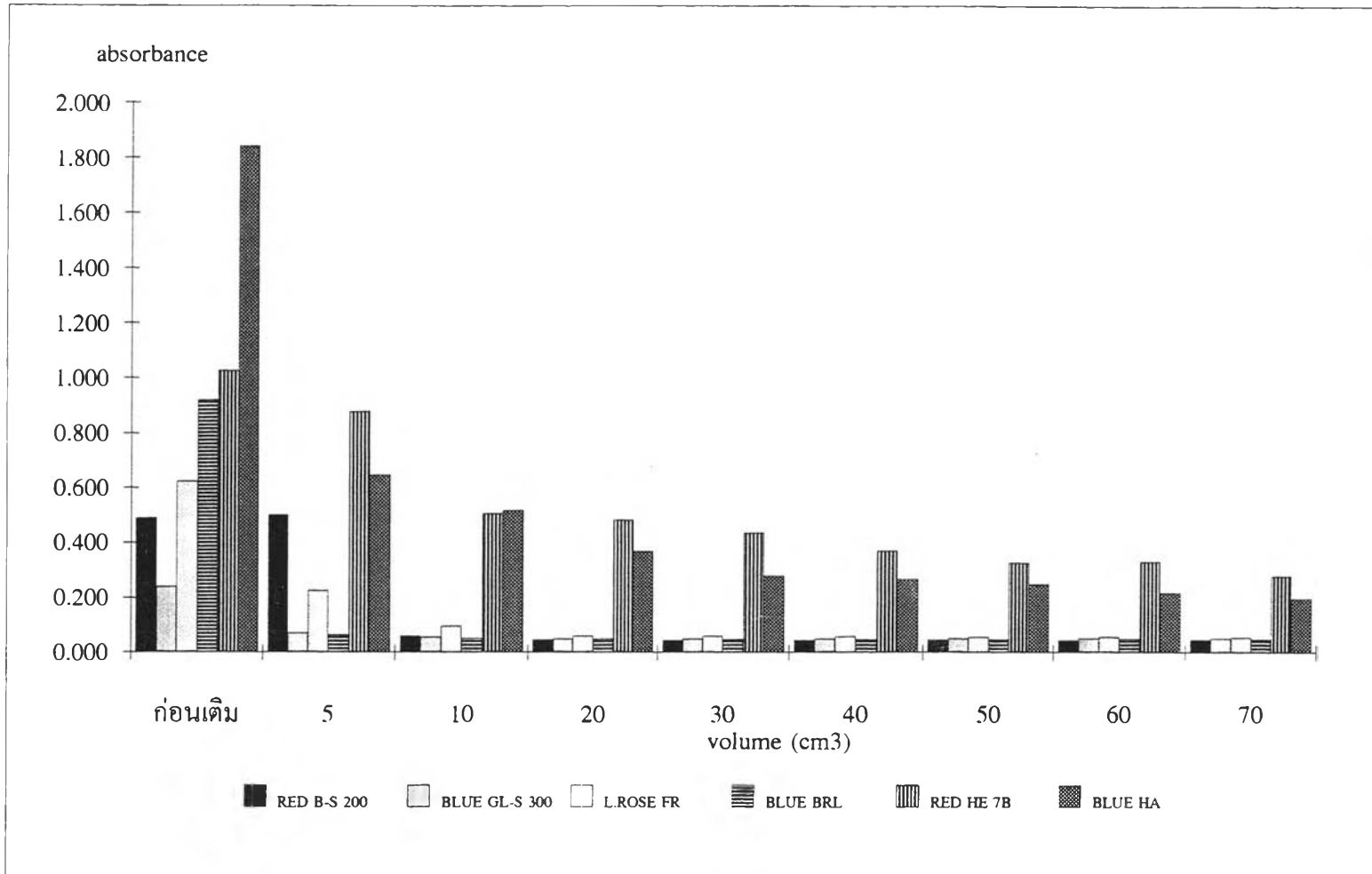
จากตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.16 พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดินเบนโตไนท์กับสารละลายสีย้อมมาตรฐานคีสเฟิส RED B-S 200 และ BLUE GL-S 300 คือ 1.0 และ 0.6 กรัม ตามลำดับ ส่วนของสารละลายมาตรฐานไคเร็กท์ LIGHT ROSE FR และ BLUE BRL ได้แก่ 0.6 และ 0.5 กรัม และสำหรับสารละลายมาตรฐานรีแอคทีฟ RED HE 7B และ BLUE HA ได้แก่ 10 และ 1 กรัม

จากตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.17 พบว่าปริมาณของแร่ดินเคโอลิไนท์กับสารละลายสีย้อมมาตรฐานคีสเฟิส, สารละลายสีย้อมมาตรฐานไคเร็กท์ และสารละลายสีย้อมมาตรฐานรีแอคทีฟ พบว่าที่ปริมาณมากกว่า 25 กรัม ยังไม่พบการดูดซับของแร่ดินชนิดนี้ ดังนั้นจะไม่นำแร่ดินชนิดนี้ มาทำการทดลองในขั้นตอนนี้ต่อไป

จากผลการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ดินเบนโตไนท์มีผลต่อการลดลงของสีข้อมในสารละลายสีข้อมมาตรฐาน และเมื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของสีที่สามารถสังเกตได้พบว่าสีของสารละลายสีข้อมมาตรฐานจะลดลงอย่างชัดเจน แม้ว่าแร่ดินเบนโตไนท์ที่เติมลงไปส่วนใหญ่จะสามารถจมตัวลงสู่ก้นภาชนะได้อย่างรวดเร็ว แต่ยังคงมีบางส่วนที่แขวนลอยอยู่ในสารละลายทำให้ความขุ่นของสารละลายสีข้อมมาตรฐานเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดมีค่าสูงเกินจริง เมื่อทดสอบสารละลายส่วนบนออกจะพบว่าตะกอนของแร่ดินจะติดสีซึ่งเป็นโทนสีของสารละลายสีข้อมมาตรฐานนั้น หลังจากทำการเพิ่มปริมาณแร่ดินเบนโตไนท์สีของสารละลายสีข้อมมาตรฐานจะลดลงตามไปด้วย ในขณะที่แร่ดินเคโอลินไนท์จะสามารถจมตัวได้ช้ากว่าและมีความขุ่นมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแร่ดินเคโอลินไนท์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายสีข้อมมาตรฐานมากนัก และจากการศึกษาผลของการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐานหลังการทดลองพบว่าให้ผลเช่นเดียวกัน จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า แร่ดินเบนโตไนท์มีลักษณะโครงสร้างที่เป็นรูพรุนมากกว่า ในขณะที่โครงสร้างของแร่ดินเคโอลินไนท์มีลักษณะเป็นแผ่น โดยดูจากลักษณะผิวหน้าของแร่ดินซึ่งนำไปสังเกตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข. พบว่า ลักษณะดังกล่าวมีผลให้แร่ดินเบนโตไนท์มีความสามารถในการดูดซับสีข้อมจากสารละลายสีข้อมมาตรฐานได้มากกว่าแร่ดินเคโอลินไนท์ และนอกจากนี้จากลักษณะโครงสร้างภายในของแร่ดินพบว่า แร่ดินเบนโตไนท์จะมีขนาดของช่องว่างระหว่างชั้นที่เรียงซ้อนกันในโมเลกุลกว้างกว่าแร่ดินเคโอลินไนท์เนื่องจากแร่ดินเคโอลินไนท์มีพันธะไฮโดรเจนช่วยยึดระหว่างโครงสร้างของชั้น ในขณะที่แร่ดินเบนโตไนท์ไม่มีลักษณะดังกล่าว

ตารางที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายอะลัมและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น  
ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ช่วงพีเอช 5-6

ปริมาตร cm <sup>3</sup>	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
5	0.500	0.070	0.225	0.063	0.878	0.646
10	0.059	0.055	0.095	0.051	0.505	0.518
20	0.045	0.049	0.059	0.048	0.482	0.369
30	0.044	0.049	0.059	0.047	0.436	0.279
40	0.044	0.049	0.058	0.047	0.370	0.267
50	0.045	0.050	0.056	0.047	0.327	0.250
60	0.044	0.050	0.055	0.048	0.330	0.217
70	0.045	0.050	0.054	0.047	0.278	0.195



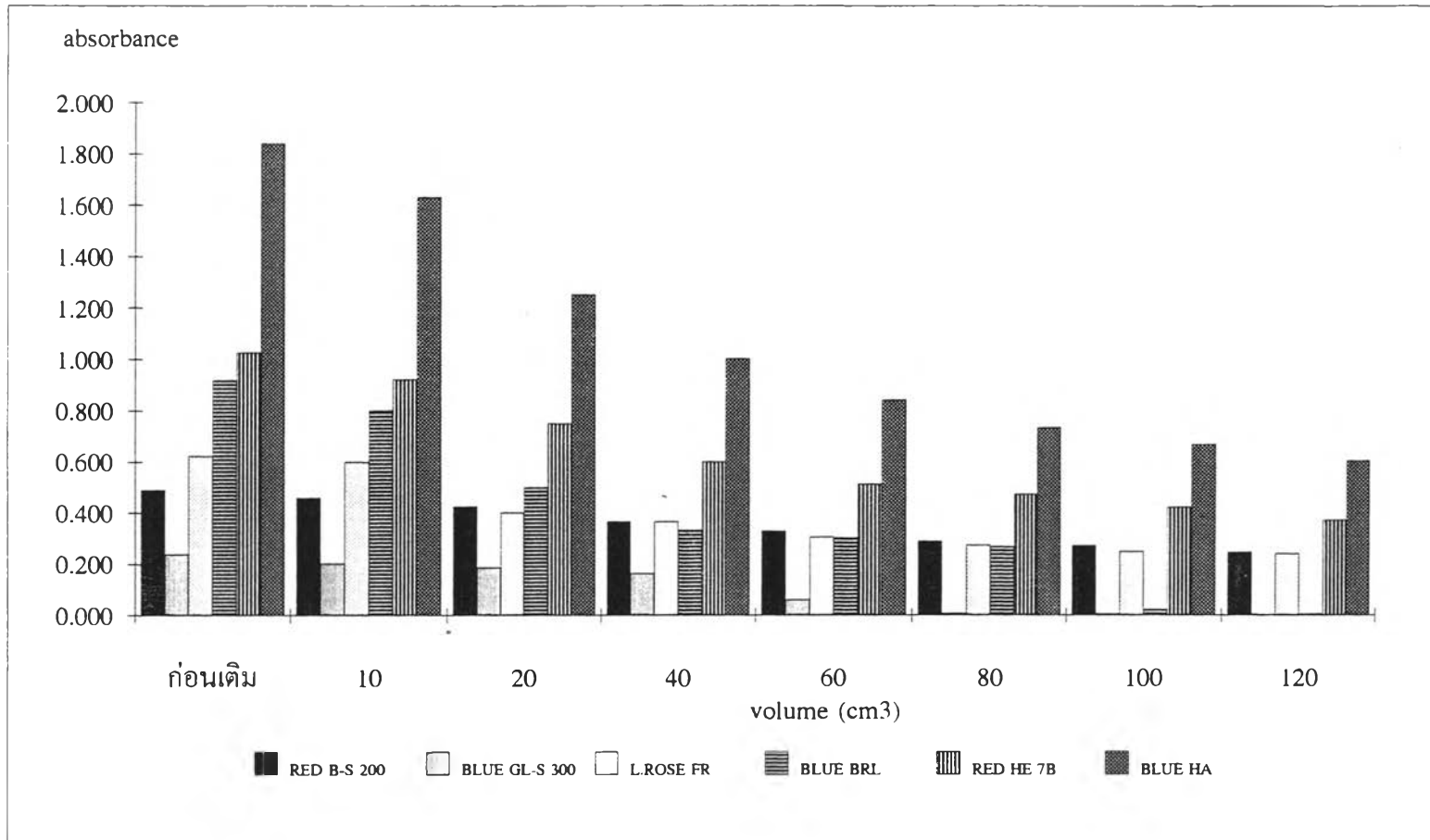
รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายอะลัมและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายที่ย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ช่วงพีเอช 5-6

ตารางที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย

วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ในช่วงพีเอช 8-10

ปริมาตร cm <sup>3</sup>	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
10	0.459	0.201	0.600	0.801	0.923	1.630
20	0.425	0.187	0.400	0.500	0.750	1.251
40	0.366	0.163	0.366	0.334	0.602	1.002
60	0.329	0.060	0.307	0.303	0.513	0.842
80	0.289	0.006	0.274	0.267	0.472	0.734
100	0.271	0.005	0.249	0.022	0.423	0.667
120	0.247	0.002	0.241	0.005	0.372	0.604



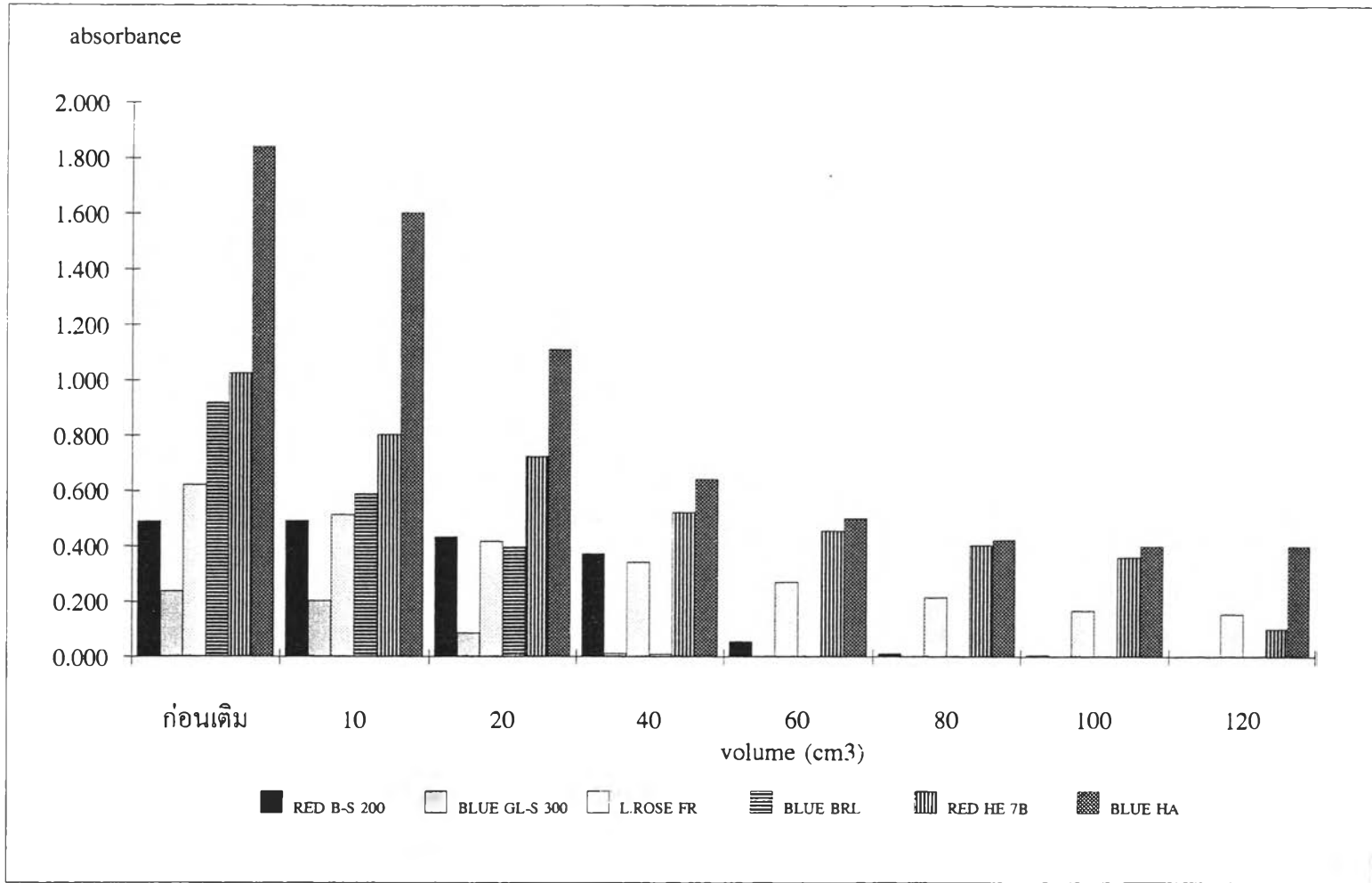


รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายเฟอร์สแอมโมเนียมซัลเฟตและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ช่วงพีเอช 8-10

ตารางที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายเฟอร์ริซัลเฟต และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย

วัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ช่วงพีเอช 8-10

ปริมาตร cm <sup>3</sup>	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
10	0.491	0.204	0.515	0.590	0.804	1.602
20	0.433	0.087	0.418	0.397	0.725	1.112
40	0.374	0.013	0.342	0.010	0.522	0.642
60	0.056	0.002	0.271	0.003	0.455	0.500
80	0.011	0.002	0.216	0.003	0.404	0.423
100	0.006	0.002	0.168	0.003	0.362	0.400
120	0.002	0.002	0.156	0.003	0.102	0.400



รูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายเฟอร์ริซัลเฟตและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่

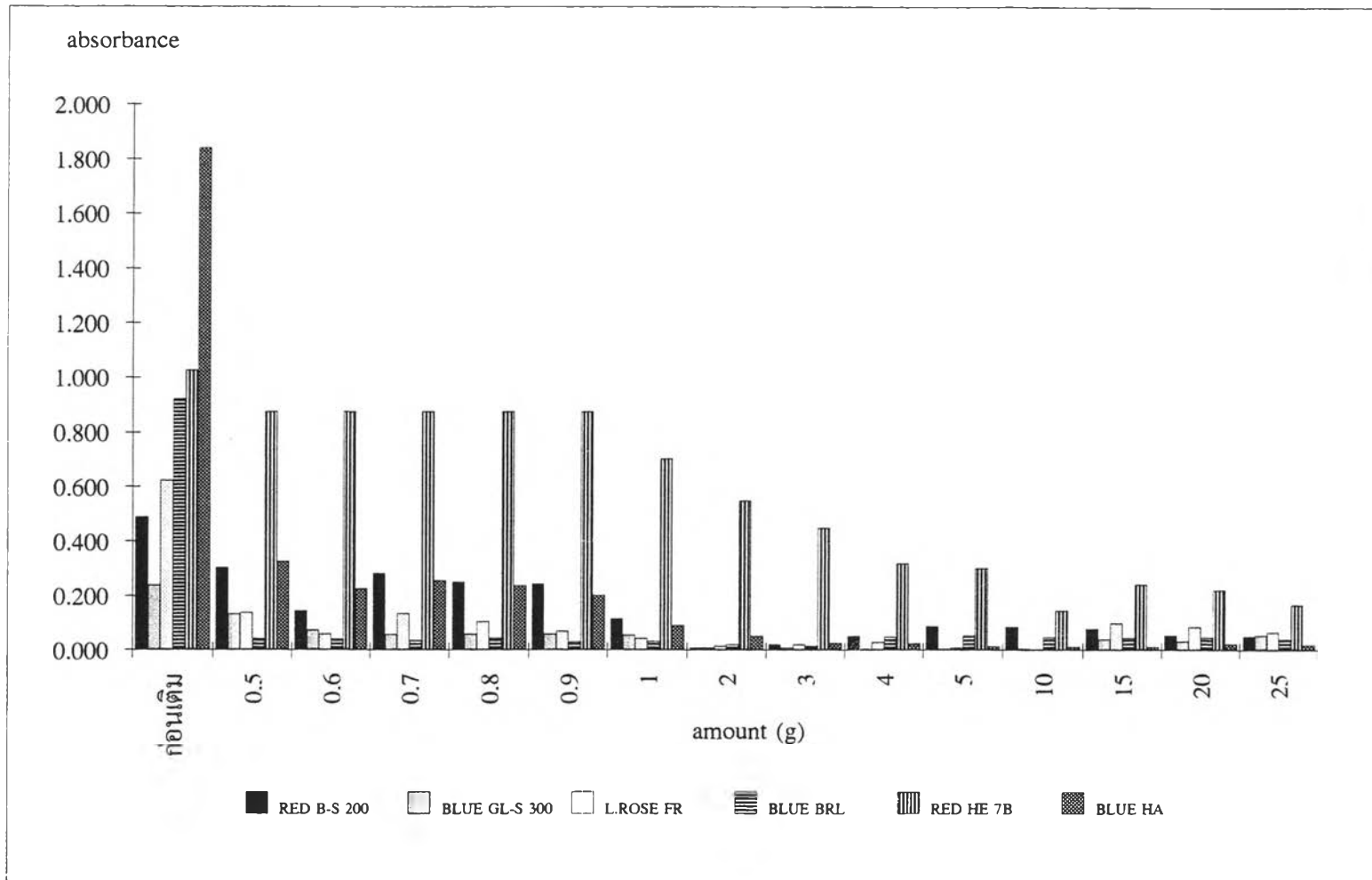
ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ช่วงพีเอช 8-10

ตารางที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเรตินเบนโทไนท์และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น  
ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

ปริมาณ g	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
0.5	0.302	0.131	0.137	0.041	0.875	0.325
0.6	0.143	0.072	0.059	0.039	0.874	0.225
0.7	0.282	0.056	0.134	0.036	0.874	0.255
0.8	0.250	0.058	0.104	0.042	0.874	0.237
0.9	0.243	0.059	0.069	0.031	0.874	0.202

ตารางที่ 4.18 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดินเบนโทไนท์และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น  
ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

ปริมาณ g	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
1	0.115	0.055	0.043	0.033	0.704	0.09
2	0.007	0.007	0.014	0.02	0.548	0.051
3	0.02	0.007	0.02	0.015	0.449	0.026
4	0.052	0.003	0.028	0.048	0.318	0.023
5	0.086	0.004	0.008	0.053	0.3	0.013
10	0.085	0.005	0.002	0.047	0.145	0.011
15	0.078	0.04	0.098	0.044	0.241	0.012
20	0.054	0.032	0.084	0.046	0.22	0.022

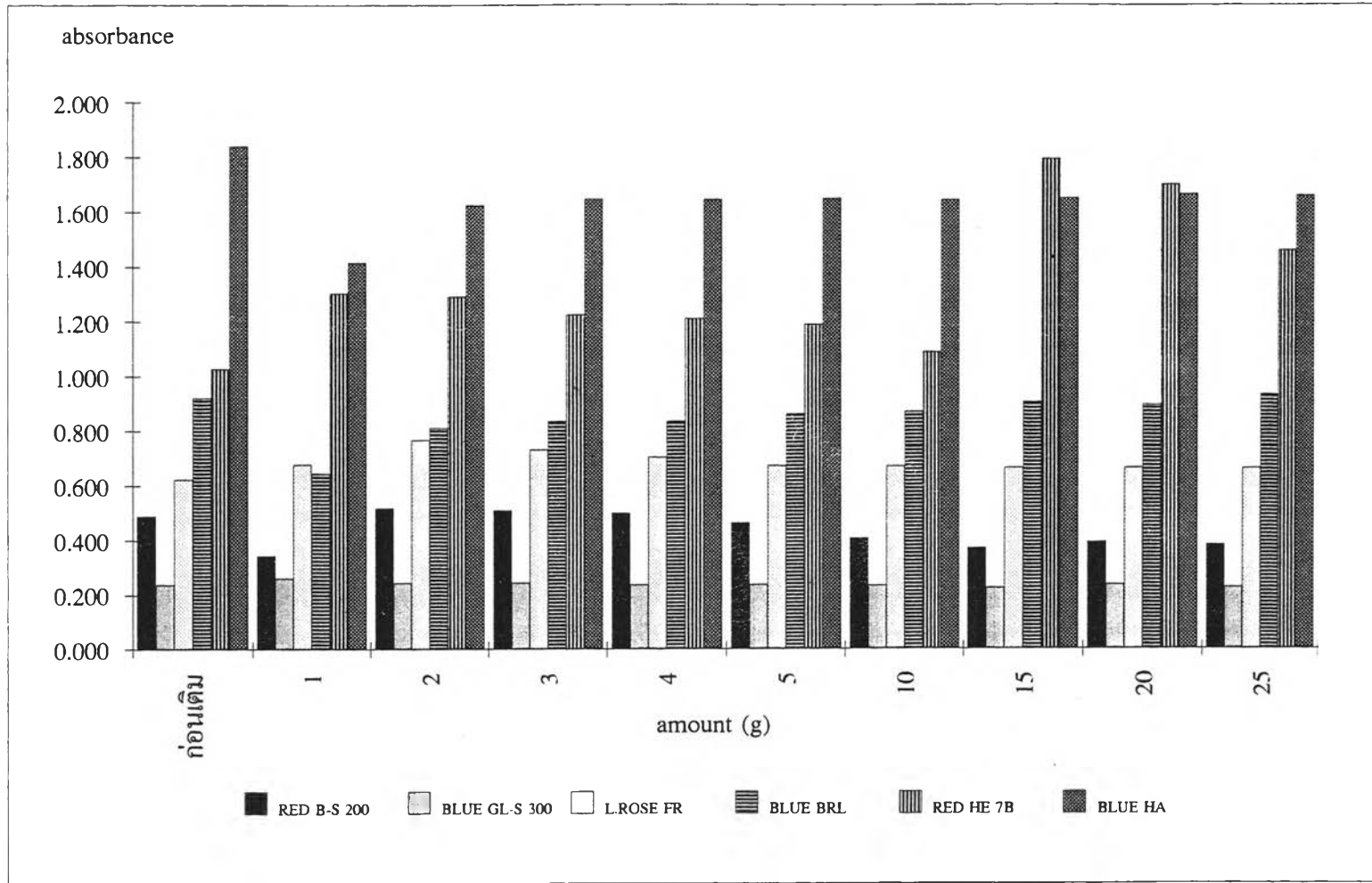


รูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดินเบนโทไนต์และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

ตารางที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดินเคโอลิไนต์และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น

ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

ปริมาณ g	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสี่ข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.490	0.238	0.623	0.920	1.026	1.841
1	0.343	0.261	0.678	0.645	1.302	1.413
2	0.517	0.243	0.765	0.809	1.289	1.622
3	0.509	0.244	0.731	0.832	1.224	1.646
4	0.497	0.237	0.704	0.832	1.210	1.643
5	0.462	0.236	0.673	0.859	1.187	1.645
10	0.405	0.233	0.669	0.867	1.086	1.642
15	0.368	0.224	0.663	0.903	1.792	1.647
20	0.391	0.237	0.663	0.892	1.698	1.663
25	0.381	0.225	0.662	0.931	1.456	1.658



รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดินเคโอลิไนต์และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย วัดที่ค่าความยาวคลื่น ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด



#### 4.1.7 การศึกษาชนิดของสารตกตะกอนร่วมที่เหมาะสมกับแร่ดิน

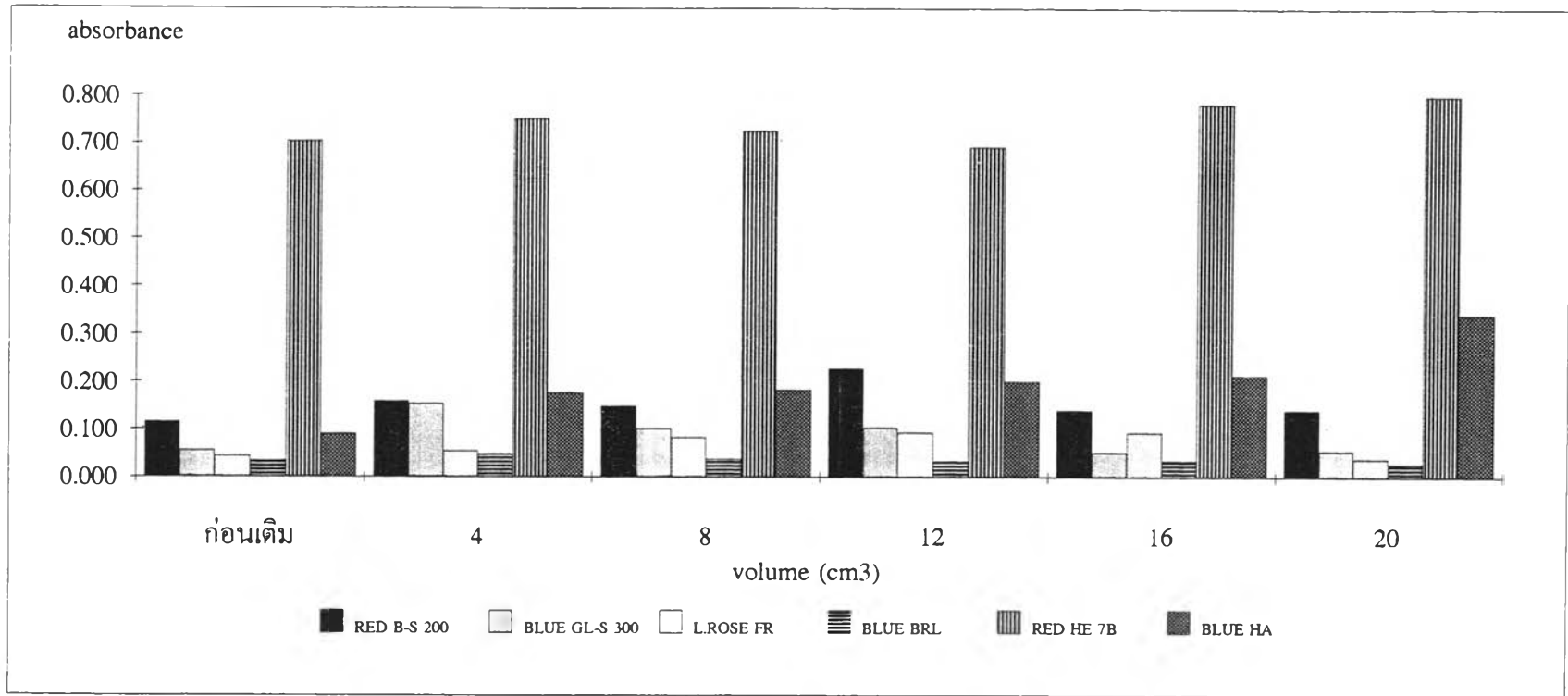
การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการหาสารตกตะกอนที่จะนำมาใช้ร่วมกับแร่ดิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสีข้อมจากสารละลายสีข้อมมาตรฐาน โดยนำสารละลายสีข้อมมาตรฐาน จากข้อ 3.4.1.2-3.4.1.3 มาทำการทดลองตามข้อ 3.5.1.7

จากผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.20-4.22 รูปที่ 4.18-4.20 พบว่าลักษณะทางกายภาพของสีที่สามารถสังเกตได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน พบเพียงว่าสารละลายจะมีความขุ่นแตกต่างกัน และเมื่อศึกษาค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดพบว่าค่าดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่แน่นอน โดยเฉพาะสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต พบว่าส่วนใหญ่ค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น สารตกตะกอนประเภทนี้จึงไม่นำมาใช้ในการทดลองในขั้นตอนต่อไป สำหรับการใส่สารตกตะกอนร่วมกับแร่ดินในการทดลองขั้นตอนนี้ พบว่าไม่มีผลต่อการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงซึ่งน่าจะเป็นผลเนื่องมาจากค่าพีเอชหลังการเติมแร่ดินไม่เหมาะสมต่อการตกตะกอน (ซึ่งโดยปกติหลังการเติมแร่ดินสารละลายสีข้อมมาตรฐานจะมีค่าพีเอชลดลงไปประมาณ 2) และคาดว่าหากค่าพีเอชหลังการเติมแร่ดินมีความเหมาะสมแล้ว ค่าการดูดกลืนแสงดังกล่าวน่าจะลดลงหรืออย่างน้อยควรมีค่าคงที่

ตารางที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายอะลัม ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย

ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายที่ย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ปริมาณ 1 g

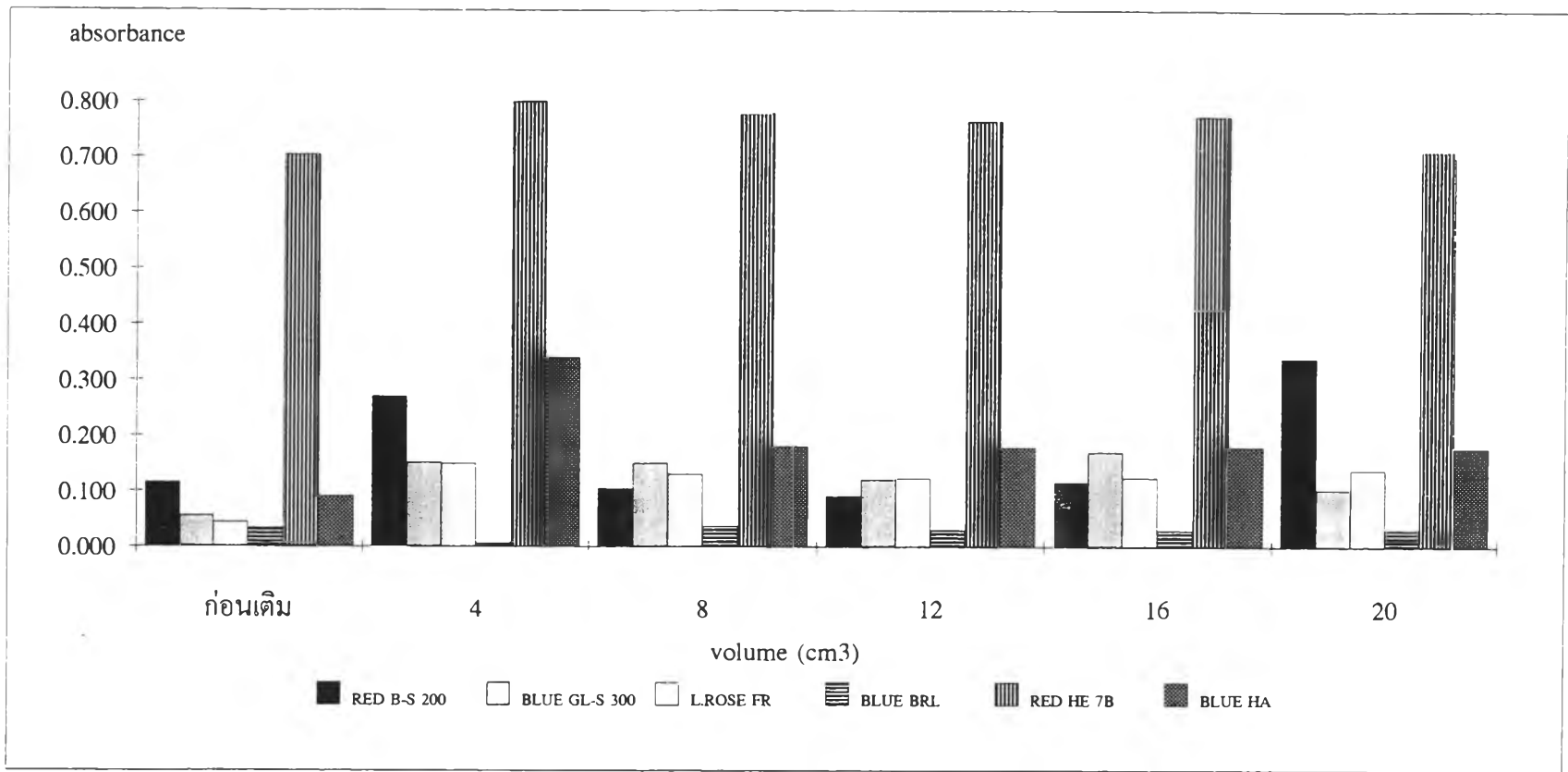
ปริมาตร cm <sup>3</sup>	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายที่ย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.115	0.055	0.043	0.033	0.704	0.090
4	0.159	0.153	0.054	0.048	0.750	0.176
8	0.148	0.102	0.083	0.037	0.724	0.182
12	0.227	0.104	0.093	0.033	0.691	0.200
16	0.140	0.052	0.093	0.034	0.782	0.213
20	0.140	0.055	0.038	0.028	0.799	0.340



รูปที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายอะลัม ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ปริมาณ 1 g

ตารางที่ 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายเฟอร์สแอมโมเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม และ  
 ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ของสารละลายที่ย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด  
 เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ปริมาณ 1 g

ปริมาตร cm <sup>3</sup>	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายที่ย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.115	0.055	0.043	0.033	0.704	0.090
4	0.270	0.151	0.149	0.006	0.800	0.340
8	0.104	0.150	0.130	0.036	0.779	0.180
12	0.090	0.121	0.123	0.030	0.765	0.178
16	0.115	0.170	0.124	0.029	0.774	0.179
20	0.341	0.103	0.138	0.031	0.711	0.179



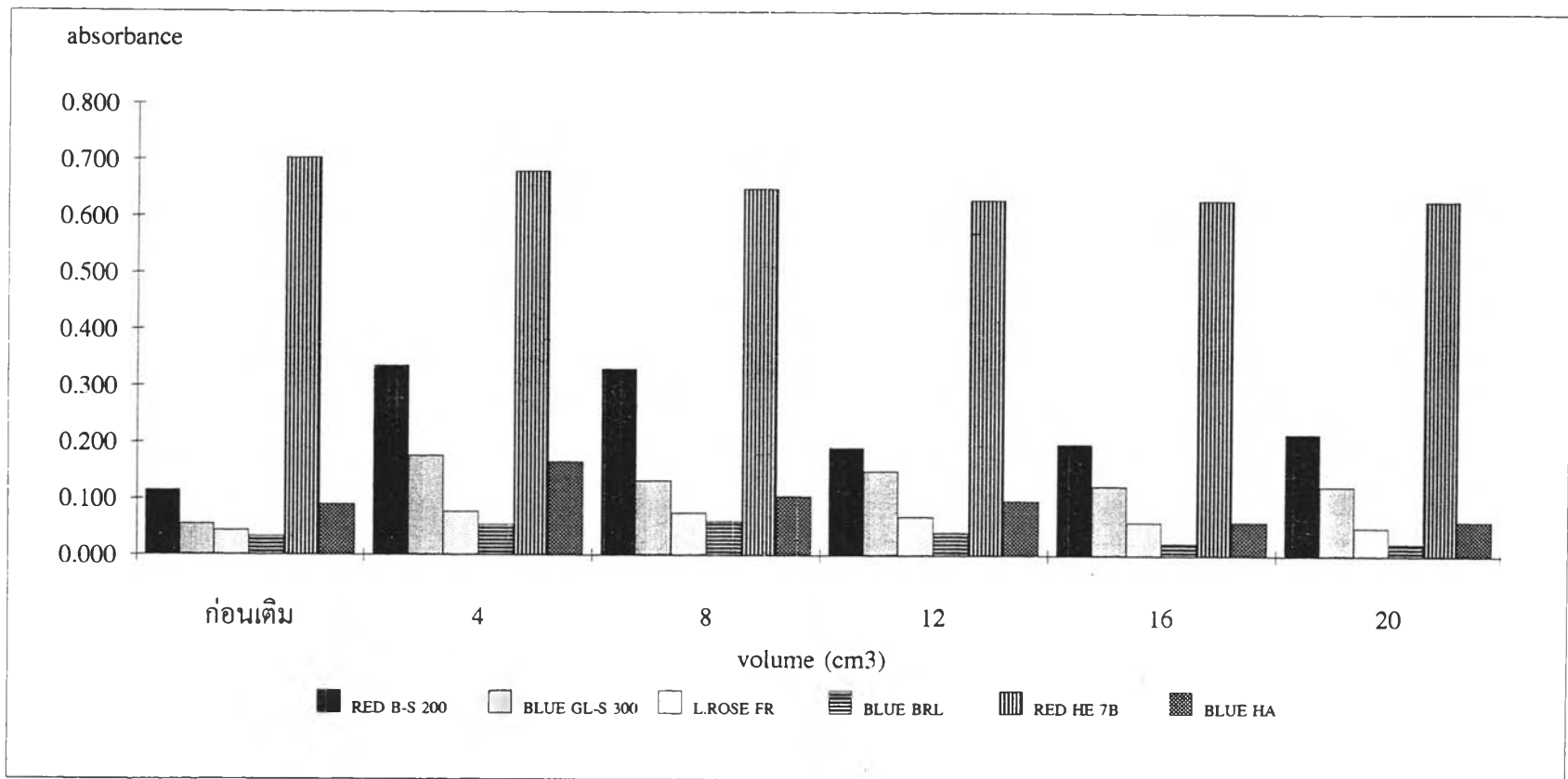
รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายเฟอร์สแอมโมเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโตไนท์ปริมาณ 1 g

ตารางที่ 4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายเฟอร์ริซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม และ

ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด

เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ปริมาณ 1 g

ปริมาตร cm <sup>3</sup>	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด					
	RED B-S 200	BLUE GL-S 300	L.ROSE FR	BLUE BRL	RED HE 7B	BLUE HA
ก่อนเติม	0.115	0.055	0.043	0.033	0.704	0.090
4	0.335	0.176	0.077	0.054	0.680	0.166
8	0.330	0.132	0.075	0.060	0.649	0.105
12	0.191	0.150	0.069	0.041	0.630	0.097
16	0.198	0.123	0.059	0.022	0.630	0.060
20	0.217	0.123	0.050	0.022	0.630	0.062



รูปที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ของสารละลายสีข้อมมาตรฐาน 6 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ปริมาณ 1 g

#### 4.2 การกำจัดสีของน้ำทิ้งตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรม

การทดลองในขั้นตอนต่อไปนี้เป็นทดลองโดยใช้น้ำทิ้งตัวอย่างจากหม้อต้มย้อมโดยเก็บน้ำทิ้งตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรมสองโรง ซึ่งได้แก่ บริษัท แสทวิทเท็กซ์ไทล์ จำกัด และบริษัท เค. เวลด์เท็กซ์ไทล์ จำกัด โดยใช้ตัวอย่างน้ำทิ้ง 3 ประเภท ซึ่งได้แก่น้ำทิ้งตัวอย่างประเภทดิสเพิส, ไคเร็กซ์ และรีเอกทีฟที่มีสีแตกต่างกัน ทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ได้แก่ดิสเพิส 1 (สีม่วง), รีเอกทีฟ 2 (สีชมพู), รีเอกทีฟ 3 (สีเทา), รีเอกทีฟ 4 (สีเขียว) และไคเร็กซ์ 5 (สีฟ้า) รายละเอียดน้ำทิ้งตัวอย่างได้กล่าวไว้ในข้อ 3.3.2 แล้ว สำหรับขั้นตอนนี้จะนำผลสรุปของการทดลองในขั้นตอนที่ 3.5.1 ซึ่งใช้สีย้อมมาตรฐานเป็นสารตัวอย่าง มาประยุกต์ใช้เพื่อกำจัดสีจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าว ซึ่งในที่นี้จะเรียกน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมนี้ว่า "น้ำทิ้งตัวอย่าง"

##### 4.2.1 สมบัติของน้ำทิ้งตัวอย่าง

การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาสมบัติบางประการของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำทิ้งตัวอย่างดิสเพิส 1, น้ำทิ้งตัวอย่างรีเอกทีฟ 2, น้ำทิ้งตัวอย่างรีเอกทีฟ 3, น้ำทิ้งตัวอย่างรีเอกทีฟ 4 และน้ำทิ้งตัวอย่างไคเร็กซ์ 5 หลังจากเก็บน้ำทิ้งตัวอย่างมาจากหม้อต้มย้อม และเจือจางน้ำทิ้งดังกล่าวลง 4 เท่า จากนั้นจะนำไปทำการ วัดค่าต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด, ค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้น, ค่าพีเอช และสมบัติทางกายภาพของสีที่สังเกตุได้ของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด

สารตัวอย่าง	ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (nm.)	ค่าการดูดกลืนแสง	พีเอช	ลักษณะทางกายภาพของสีที่สังเกตุได้
ดิสเพิส 1	554	0.247	6.52	ขุ่น, ม่วงอ่อน
รีเอกทีฟ 2	520	0.604	11	ขุ่น, ชมพูเข้ม
รีเอกทีฟ 3	600	0.327	11	ขุ่น, เทาอ่อน
รีเอกทีฟ 3	622	2.847	11	ขุ่น, เขียวเข้ม
ไคเร็กซ์ 5	614	0.236	11	ขุ่น, ฟ้า



#### 4.2.2 การหาปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดิน

แร่ดินที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นแร่ดินที่สามารถทำการดูดซับสีข้อมได้ เลือกจากแร่ดินที่นำมาทำการทดลองในขั้นตอนที่ 3.5.1.6 ซึ่งเป็นการทดสอบการดูดซับของแร่ดินจากสารละลายสีข้อมมาตรฐาน สำหรับแร่ดินที่สามารถทำการดูดซับได้ดีได้แก่ แร่ดินเบนโตไนท์ การทดลองในขั้นตอนนี้จะนำน้ำทิ้งตัวอย่างที่เจือจางลงแล้ว 4 เท่า มาเติมแร่ดินในปริมาณที่แตกต่างกันตามการทดลองในข้อ 3.5.2.3.2 โดยไม่มีการปรับค่าพีเอช

จากตารางที่ 4.24 รูปที่ 4.21 พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดินเบนโตไนท์สำหรับน้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1, น้ำทิ้งตัวอย่างรีแอกทีฟ 3 และน้ำทิ้งตัวอย่างไคเร็กซ์ 5 คือ 2 กรัม ส่วนน้ำทิ้งตัวอย่างรีแอกทีฟ 4 และน้ำทิ้งตัวอย่างรีแอกทีฟ 2 พบว่าที่ปริมาณแร่ดินเบนโตไนท์ 20 กรัม ค่าการดูดกลืนแสงยังคงมีการเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตาม ยังคงพบการติดสีของแร่ดินหลังการทดลองของน้ำทิ้งตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด

จากผลการทดลอง พบว่าแร่ดินเบนโตไนท์สามารถดูดซับสีข้อมจากน้ำทิ้งตัวอย่างได้ทุกชนิด สังเกตได้จากการติดสีของแร่ดินหลังจากทดสอบสารละลายด้านบนทิ้ง ซึ่งจะพบการติดสีของแร่ดินในทุกตัวอย่างของน้ำทิ้ง สำหรับน้ำทิ้งตัวอย่างที่มีสีจางลงอย่างชัดเจนได้แก่ น้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1, น้ำทิ้งตัวอย่างรีแอกทีฟ 3 และน้ำทิ้งตัวอย่างไคเร็กซ์ 5 ส่วนน้ำทิ้งตัวอย่างที่พบการลดลงอย่างไม่ชัดเจนได้แก่ น้ำทิ้งตัวอย่างรีแอกทีฟ 2 และน้ำทิ้งตัวอย่างรีแอกทีฟ 4 ทั้งที่น้ำทิ้งตัวอย่าง 3 ชนิดแรกใช้ปริมาณแร่ดินน้อยกว่าน้ำทิ้งตัวอย่าง 2 ชนิดหลัง จากลักษณะที่สังเกตได้พบว่า ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำทิ้งที่มีความแตกต่างกันจะทำให้การลดลงของสีแตกต่างกันด้วย เนื่องจากปกติความเข้มข้นของตัวถูกละลายมีอิทธิพลต่อกระบวนการดูดซับ ดังนั้นความเข้มข้นเริ่มต้นของสีข้อมในน้ำทิ้งตัวอย่าง จึงมีอิทธิพลต่อการดูดซับ ของแร่ดิน นอกจากนี้ในน้ำทิ้งตัวอย่างยังประกอบด้วยสารที่ช่วยในการข้อมอื่น ๆ ซึ่ง อาจมีอิทธิพลต่อการดูดซับของแร่ดินด้วยเช่นกัน

#### 4.2.3 การใช้แร่ดินร่วมกับสารตกตะกอนที่เหมาะสม

ถึงแม้ว่าผลจากการทดลองในข้อ 3.5.1.7 จะไม่พบการลดลงของสีข้อมอย่างชัดเจนในการใช้สารตกตะกอนร่วมกับแร่ดิน อย่างไรก็ตามสำหรับการทดลองในขั้นตอนนี้ได้เลือกสารตกตะกอนที่ดีที่สุดจากการทดลองในขั้นตอนนี้ดังกล่าว ซึ่งได้แก่สารละลายอะลัมและสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟตมาใช้ โดยนำน้ำทิ้งตัวอย่างที่เจือจางลงแล้ว 4 เท่า มาทำการทดลองตามวิธีการทดลอง ในข้อ 3.5.2.4 เนื่องจากค่าพีเอชหลังการเติมแร่ดินเบนโตไนท์ลงไปปกติจะมีค่าลดลงไปประมาณ 2 ซึ่งค่าพีเอชดังกล่าวของน้ำทิ้งตัวอย่างที่นำมาทำการทดลอง

เหมาะสมกับสารตกตะกอนทั้งสองชนิดที่นำมาทำการทดลอง ดังนี้ น้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1 หลังจากเติมแร่ดินเบนโตไนท์แล้วจะทำการตกตะกอนด้วยอะลัม เนื่องจากมีค่าพีเอชเริ่มต้นประมาณ 6.5 ส่วน น้ำทิ้งตัวอย่างอีก 4 ตัว ซึ่งมีค่าพีเอชเริ่มต้นประมาณ 11 หลังจากเติมแร่ดินเบนโตไนท์แล้วจะทำการตกตะกอนด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต

จากตารางที่ 4.25 รูปที่ 4.22 พบว่าการใช้สารตกตะกอนหลังเติมแร่ดินแล้ว น้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1 และน้ำทิ้งตัวอย่างไคเร็กซ์ 5 มีค่าการดูดกลืนแสงลดลงอย่างชัดเจน แต่ไม่พบการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงของน้ำทิ้งตัวอย่างรีแอกทีฟทุกชนิด

จากผลการทดลองพบว่า สารตกตะกอนสามารถใช้ร่วมกับแร่ดินได้สำหรับน้ำทิ้งตัวอย่างบางประเภท อย่างไรก็ตามผลการทดลองในขั้นตอนนี้ยังดีกว่าผลจากการทดลองในขั้นตอนที่ 3.5.1.7 ซึ่งน่าจะเป็นผลของค่าพีเอชของสารละลายสีย้อมมาตรฐานในขั้นตอนดังกล่าวไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการตกตะกอน ส่วนค่าพีเอชหลังการเติมแร่ดินเบนโตไนท์ของน้ำทิ้งตัวอย่างทั้งสองชนิดในขั้นตอนนี้ มีความเหมาะสมต่อการตกตะกอนของสารตกตะกอนมากกว่า สำหรับน้ำทิ้งประเภทรีแอกทีฟทุกชนิดที่ไม่พบการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงน่าจะเนื่องมาจากความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายมีค่าสูงเกินไป

#### 4.2.4 การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ก่อนและหลังทำการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำทิ้งตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการทดลองการหาปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดินเบนโตไนท์ จากตารางที่ 4.26 พบว่าค่าพีเอช, ค่าบีโอดี และค่าซีโอดีของน้ำทิ้งทุกประเภทลดลง ส่วนค่าเอสเอสมีค่าเพิ่มขึ้นเกือบทุกสีย้อมน้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1

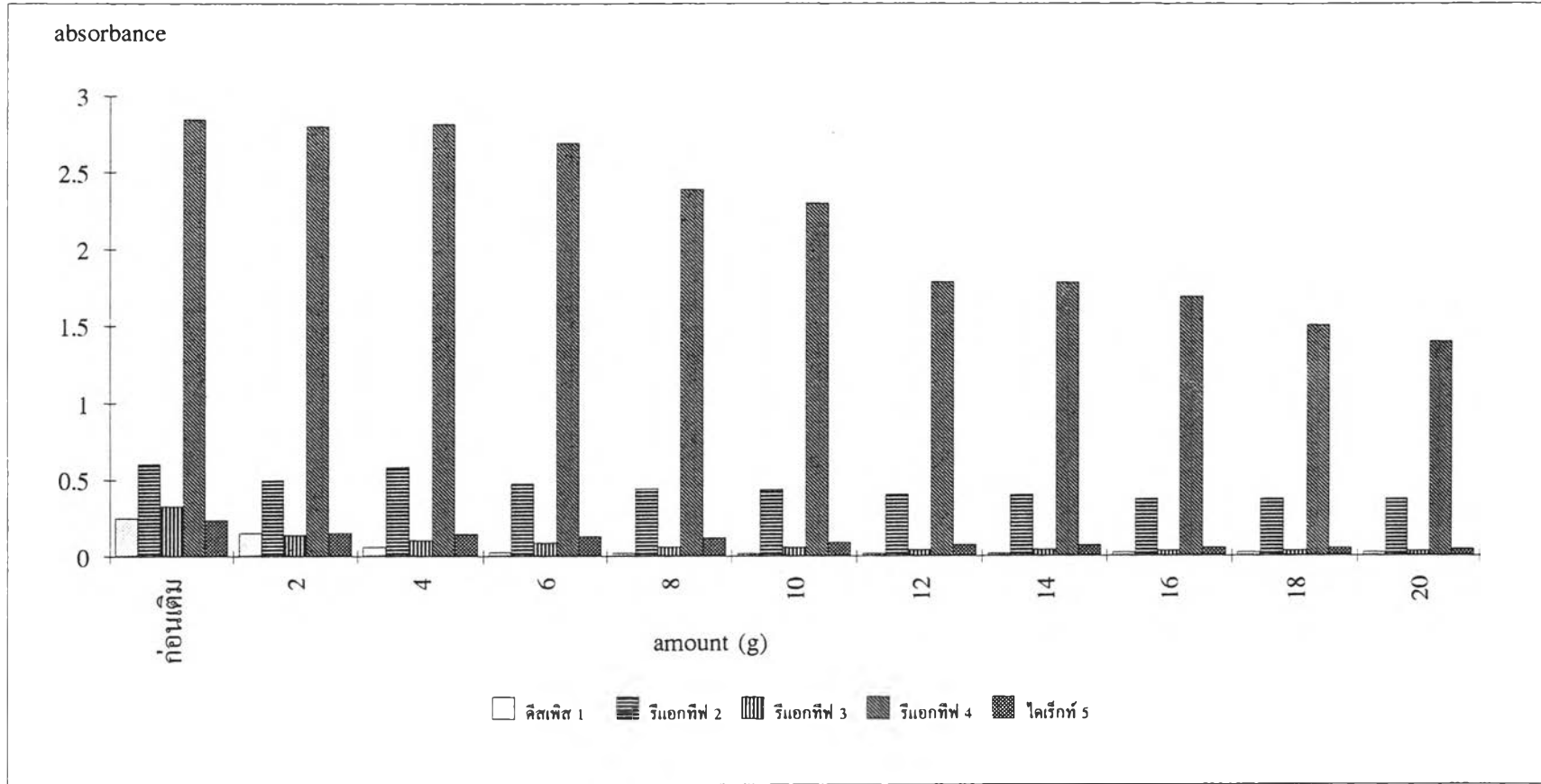
จากผลการทดลองการหาค่าบีโอดี และค่าซีโอดีของน้ำทิ้งตัวอย่างลดลงน่าจะเป็นผลมาจากการที่แร่ดินได้ดูดซับสีย้อมไว้ ทำให้ความเข้มข้นของสีย้อมในสารละลายลดลงเมื่อนำไปหาค่าบีโอดีและค่าซีโอดี ซึ่งเป็นวิธีการหาปริมาณสารที่มีอยู่ในน้ำทิ้ง ด้วยการสลายสารดังกล่าวโดยจุลินทรีย์และสารออกซิไดซ์ ปริมาณสารในน้ำทิ้งที่ต้องถูกสลายจึงน้อยด้วยส่วนการที่ค่าเอสเอสของสารละลายมีค่าเพิ่มขึ้นน่าจะเนื่องมาจากแร่ดินที่เติมลงไปกระจายตัวอยู่ในสารละลายไม่จมตัวลง

ตารางที่ 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดินเบนโทไนท์ และ

ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยวัดที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่า

การดูดกลืนแสงสูงสุด ของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด

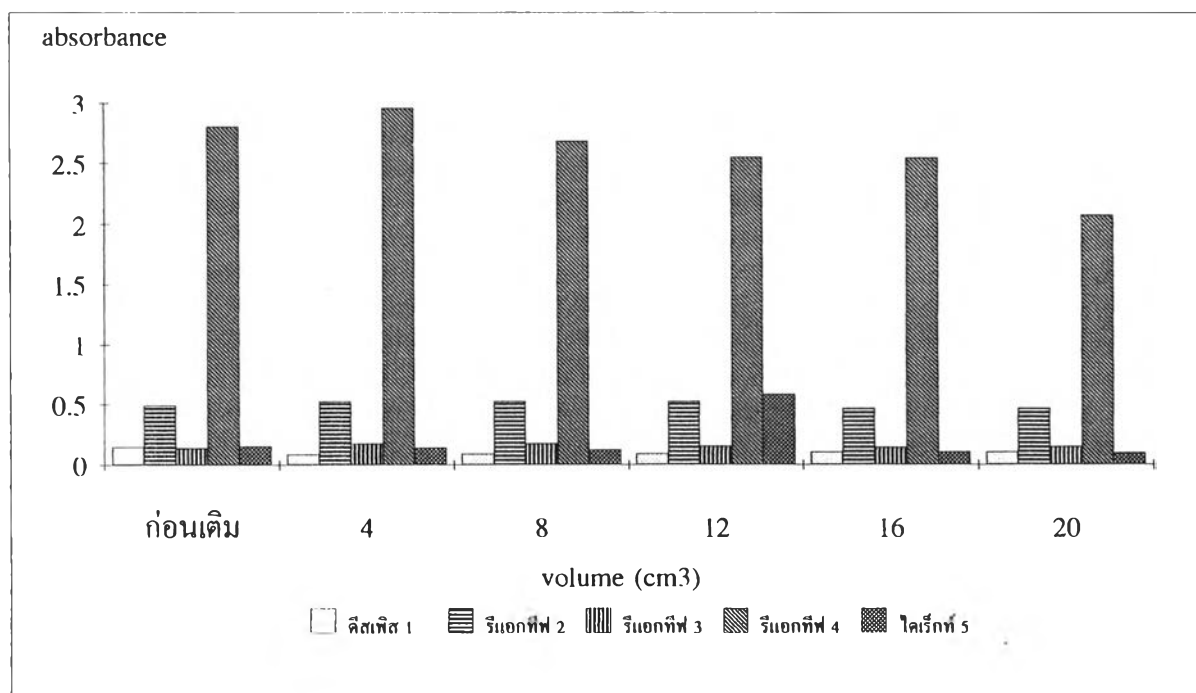
ปริมาณ g	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด				
	ดีสเพิส 1	รีแอกทีฟ 2	รีแอกทีฟ 3	รีแอกทีฟ 4	ไคเร็กซ์ 5
ก่อนเติม	0.247	0.604	0.327	2.847	0.236
2	0.151	0.495	0.139	2.803	0.152
4	0.060	0.581	0.104	2.815	0.144
6	0.025	0.475	0.090	2.692	0.130
8	0.020	0.441	0.059	2.392	0.119
10	0.018	0.435	0.057	2.301	0.090
12	0.016	0.403	0.041	1.784	0.074
14	0.016	0.399	0.040	1.783	0.069
16	0.023	0.372	0.036	1.688	0.053
18	0.022	0.370	0.034	1.503	0.051
20	0.022	0.370	0.032	1.396	0.044



รูปที่ 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแเรดินเบนโตไนท์และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยวัดที่ค่าความยาวคลื่น  
ที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด

ตารางที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายสารตกตะกอน และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ในปริมาณ 2 g

ปริมาตร cm <sup>3</sup>	ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด				
	คีสเพิส 1	รีแอกทีฟ 2	รีแอกทีฟ 3	รีแอกทีฟ 4	ไคเร็กซ์ 5
ก่อนเติม	0.151	0.495	0.139	2.803	0.152
4	0.088	0.526	0.174	2.955	0.142
8	0.090	0.526	0.174	2.681	0.121
12	0.091	0.526	0.155	2.553	0.583
16	0.103	0.466	0.146	2.548	0.106
20	0.103	0.466	0.147	2.073	0.096



รูปที่ 4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายสารตกตะกอน และค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด เมื่อเติมแร่ดินเบนโทไนท์ในปริมาณ 2 g

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าพีเอช , ซีไอดี , บีไอดี และเอสเอส ทั้งก่อนและหลังการทดลองของน้ำทิ้งตัวอย่าง 5 ชนิด

สารตัวอย่าง	ค่าพีเอช		ค่าซีไอดี (mg/dm <sup>3</sup> )		ค่าบีไอดี (mg/dm <sup>3</sup> )		ค่าเอสเอส (mg/dm <sup>3</sup> )	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ดิสเพิส 1	6.5	5.0	589.69	318.96	95.20	71.20	12.00	8.00
รีแอกทีฟ 2	11.0	8.0	342.30	178.93	19.00	13.00	89.00	1965.00
รีแอกทีฟ 3	11.0	8.0	202.27	155.59	7.00	5.80	46.00	1525.00
รีแอกทีฟ 4	11.0	8.0	440.32	404.25	27.40	11.20	53.00	2160.00
โคเร็กซ์ 5	11.0	8.0	128.36	40.45	11.20	7.00	64.00	1025.00