

บทที่ 3

ผลการทดลอง

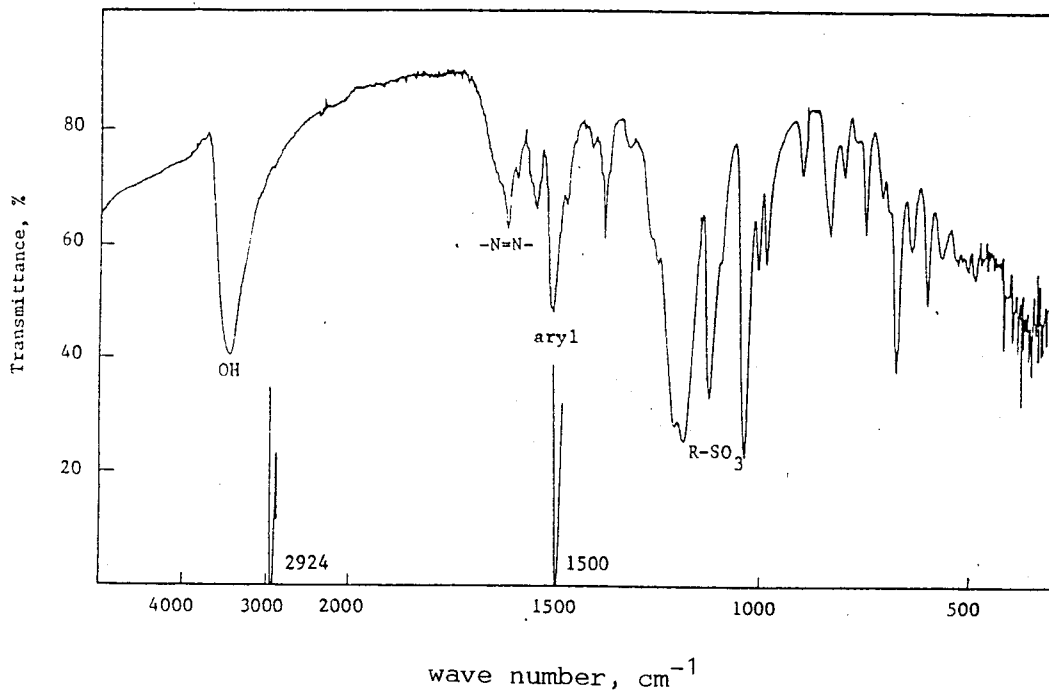
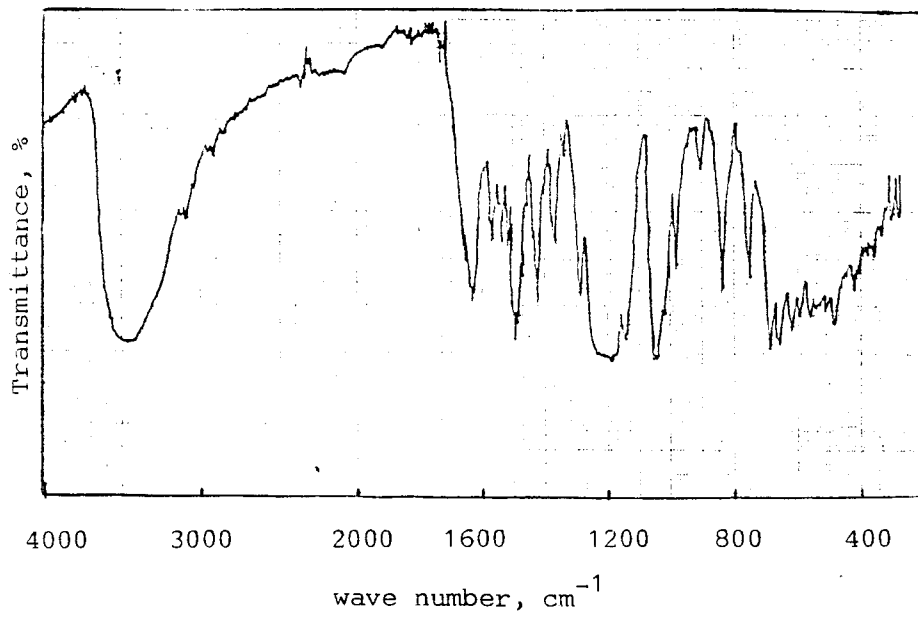
3.1 ลักษณะการดูดกลืนคลื่นแสงของสี Sunset Yellow FCF

3.1.1 อินฟราเรด สเปกตรัม

จากสเปกตรัมของ Sunset Yellow FCF ดังรูปที่ 3.1 มีหมู่ฟังก์ชัน ดังนี้ phenolic OH (ที่ 3450 cm^{-1}), -N=N- (ที่ 1635 cm^{-1}), aromatic (1490, 1570-skeleton carbon stretching และ $700\text{-}800\text{ cm}^{-1}$ - aromatic out of plane bending) และ ionic sulfonate (ที่ $1200, 1050\text{ cm}^{-1}$) พบว่าสอดคล้องกับโครงสร้างของสีและสอดคล้องกับสเปกตรัมของสี จากเอกสารอ้างอิง (4)

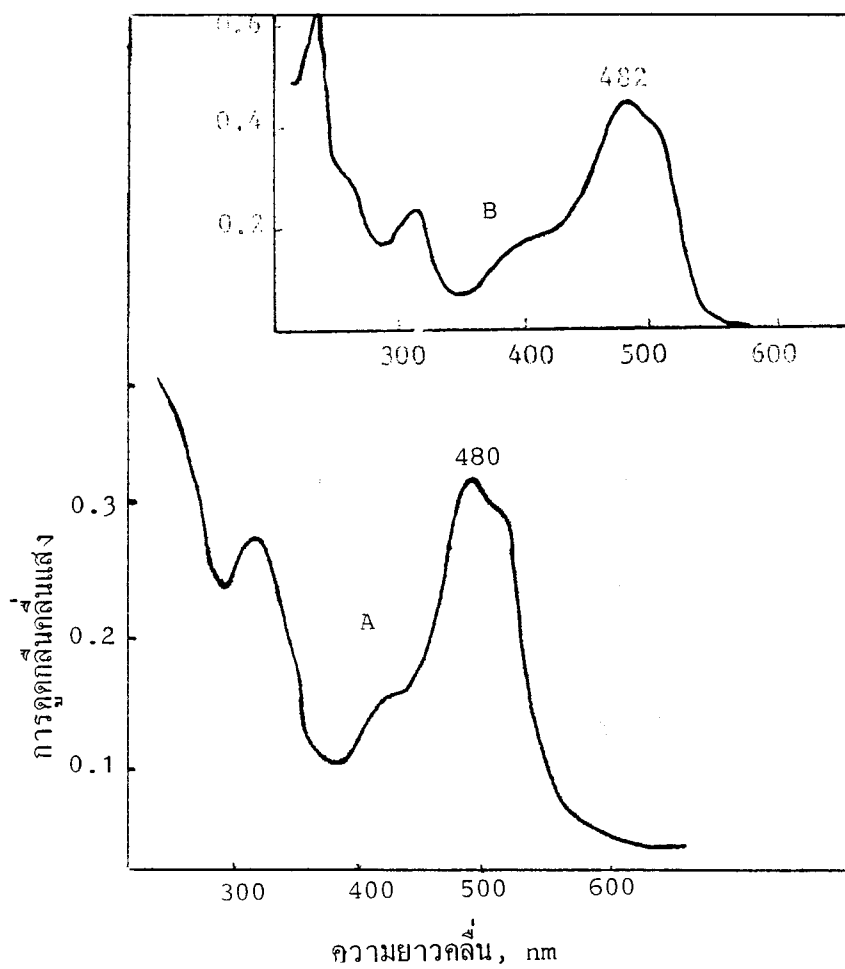
3.1.2 อัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกสเปกตรัม

สเปกตรัมในช่วงอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลของ Sunset Yellow FCF ใน HCl 0.1 M ดังรูปที่ 3.2 พบว่ามี พีคเกิดขึ้น 2 พีค คือ ที่ λ เท่ากับ 480 nm และ 318 nm โดยมี λ_{max} ที่ 480 nm และที่ความเข้มข้น 2.8×10^{-5} M โมลาร์ แอมบอบทวิติ (ในช่วงวิสิเบิล) มีค่าเท่ากับ 20.357 สเปกตรัมของสี Sunset Yellow FCF ไม่แตกต่างจากสเปกตรัมของสีนี้ในเอกสารอ้างอิง(5) ยกเว้นค่า λ_{max} เลื่อนไปเล็กน้อยคือสเปกตรัมจากเอกสารอ้างอิงมีค่า λ_{max} เท่ากับ 482 nm จากลักษณะการดูดกลืนคลื่นแสงของสี แสดงว่าสีมีความบริสุทธิ์สูงพอที่จะนำมาศึกษาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนของโลหะได้



รูปที่ 3.1 เปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมของ Sunset Yellow FCF ที่ได้จากการทดลอง และจากเอกสารอ้างอิง เตรียมตัวอย่างในรูปของแผ่น KBr

A : จากการทดลอง B : จากเอกสารอ้างอิง (4)



รูปที่ 3.2 เปรียบเทียบอัตราไอโอดีน-วีลิสเบิลสเปกตรัมของ Sunset Yellow FCF ความเข้มข้น 2.0×10^{-5} M ในสารละลายกรด HCl 0.1 M ใช้สารละลายกรด HCl 0.1 M เป็นสารละลายอ้างอิง
 A : จากการทดลอง B : จากเอกสารอ้างอิง (5)

3.2 ผลของ pH ต่อความสามารถในการละลายของสี ไอออนโรลหะ และ สารละลายผสมไอออนโรลหะ-สี

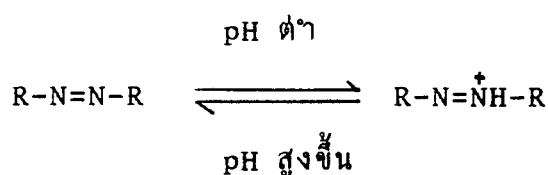
พบว่าสี Sunset Yellow FCF สามารถละลายได้ในทุกสารละลายบัฟเฟอร์ ส่วนความสามารถในการละลายของไอออนโรลหะ Cr(III) Cu(II) Fe(II) Fe(III) และ Mn(II) พบว่าสามารถละลายได้ในทุกสารละลายบัฟเฟอร์ เช่นกัน ดังตารางที่ 3.1 และไม่มีปรากฏว่ามีตะกอนเกิดขึ้นในสารละลายไอออนโรลหะ ซึ่งมีความเข้มข้น 1×10^{-4} M

ส่วนการละลายของสารละลายผสมไอออนโรลหะ-สี ในสารละลายบัฟเฟอร์ ทุกระบบ พบว่าไม่มีตะกอนเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 5.59 และ 7.01 พบว่าสีของสารละลาย Sunset Yellow FCF เปลี่ยนแปลง จากสีเหลืองเป็นสีเหลืองส้มหลังจากเติมสารละลายของ Cu(II) ลงไป

3.3 ผลของ pH ต่อลักษณะของอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลสเปกตรัมของสี

ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนคลื่นแสงของสีกับ pH แสดงดังรูปที่ 3.3 ซึ่งเป็นสเปกตรัมของสารละลายสี Sunset Yellow FCF ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่าง ๆ พบว่าที่ pH สูง ๆ เช่น 10.45, 12.59 ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุดของสเปกตรัมจะเลื่อนไปทางพลังงานสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้มีผู้เสนอว่ามีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอันเนื่องมาจากการเกิดไอออนในเซชัน ที่ pH ต่าง ๆ จะมีการจับ โปรตอน บนอะตอมในโรตรเจน เป็น auxochromic group และปฏิกิริยาจะย้อนกลับเมื่อมี pH สูงขึ้น (6) ดังสมการ

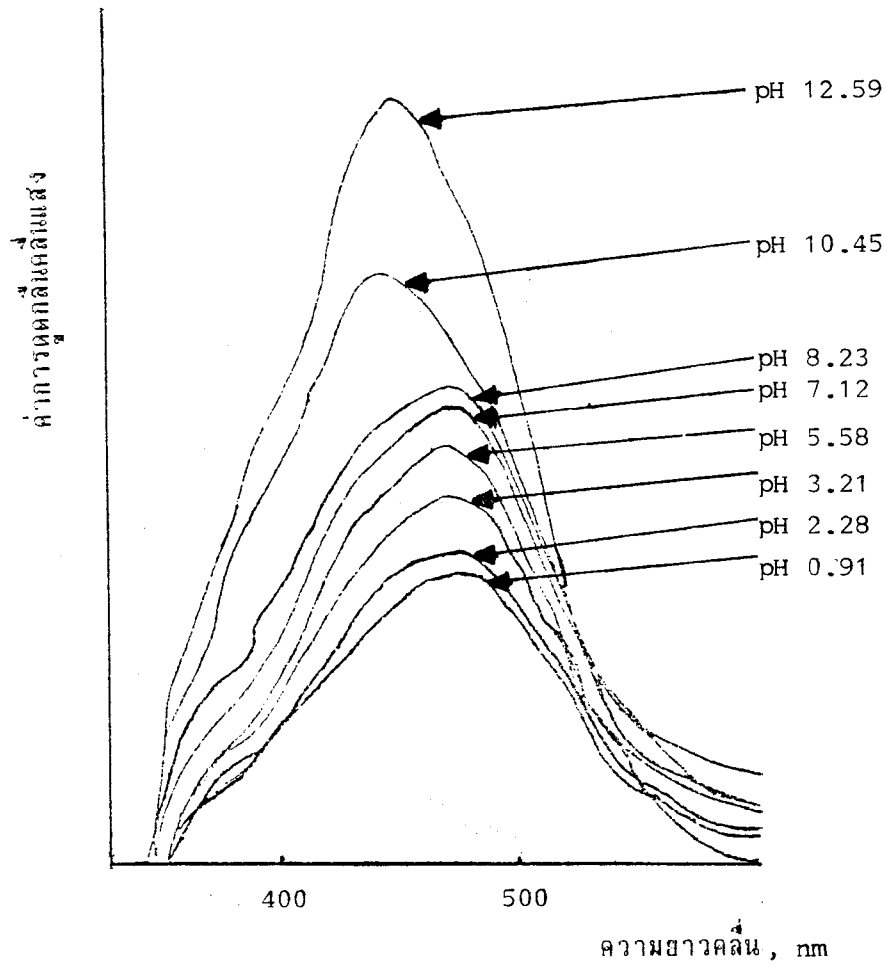


ตารางที่ 3.1 แสดงความสามารถในการละลายของไอออนโลหะในสารละลายบัฟเฟอร์

สารละลายบัฟเฟอร์	pH	ไอออนโลหะ (1.00×10^{-4} M)				
		Cr(III)	Cu(II)	Fe(II)	Fe(III)	Mn(II)
กรดฟอสฟอริก	0.91	-	-	-	-	-
กรดอะซิติก	2.28	-	-	-	-	-
แมกนีซิอัม	3.21	-	-	-	-	-
	5.00	-	-	-	-	-
	5.58	-	-	-	-	-
	6.00	-	-	-	-	-
	6.50	-	-	-	-	-
	7.12	-	-	-	-	-
	8.23	-	-	-	-	-
	อะซิเตต	5.10	-	*	-	-
	5.99	-	*	-	-	-
	7.01	-	-	-	-	-
ฟอสเฟต	6.00	-	-	-	-	-
	7.00	-	-	-	-	-
ไตรเอทิลามีน	10.45	-	-	-	-	-
	12.59	-	-	-	-	-

- : ละลาย

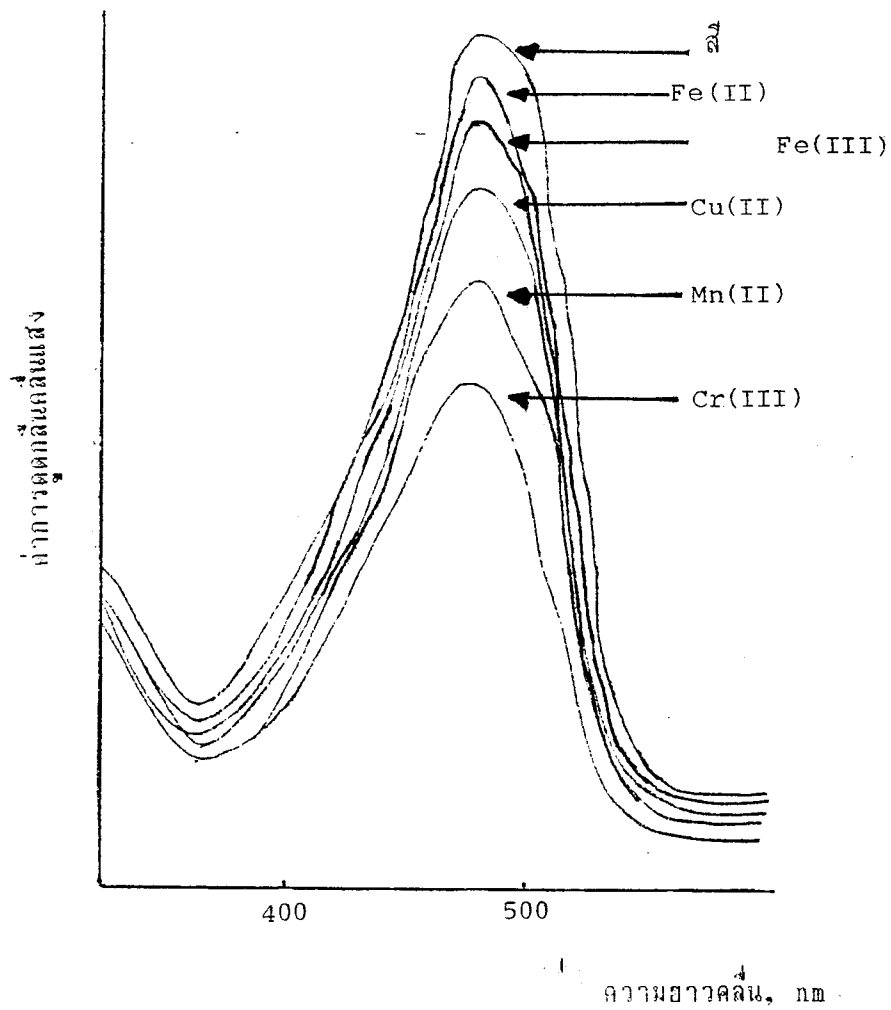
* : ละลายและสีของสารละลายเปลี่ยนไป



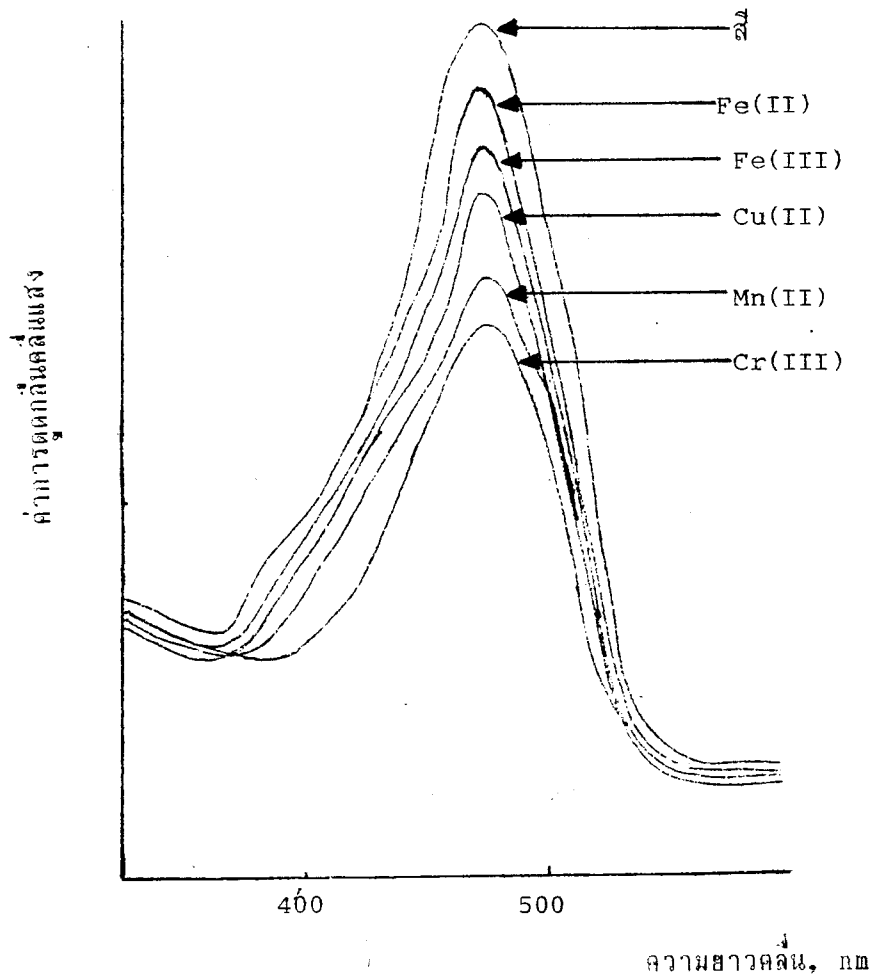
รูปที่ 3.3 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงของสี Sunset Yellow FCF ความเข้มข้น 2.0×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่าง ๆ โดยมีน้ำกลั่นเป็นสารละลายอ้างอิง

3.4 การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไอออนโลหะ-สี Sunset Yellow FCF

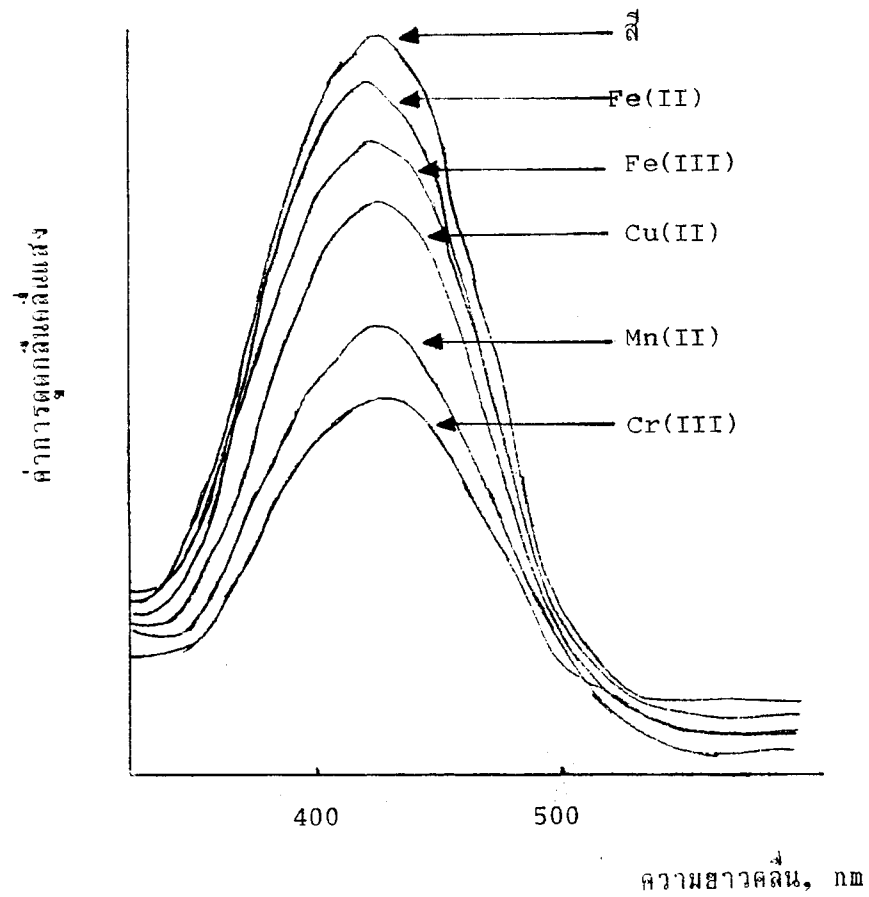
ศึกษาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงของสี และการเปลี่ยนแปลงของ อัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลสเปกตรัม ของสารละลายผสมระหว่างสี Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ Cr(III) Cu(II) Fe(II) Fe(III) และ Mn(II) ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่าง ๆ พบว่าอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลสเปกตรัม และ สีของสารละลายผสมของไอออนโลหะทุกตัวกับสี Sunset Yellow FCF ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากสเปกตรัมของสารละลายสี Sunset Yellow FCF ดังรูปที่ 3.4-3.17 ยกเว้นในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 5.99 และ 7.01 ดังรูปที่ 3.14 และ 3.15 พบว่าสเปกตรัมของสารละลายผสมจะแตกต่างจากสเปกตรัมของสารละลายสี โดย λ_{\max} จะเลื่อนไปทางด้านพลังงานสูงขึ้น จาก λ_{\max} 480 nm ของสีเป็น 476 nm ($\Delta\lambda_{\max} = 4$) และ 472 nm ($\Delta\lambda_{\max} = 8$) ที่ pH 5.99 และ 7.01 ตามลำดับ และสีของสารละลายสี Sunset Yellow FCF จะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเหลืองส้มหลังจากเติมสารละลายไอออน Cu(II) ลงไปและความเข้มของสีส้มที่เกิดขึ้นพบว่าที่ pH 7.01 จะเข้มกว่าที่ pH 5.99 แสดงว่าสารละลายผสมไอออน Cu(II)-Sunset Yellow FCF ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 7.01 เกิดสารประกอบเชิงซ้อนมากกว่าที่เกิดขึ้นในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 5.99



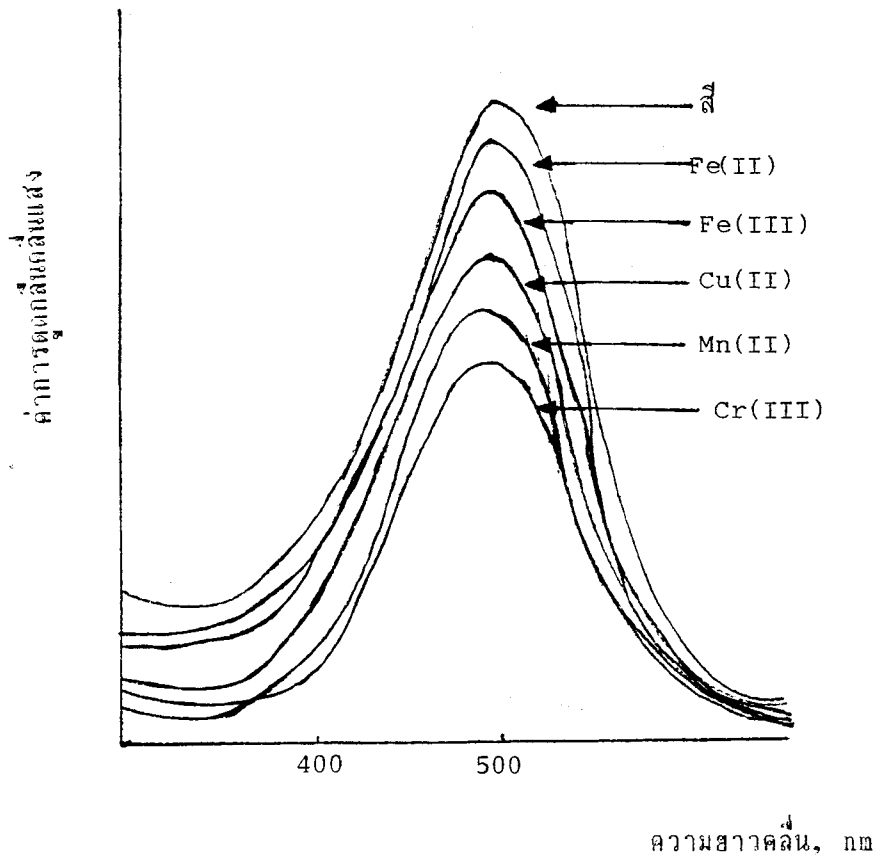
รูปที่ 3.4 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายกรดฟอสฟอริก pH 0.91 โดยใช้สารละลายกรดฟอสฟอริก pH 0.91 เป็นสารละลายอ้างอิง



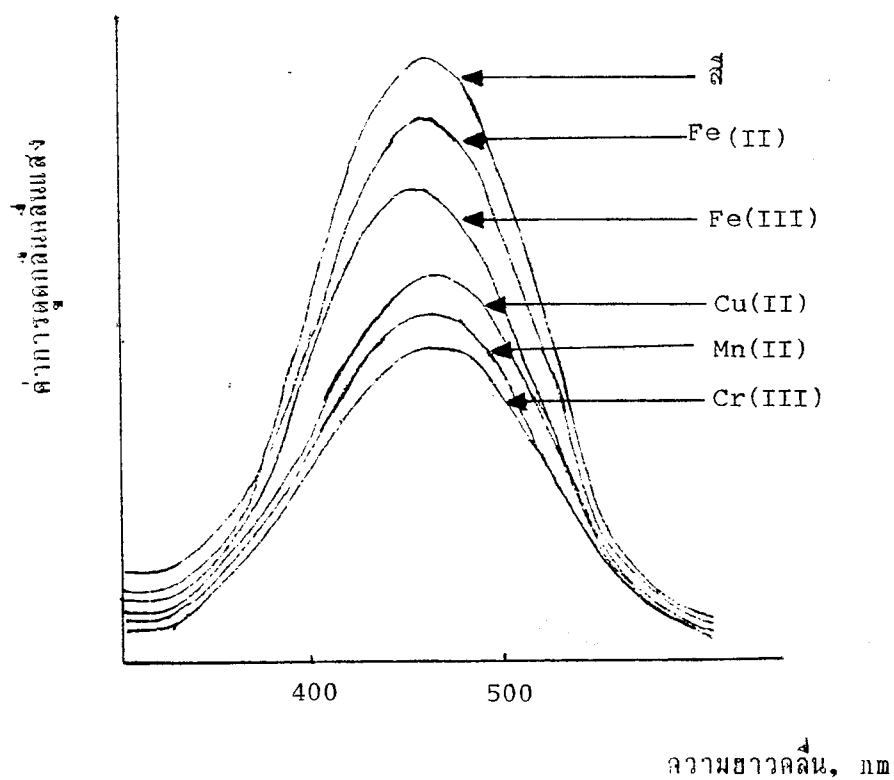
รูปที่ 3.5 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของ สารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายกรดอะซิติก pH 2.28 โดยใช้สารละลายกรดอะซิติก pH 2.28 เป็นสารละลายอ้างอิง



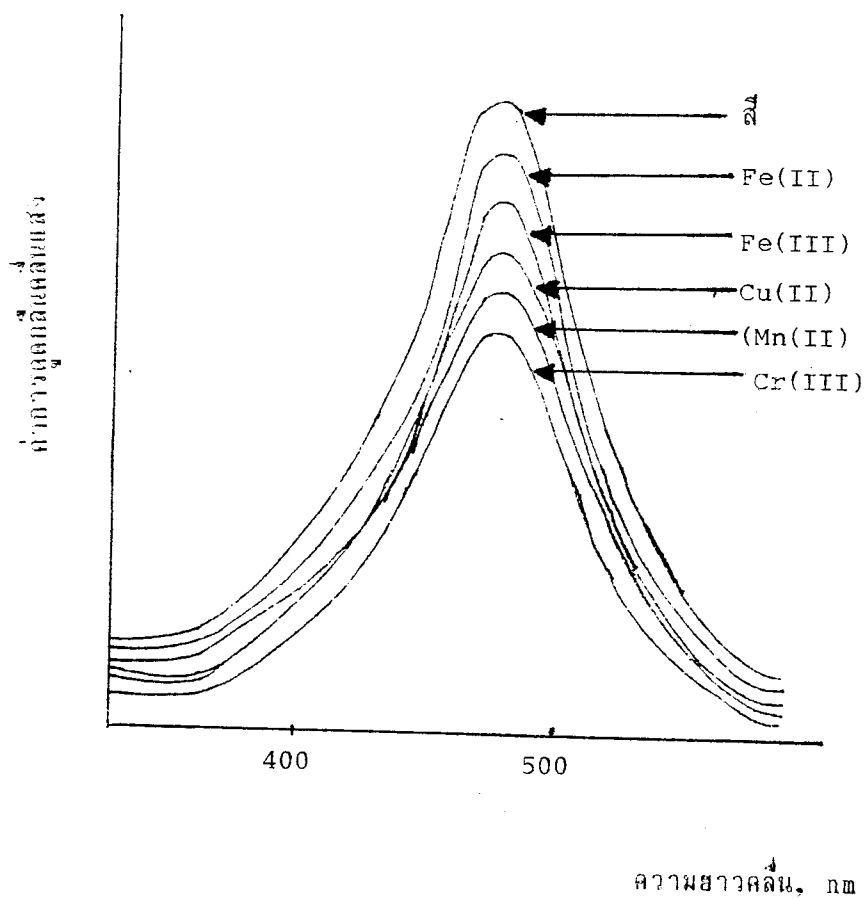
รูปที่ 3.6 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 3.21 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 3.21 เป็นสารละลายอ้างอิง



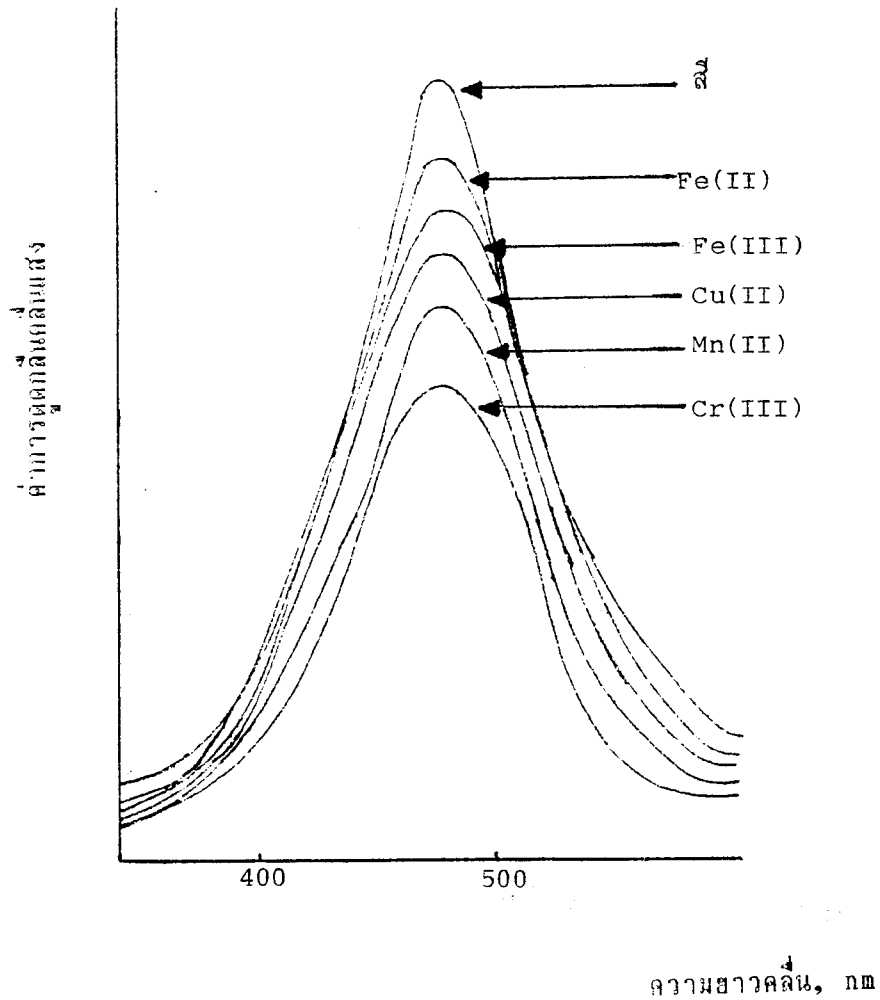
รูปที่ 3.7 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 5.00 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 5.00 เป็นสารละลายอ้างอิง



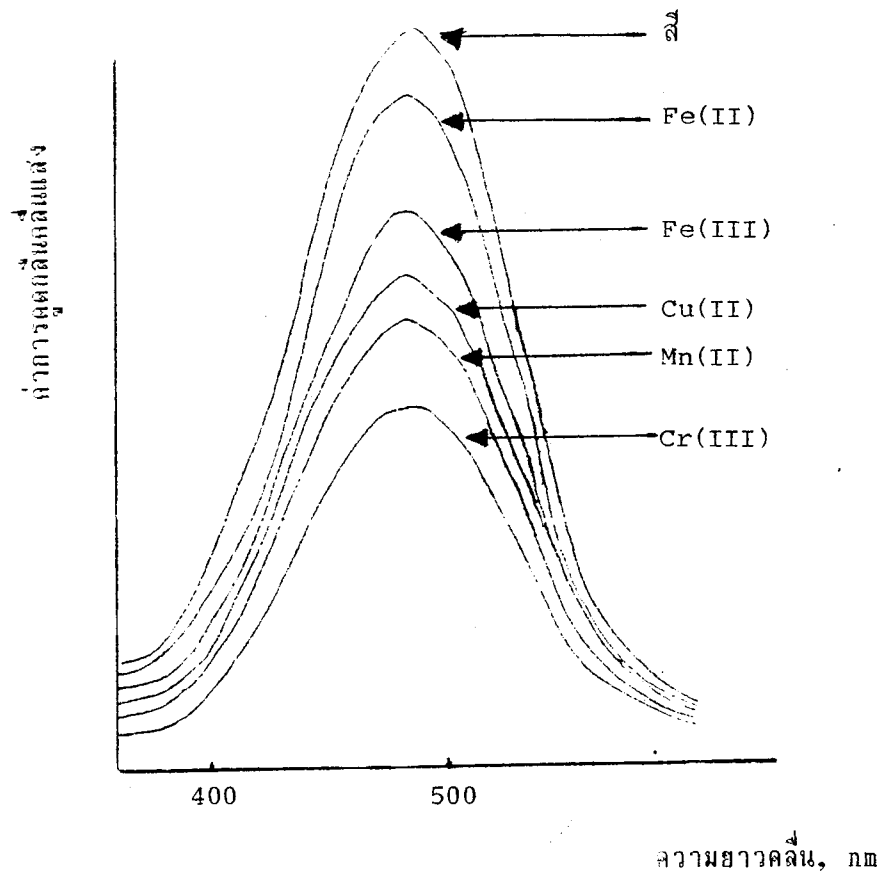
รูปที่ 3.8 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของ สารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 5.58 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 5.58 เป็นสารละลายอ้างอิง



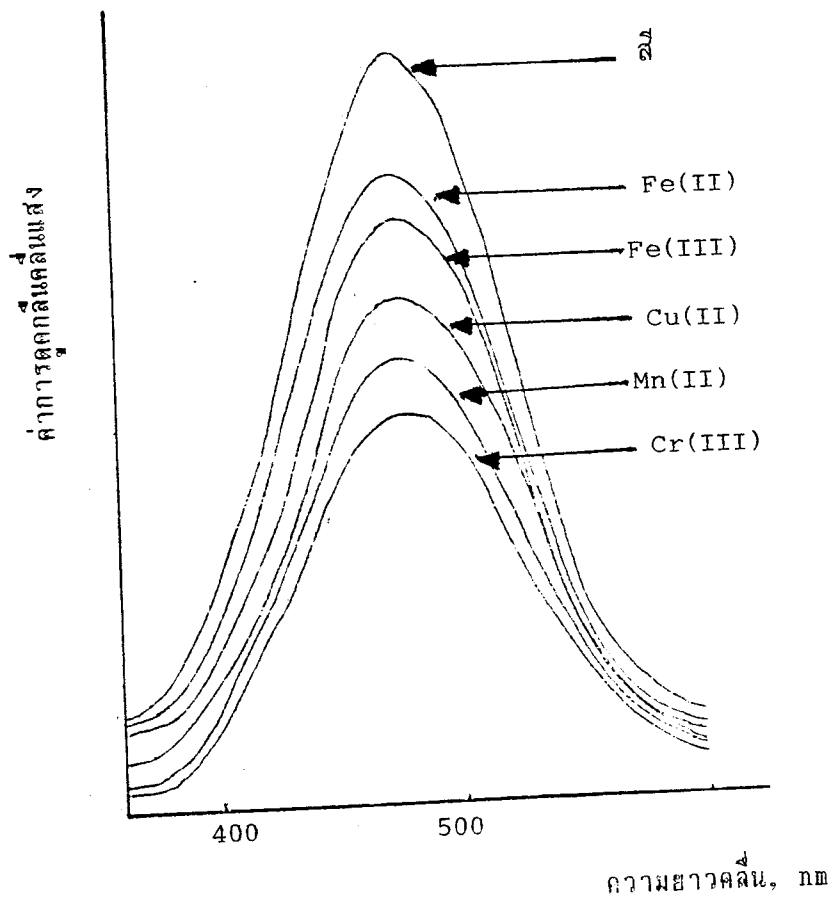
รูปที่ 3.9 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของ สารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 6.00 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 6.00 เป็น สารละลายอ้างอิง



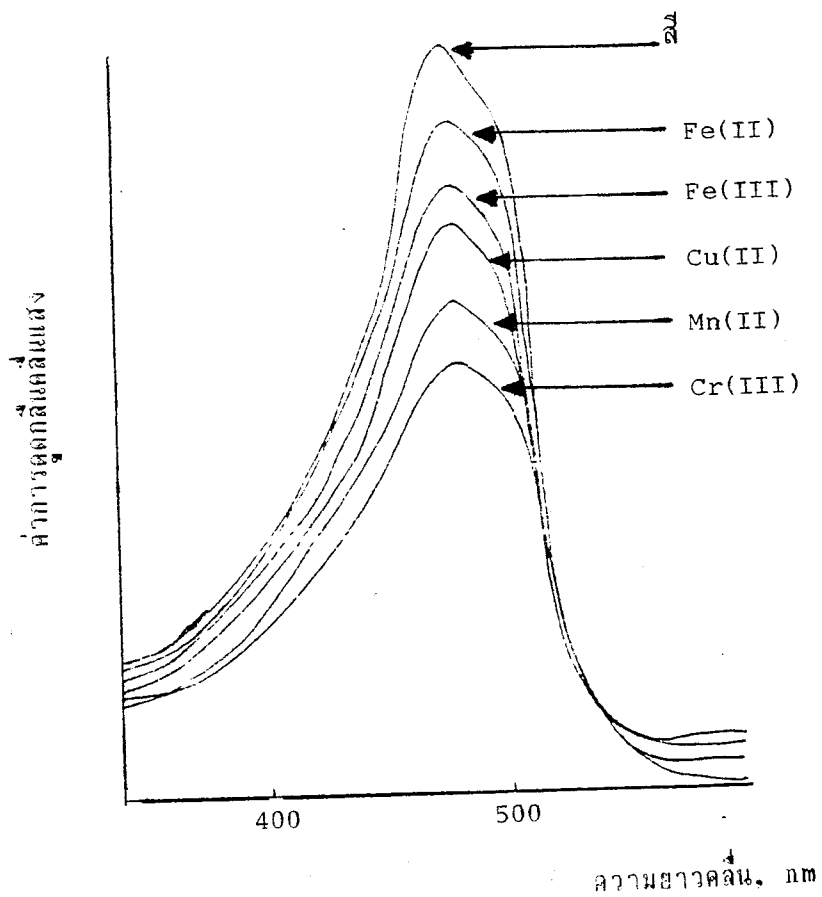
รูปที่ 3.10 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 6.50 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 6.50 เป็นสารละลายอ้างอิง



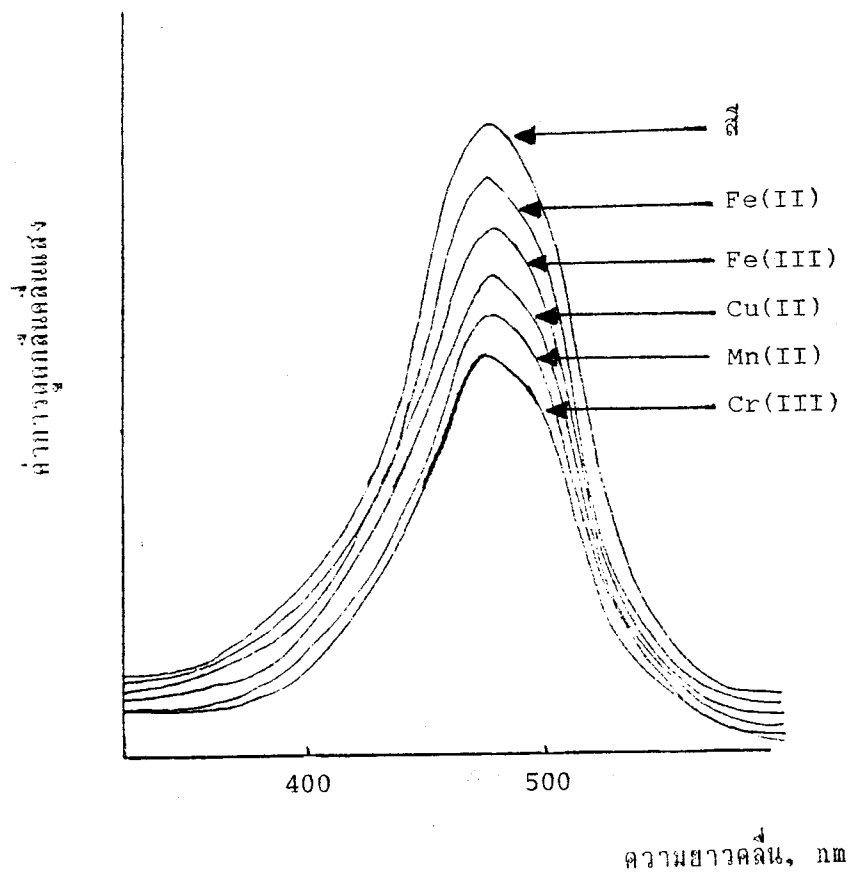
รูปที่ 3.11 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 7.12 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 7.12 เป็นสารละลายอ้างอิง



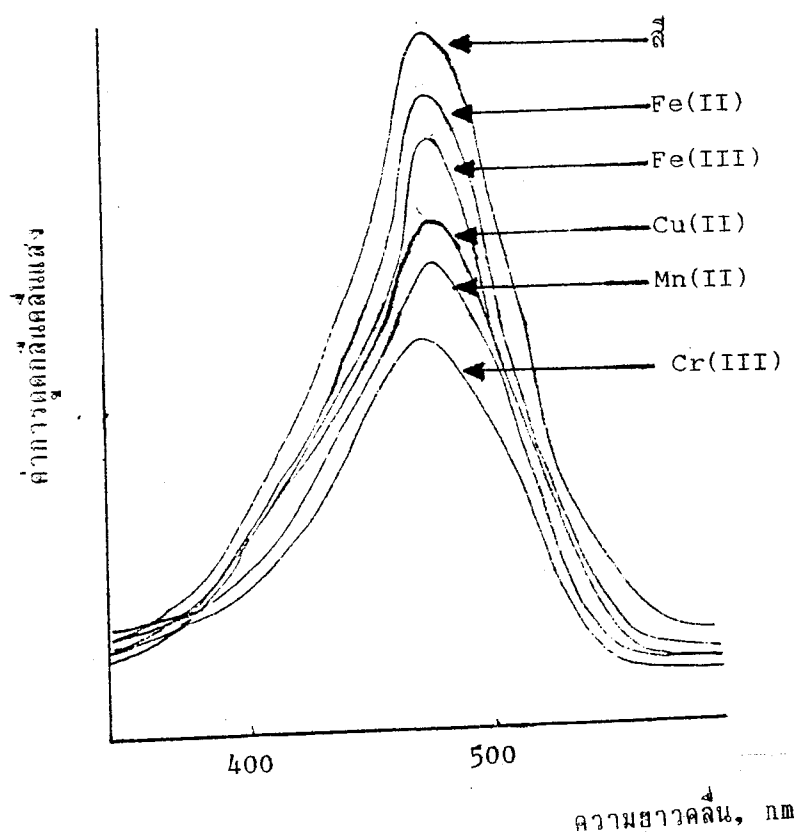
รูปที่ 3.12 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 8.23 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แมคคิลเวน pH 8.23 เป็นสารละลายอ้างอิง.



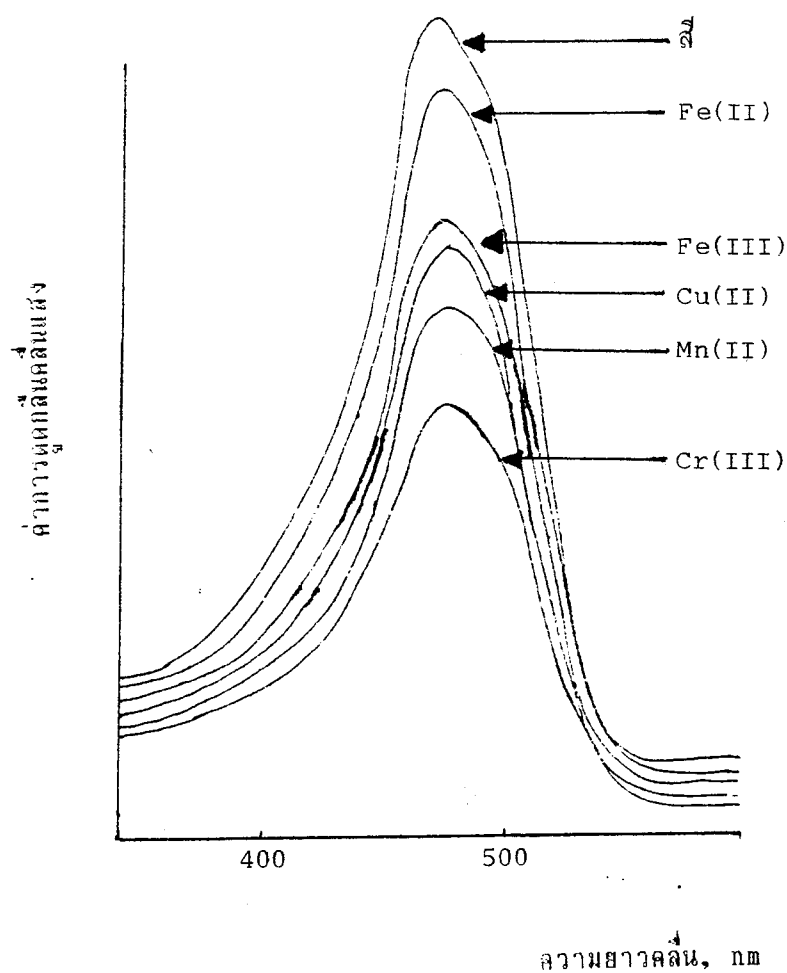
รูปที่ 3.13 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของ สารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 5.10 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 5.10 เป็น สารละลายอ้างอิง



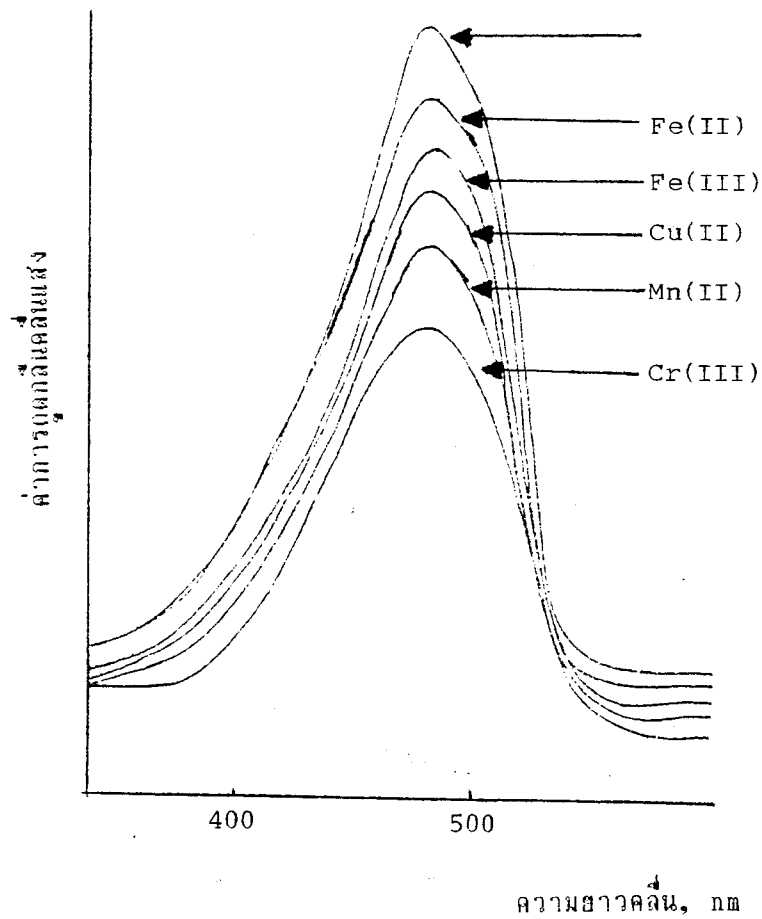
รูปที่ 3.14 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของ สารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 5.99 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 5.99 เป็น สารละลายอ้างอิง



รูปที่ 3.15 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 7.01 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 7.01 เป็นสารละลายอ้างอิง



รูปที่ 3.16 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์ฟอสเฟต pH 6.00 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ฟอสเฟต pH 6.00 เป็นสารละลายอ้างอิง



รูปที่ 3.17 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของ สารละลายผสม Sunset Yellow FCF กับ ไอออนโลหะ ความเข้มข้น 2.00×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์ฟอสเฟต pH 7.00 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ฟอสเฟต pH 7.00 เป็น สารละลายอ้างอิง

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายสีและไอออน Cu(II) กับค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

3.5.1 ความเข้มข้นของสารละลายสีกับค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายผสมโลหะ-สี ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต ฉะนั้น ความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และความเข้มข้นของสารละลายสี Sunset Yellow FCF จึงได้ศึกษาเฉพาะในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 ดังแสดงในตารางที่ 3.2

พบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารละลายสีเพิ่มขึ้น การดูดกลืนคลื่นแสงมีค่าเพิ่มขึ้น เชิงเส้นตรง เป็นไปตามกฎของเบียร์ ในช่วงความเข้มข้น $0.80 \times 10^{-5} - 5.60 \times 10^{-5} \text{ M}$ แต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอีก กราฟที่ได้จะเบี่ยงเบนไปจากกฎของเบียร์ ดังรูปที่ 3.18

3.5.2 ความเข้มข้นของไอออน Cu(II) กับค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

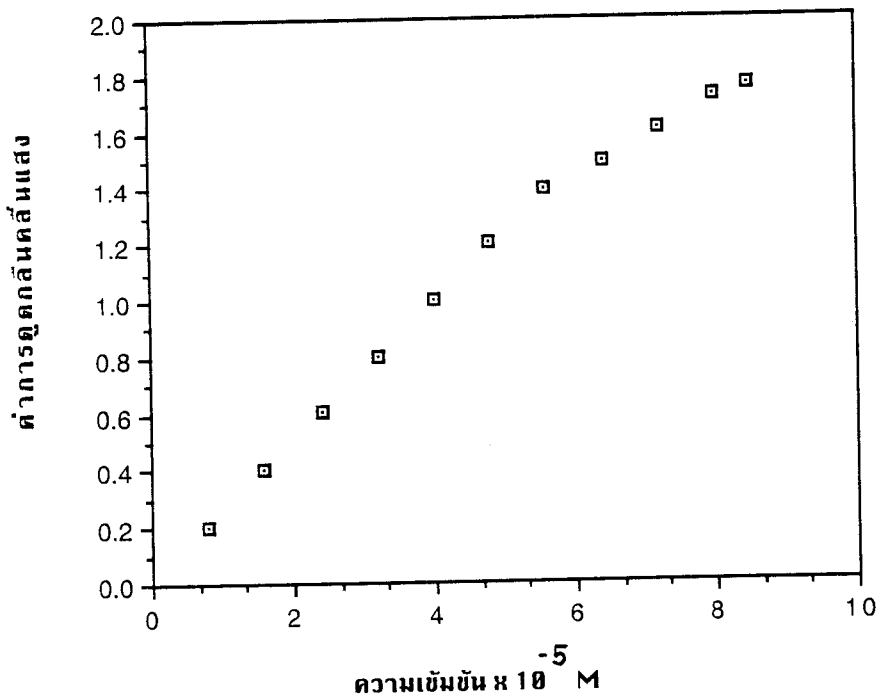
เนื่องจาก Sunset Yellow FCF จะทำปฏิกิริยาเฉพาะกับสารละลายของไอออนโลหะ Cu(II) ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนคลื่นแสงและความเข้มข้นของไอออนโลหะ จึงได้ศึกษาเฉพาะของสารละลายไอออนโลหะ Cu(II) ในช่วงความเข้มข้น $(0.50-6.00) \times 10^{-5} \text{ M}$ เท่านั้น ดังในตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.19 พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตลอดช่วงของความเข้มข้นที่ได้ศึกษาซึ่งเป็นไปตามกฎของเบียร์

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และความเข้มข้นของ Sunset Yellow FCF ใน สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01

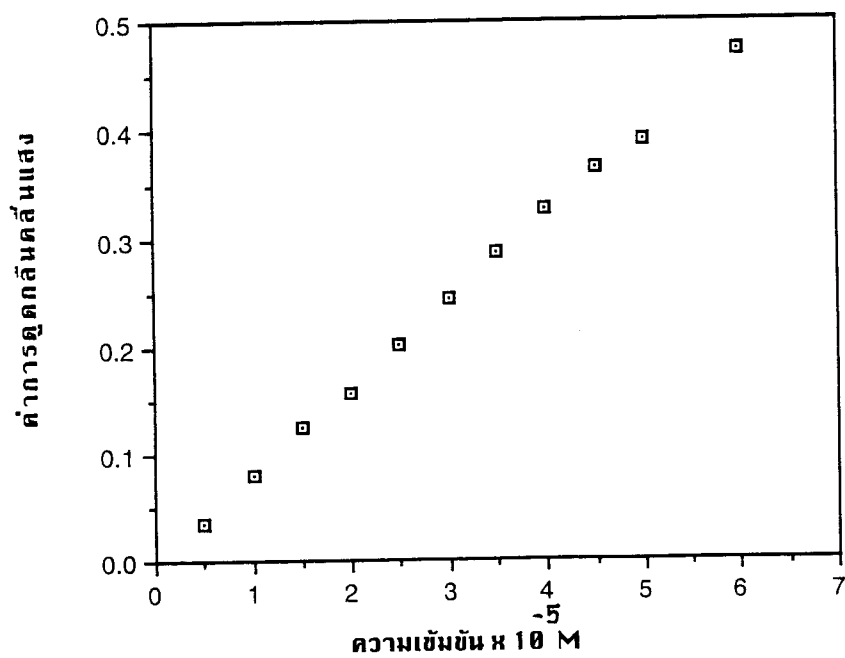
ความเข้มข้น $\times 10^{-5}$,M	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 480 nm
0.80	0.200
1.60	0.402
2.40	0.605
3.20	0.801
4.00	1.00
4.80	1.206
5.60	1.395
6.40	1.489
7.20	1.602
8.00	1.723
8.50	1.755

ตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของไอออน Cu(II) ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01

ความเข้มข้น $\times 10^{-5}$.M	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 480 nm
0.50	0.034
1.00	0.081
1.50	0.125
2.00	0.157
2.50	0.202
3.00	0.245
3.50	0.288
4.00	0.327
4.50	0.365
5.00	0.390
5.50	0.411
6.00	0.473



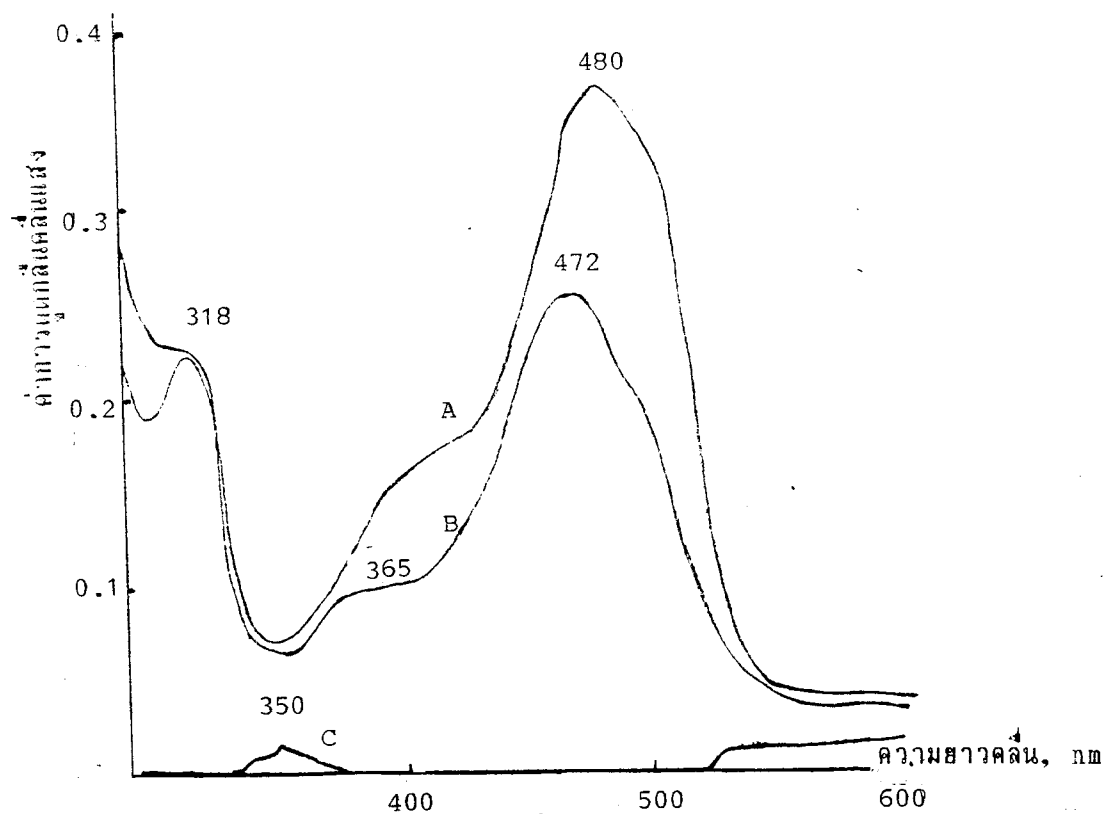
รูปที่ 3.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนคลืนแสงที่ 480 nm และความเข้มข้นของสารละลายสี Sunset Yellow FCF โดยมีสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 เป็นสารละลายอ้างอิง



รูปที่ 3.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนคลืนแสงที่ 480 nm และความเข้มข้นของสารละลายไอออน Cu(II) โดยมีสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 เป็นสารละลายอ้างอิง

3.6 ลักษณะการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายผสมไอออน Cu(II) - Sunset Yellow FCF

ได้บันทึกสเปกตรัมการดูดกลืนคลื่นแสงของ Sunset Yellow FCF และ สารละลายผสมไอออน Cu(II) กับ Sunset Yellow FCF ในสารละลาย บัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 (เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกว่า pH 5.99) ในช่วงความยาวคลื่น 300-600 nm พบว่า สเปกตรัมของสารละลายผสม Cu(II)- Sunset Yellow FCF จะแตกต่างจากสเปกตรัมของสารละลายสี Sunset Yellow FCF ดังรูปที่ 3.20 และตารางที่ 3.4 โดยสเปกตรัมเลื่อนไปทางด้าน พลังงานสูงขึ้น (λ_{max} เลื่อนจาก 480 nm เป็น 472 nm) และค่าการดูดกลืน คลื่นแสงของสีจะลดลง นอกจากนี้จะมีแบนด์แหลมปรากฏที่ 365 nm ขณะที่แบนด์ที่ 318 nm จะหายไป ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายไอออน Cu(II) และ สารละลายสี พบว่าเกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้มากขึ้น โดยสังเกตจากสีที่เข้มขึ้น และสเปกตรัมเปลี่ยนไปชัดเจน คือ ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของแบนด์เข้มที่ 472 nm จะลดลง ขณะที่ของแบนด์ที่ 365 nm จะสูงขึ้น และแบนด์เลื่อนไปทางด้านพลังงาน สูงขึ้น ส่วนแบนด์ที่ 318 nm จะหายไป ซึ่งสอดคล้องกับเมื่อศึกษาสเปกตรัมของ สารละลายผสมไอออน Cu(II) - Sunset Yellow FCF โดยใช้สารละลายสี Sunset Yellow FCF เป็นสารละลายอ้างอิง พบว่ามีแบนด์แหลมของสารประกอบ เชิงซ้อนระหว่างไอออน Cu(II) กับ Sunset Yellow FCF เกิดขึ้นที่ 350 nm ดังรูปที่ 3.20 (C)



รูปที่ 3.20 สเปกตรากการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิลของสี Sunset Yellow FCF และ สารละลายผสม Cu (II)-Sunset Yellow FCF ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 เมื่อความเข้มข้นของ ไอออน Cu (II) และ Sunset Yellow FCF เท่ากับ 2.00×10^{-5} M

A : สารละลายสี Sunset Yellow FCF ใช้สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 เป็นสารละลายอ้างอิง

B : สารละลายผสม Cu (II)-Sunset Yellow FCF ใช้สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 เป็นสารละลายอ้างอิง

C : สารละลายผสม Cu (II)-Sunset Yellow FCF ใช้สารละลายสี Sunset Yellow FCF เป็นสารละลายอ้างอิง

ตารางที่ 3.4 แสดงลักษณะการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายสีและสารละลายผสม ไอออน Cu(II)-สี ความเข้มข้นเท่ากันคือ 2.00×10^{-5} M ใน สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 5.99 และ 7.01 ใช้สารละลาย บัฟเฟอร์อะซิเตตเป็นสารละลายอ้างอิง

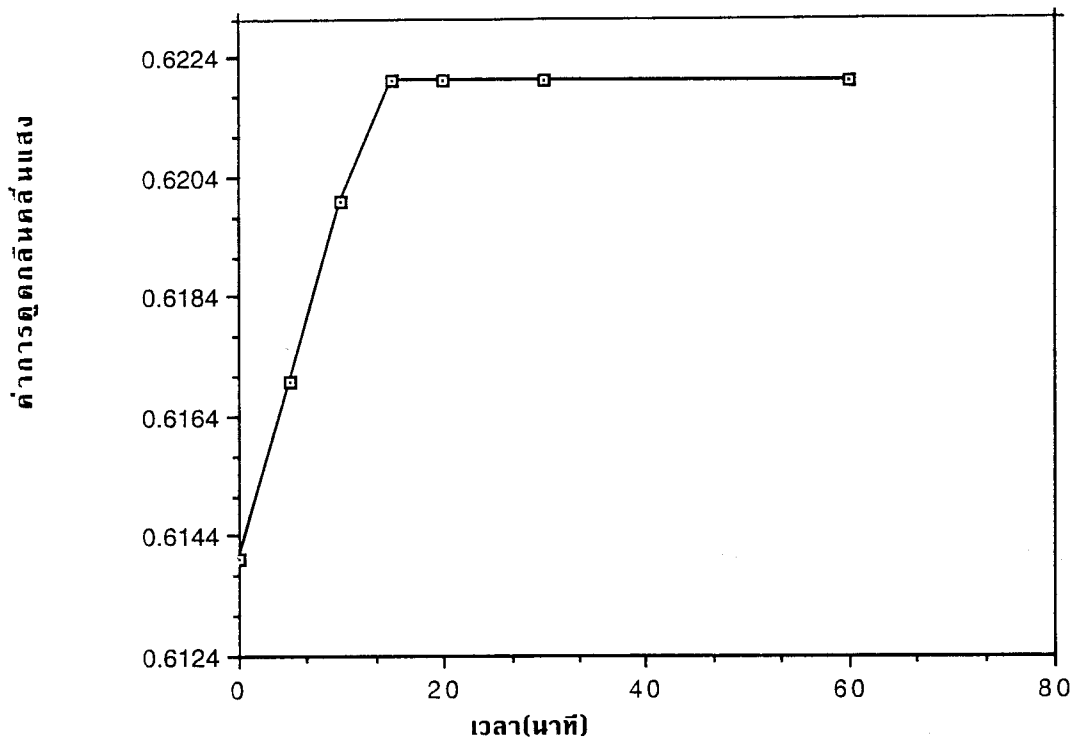
pH ของ สารละลาย บัฟเฟอร์อะซิเตต	λ_{\max} , nm			การเปลี่ยนแปลงสีของ สารละลายผสม
	Sunset Yellow FCF	สารละลายผสม Cu(II)- Sunset Yellow FCF	λ_{\max} ที่เปลี่ยนแปลง	
5.99	480	476	4	เหลือง-เหลืองส้ม
7.01	480	472	8	เหลือง-เหลืองส้ม

3.7 ผลของเวลาต่อค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายผสมไอออน Cu(II)-สี Sunset Yellow FCF

ผลของเวลาต่อการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายไอออน Cu(II)- Sunset Yellow FCF ความเข้มข้น 2.0×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 ที่ 480 nm uly ใช้ สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายอ้างอิง แสดงดัง ตาราง 3.5 และรูปที่ 3.21 พบว่าค่าการดูดกลืนคลื่นแสงจะค่อยๆมีค่าเพิ่มขึ้น แต่หลังจากเตรียมสารละลายผสมแล้ว 2 ชั่วโมง การดูดกลืนคลื่นแสงจะคงที่ แสดงว่าสารประกอบเชิงซ้อนไอออน Cu(II)-Sunset Yellow FCF เกิดขึ้น ค่อนข้างช้า

ตารางที่ 3.5 แสดงผลของเวลาที่มีต่อค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายผสม Cu(II)-Sunset Yellow FCF ความเข้มข้น 2.0×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 ใช้สารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 เป็นสารละลายอ้างอิง

เวลา (นาที)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (480 nm)
0	0.534
5	0.537
10	0.540
20	0.542
30	0.554
60	0.568
120	0.570
180	0.570
240	0.570



รูปที่ 3.21 แสดงความสัมพันธ์ของเวลาและค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายผสม Cu(II)-Sunset Yellow FCF ความเข้มข้น 2.0×10^{-5} M ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01

3.8 การศึกษาอัตราส่วนของไอออน Cu(II) : Sunset Yellow FCF

3.8.1 วิธี Continuous variation

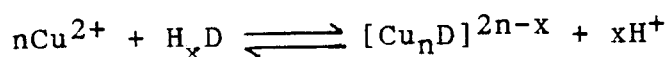
จากการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายผสมไอออน Cu(II)-Sunset Yellow FCF ที่ 480 nm พบว่าสเปกตรัมของสารละลายผสม Cu(II)-Sunset Yellow FCF ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 จะมีการเหลื่อมล้ำกันกับสเปกตรัมของสารละลายสีมาก ดังรูปที่ 3.20 ดังนั้นวิธี Continuous variation จึงไม่เหมาะสมที่จะศึกษาหาส่วนที่แน่นอนของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นได้ และจากข้อมูล ดังในตารางที่ 3.6 เมื่อนำไปพล็อตกราฟตามวิธี continuous variation เพื่อหาอัตราส่วนไอออน โลหะ-สี พบว่าไม่สามารถหาอัตราส่วนที่แน่นอนได้ ดังนั้นจึงได้ศึกษาหาอัตราส่วนของสารประกอบเชิงซ้อน Cu(II)-Sunset Yellow FCF โดยวิธี Molar-ratio

ตารางที่ 3.6 แสดงข้อมูลการศึกษาอัตราส่วนของไอออน Cu(II)-Sunset Yellow FCF ของสารประกอบเชิงซ้อน โดยวิธี Continuous variation ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 7.01

ความเข้มข้น $\times 10^{-5}$ (M)		Mole fraction ของไอออน Cu(II)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง ที่ 480 nm	
Sunset Yellow FCF	ไอออน Cu(II)		Sunset Yellow FCF (A ₁)	Cu(II): Sunset Yellow FCF (A ₂)
4.00	0.00	-	0.716	0.716
3.80	0.20	0.05	0.686	0.677
3.60	0.40	0.10	0.648	0.640
3.46	0.60	0.15	0.598	0.596
3.20	0.80	0.20	0.575	0.560
3.00	1.00	0.25	0.554	0.520
2.80	1.20	0.30	0.517	0.473
2.40	1.60	0.40	0.446	0.394
2.00	2.00	0.50	0.367	0.318
1.60	2.40	0.60	0.298	0.246
1.20	2.80	0.70	0.219	0.166
0.88	3.20	0.80	0.144	0.045
0.40	3.60	0.90	0.121	0.041

3.8.2 วิธี Molar-ratio

ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายผสม Sunset Yellow FCF เข้มข้น 2.00×10^{-5} M และ 3.20×10^{-5} M กับไอออน Cu(II) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ความยาวคลื่น 480 nm แสดงในตารางที่ 3.7 และ 3.8 ส่วนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนคลื่นแสงกับ molar ratio ของสารละลายผสม แสดงดังรูปที่ 3.22 และ 3.23 เมื่อความเข้มข้นของสีเท่ากับ 2.00×10^{-5} M และ 3.20×10^{-5} M ตามลำดับ จะเห็นว่าจุดตัดของกราฟทั้งสองสอดคล้องกับอัตราส่วนไอออน Cu(II) : สี Sunset Yellow FCF เท่ากับ 2:1 สมดุลของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน Cu(II)-Sunset Yellow FCF อธิบายดังสมการ



เมื่อ H_xD = สูตรของ Sunset Yellow FCF

$[\text{Cu}_n\text{D}]^{2n-x}$ = สารประกอบเชิงซ้อน Cu(II)-Sunset Yellow FCF

จากสมการ

$$\epsilon = \epsilon_x + \frac{1}{K'} \cdot \frac{\epsilon_D - \epsilon}{(C_M^0)^n}$$

เมื่อพล็อตกราฟระหว่างค่า ϵ vs. $\frac{\epsilon_D - \epsilon}{(C_M^0)^n}$ สามารถหาอัตราส่วนของสารประกอบ

เชิงซ้อน Cu(II)-Sunset Yellow FCF และคำนวณค่าคงที่ความเสถียร (K) ของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นได้

ข้อมูลทางสเปกโทรฟิสิกส์ของสารละลายผสมในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 แสดงดังตารางที่ 3.8 ส่วนกราฟแสดงการพล็อตระหว่างค่าการดูดกลืนคลื่นแสง vs. $\frac{\epsilon_D - \epsilon}{(C_M^0)^n}$ และ ϵ vs. $\frac{\epsilon_D - \epsilon}{(C_M^0)^n}$ เมื่อ $n = 2$ แสดง

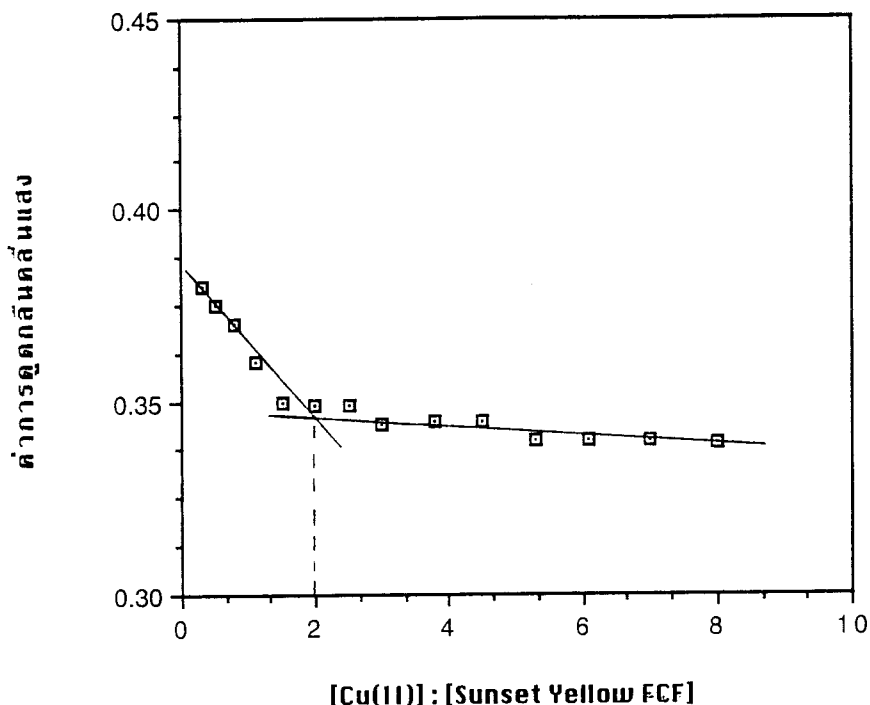
ดังรูปที่ 3.24 และ 3.25 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายผสมและ Molar ratio ของ Cu(II) : Sunset Yellow FCF ในสารละลายบัฟเฟอร์ อะซิเตต pH 7.01 เมื่อความเข้มข้นของ Sunset Yellow FCF เท่ากับ 2.00×10^{-5} M ในบัฟเฟอร์เป็นสารละลายอ้างอิง

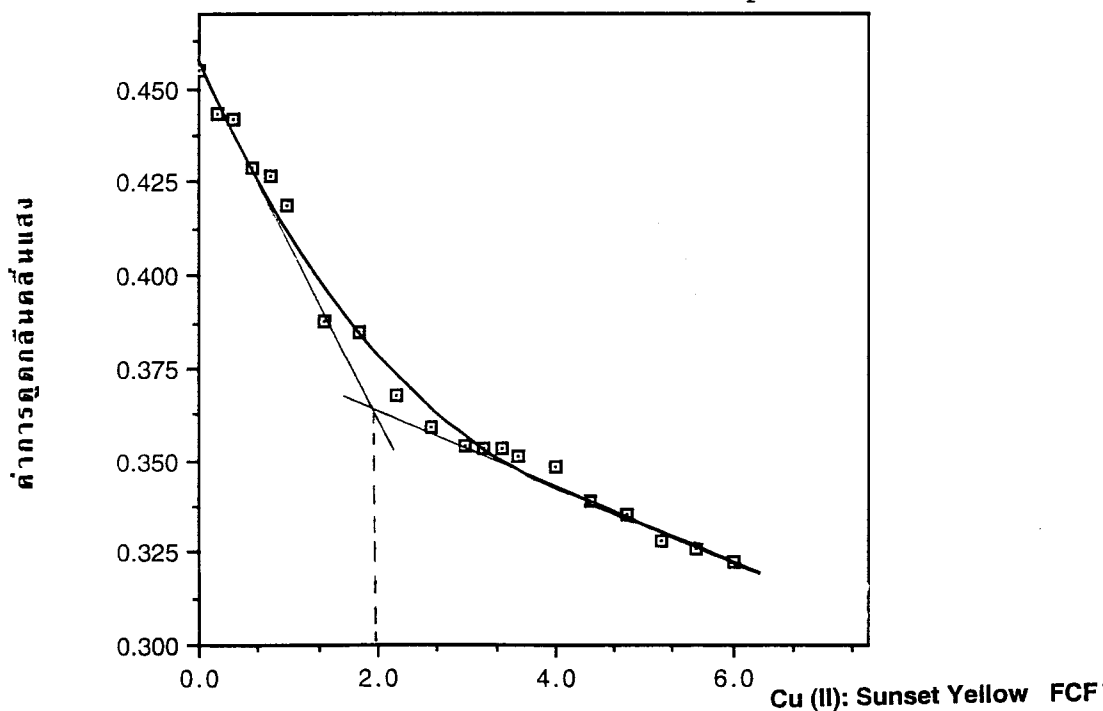
Molar ratio Cu(II):Sunset Yellow FCF	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (480 nm)
0.00	0.455
0.20	0.443
0.40	0.442
0.60	0.429
0.80	0.427
1.00	0.419
1.40	0.388
1.80	0.385
2.20	0.368
2.60	0.368
3.00	0.359
3.20	0.354
3.40	0.353
3.60	0.351
4.00	0.348
4.40	0.339
4.80	0.335
5.20	0.328
5.60	0.326
6.00	0.322
6.80	0.323

ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลทางสเปกโทรโฟโตเมตริกของสารละลายผสม Cu (II)- Sunset Yellow FCF ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 7.01 เมื่อความเข้มข้น ของ Sunset Yellow FCF เท่ากับ 3.20×10^{-5} M ำบัฟเฟอร์เป็นสารละลายอ้างอิง, $\epsilon_D = 2.7624 \times 10^4$

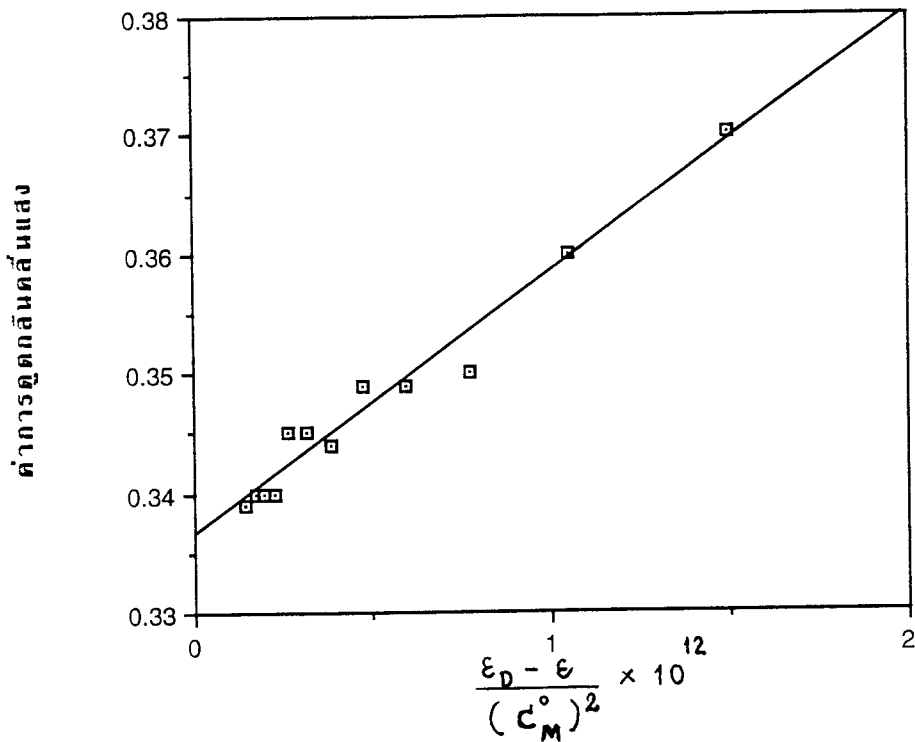
Molar ratio Cu (II): Sunset Yellow FCF	ความเข้มข้น ของ Cu(II) $\times 10^{-5}$ (M)	ค่าการดูด กลืนคลื่น แสง ที่ 480 nm	$\epsilon \times 10^4$	$\frac{\epsilon_D - \epsilon \times 10^8}{C_M}$	$\frac{\epsilon_D - \epsilon}{[C_M]^2} \times 10^{12}$
0.00	0.00	0.599	1.8719		
0.10	4.00	0.419	1.3094	3.6325	9.0812
0.30	6.00	0.380	1.1875	2.4867	4.1444
0.50	8.00	0.375	1.1719	1.8713	2.3391
0.80	10.00	0.370	1.1562	1.5020	1.5020
1.10	12.00	0.360	1.1250	1.2600	1.0500
1.50	14.00	0.350	1.0937	1.0871	0.7765
2.00	16.00	0.349	1.0906	0.9519	0.5949
2.50	18.00	0.349	1.0906	0.8461	0.4701
3.00	20.00	0.344	1.0750	0.7640	0.3820
3.80	22.00	0.345	1.0781	0.6941	0.3155
4.50	24.00	0.345	1.0781	0.6363	0.2651
5.30	26.00	0.340	1.0625	0.5892	0.2266
6.10	28.00	0.340	1.0625	0.5471	0.1954
7.00	30.00	0.340	1.0625	0.5107	0.1702
8.00	32.00	0.339	1.0594	0.4603	0.1439



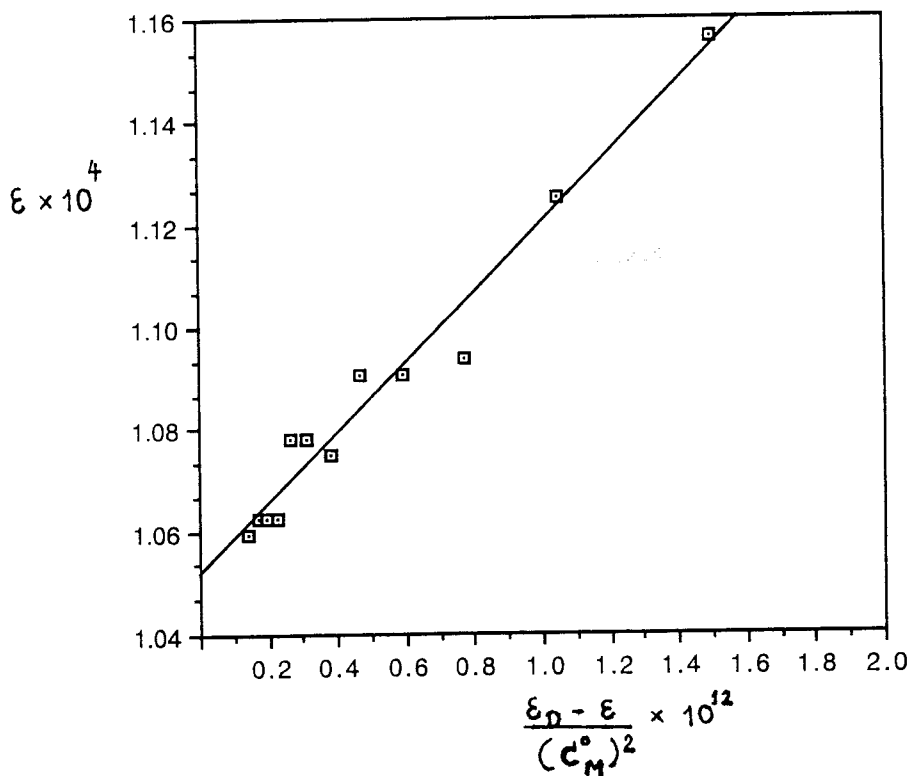
รูปที่ 3.22 แสดงการพล็อตโดยวิธี Molar-ratio สำหรับสารละลายสี Sunset Yellow FCF 2.00×10^{-5} M และ ไอออน Cu(II) ความเข้มข้นต่าง ๆ ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 7.01 ที่ความยาวคลื่น 480 nm.



รูปที่ 3.23 แสดงการพล็อตโดยวิธี Molar-ratio สำหรับสารละลายสี Sunset YelloFCF 3.20×10^{-5} M และ ไอออน Cu(II) ความเข้มข้นต่างๆ ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตด pH 7.01 ที่ความยาวคลื่น 480 nm



รูปที่ 3.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนคลื่นแสง กับ $\frac{\epsilon_D - \epsilon}{(C_M^0)^2}$ สำหรับสารละลายสี Sunset Yellow FCF 3.20×10^{-5} M และไอออน Cu(II) ความเข้มข้นต่าง ๆ ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 ที่ความยาวคลื่น 480 nm



รูปที่ 3.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ϵ กับ $\frac{\epsilon_D - \epsilon}{(C_M^0)^2}$ สำหรับสารละลายสี Sunset Yellow FCF 3.20×10^{-5} M และไอออน Cu(II) ความเข้มข้นต่าง ๆ ในสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตต pH 7.01 ที่ความยาวคลื่น 480 nm

จะเห็นว่าเมื่อ $n=2$ กราฟทั้งคู่ที่ได้จะเป็นเส้นตรง แสดงว่าเกิดสารประกอบ
 เองซ้อน Cu(II)-Sunset Yellow FCF ขึ้นในอัตราส่วน 2:1 ในสารละลายบัฟเฟอร์
 อะซิเตต pH 7.01 และจากกราฟ 3.25 ได้ค่าความชันเท่ากับ 6.85×10^{-10} ซึ่งมีค่า
 เท่ากับ $\frac{1}{K'}$ และจากความสัมพันธ์ $K = K' \cdot C_{H^+}^*$ ที่ pH 7.01 คำนวณค่าคงที่ความ
 K'
 เสถียรได้เท่ากับ 1.46×10^2