

บทที่ 4

ผลการทดลอง



1. สถานภาพทางเหล็ก (iron status) ของประชากรตัวอย่าง

ประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้จะคัดเลือกเฉพาะบุคคลที่มีสถานภาพทางเหล็กปกติเท่านั้น ซึ่งหาได้โดยดูจากปริมาณฮีโมโกลบิน ปริมาณเม็กเลอิกแดงอัดแน่น ปริมาณเหล็กในซีรัม ค่า total iron binding capacity (TIBC) ปริมาณทรานสเฟอร์ริน และ ความอิ่มตัวของทรานสเฟอร์ริน

ผลการวิเคราะห์เลือกตัวอย่างในตารางที่ 4 แสดงว่าประชากรตัวอย่างจำนวน 47 คน มีอายุระหว่าง 20-40 ปี ที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้มีสถานภาพทางเหล็กอยู่ในเกณฑ์ปกติ (61-63) คือมีค่าของปริมาณฮีโมโกลบินอยู่ระหว่าง 13.5-17.4 ก.%, ปริมาณเม็กเลอิกแดงอัดแน่นอยู่ระหว่างร้อยละ 37.5-48.0 ปริมาณเหล็กในซีรัมอยู่ระหว่าง 55-320 มค.ก.% ค่า TIBC อยู่ระหว่าง 143 - 585 มค.ก.% ปริมาณทรานสเฟอร์รินอยู่ระหว่าง 1.14-4.68 มก./มล. และทรานสเฟอร์รินอิ่มตัวอยู่ระหว่างร้อยละ 20.65-96.97

2. คุณภาพของอาหาร

เนื่องจากคุณภาพของอาหารจะมีผลต่อการดูดซึมของเหล็กด้วย ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพของข้าวคอกปลาป่นและนมถั่วเหลืองที่ใช้เป็นพาหะของสารประกอบเหล็กที่เติมลงไป ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5

เมื่อให้ประชากรคัมนมถั่วเหลืองไปคัวนั้น ประชากรจะได้รับสารอาหารประเภทโปรตีน และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นกว่าการรับประทานข้าวคอกปลาป่นอย่างเดียวนีปริมาณไฟเตต และฟอสเฟตซึ่งเป็นตัวขัดขวางการดูดซึมเหล็กเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีวิตามินซีซึ่งช่วยส่งเสริมการดูดซึมเหล็ก

ตารางที่ 4 สถานภาพทางเหล็กของประชากรตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากร ตัวอย่าง	จำนวน (คน)	อายุ (ปี)	ปริมาณ ฮีโมโกลบิน (ก%)	ปริมาณ เม็ดเลือดแดง อัดแน่น (%)	ปริมาณ เหล็กในซีรัม (มค.ก %)	ค่า TIBC (มค.ก %)	ปริมาณ ทรานสเฟอร์ริน (มก./มล.)	ความอิ่มตัว ของทรานส- เฟอร์ริน (%)
กลุ่มที่ 1	12	28.50 ± 1.26 (23 - 39)	15.47 ± 0.34 (13.8 - 17.4)	42.25 ± 0.69 (38.5 - 46.0)	174.42 ± 17.17 (85 - 280)	333.33 ± 26.91 (203 - 510)	2.67 ± 0.22 (1.62 - 4.08)	55.55 ± 6.56 (29.82 - 92.59)
กลุ่มที่ 2	12	30.00 ± 1.58 (20 - 39)	15.84 ± 0.22 (14.3 - 17.0)	41.66 ± 0.64 (38.5 - 45.0)	160.25 ± 16.24 (70 - 260)	365.00 ± 39.06 (143 - 585)	2.92 ± 0.31 (1.14 - 4.68)	45.79 ± 3.19 (28.28 - 63.64)
กลุ่มที่ 3	11	27.82 ± 1.76 (20 - 35)	14.94 ± 0.30 (13.6 - 16.2)	40.98 ± 0.80 (37.5 - 45.0)	152.36 ± 25.99 (55 - 320)	366.91 ± 29.60 (248 - 525)	2.93 ± 0.24 (1.98 - 4.20)	40.84 ± 6.58 (20.65 - 96.97)
กลุ่มที่ 4	12	28.00 ± 0.96 (21 - 30)	15.49 ± 0.34 (13.50 - 17.40)	43.71 ± 0.72 (40.0 - 48.0)	162.50 ± 10.79 (105 - 210)	343.75 ± 17.94 (210 - 480)	2.75 ± 0.14 (1.68 - 3.84)	48.19 ± 3.41 (30.67 - 66.67)
ประชากร ทั้งหมด	47	28.60 ± 0.69 (20 - 39)	15.44 ± 0.15 (13.5 - 17.4)	42.17 ± 0.38 (37.5 - 48.0)	162.60 ± 8.76 (55 - 320)	351.94 ± 14.35 (143 - 585)	2.81 ± 0.11 (1.14 - 4.68)	47.74 ± 2.60 (20.65 - 96.97)

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าตัวกลางเลขคณิต ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าช่วง (range)

สาร	ข้าวคอกปลาปน (ท่อมื้อ)	นมถั่วเหลือง (ท่อมื้อ)
เหล็ก (มก.)	10.72 ± 0.32 (10.41 - 11.04) n = 2	1.41 ± 0.03 (1.36 - 1.46) n = 3
ฟอสเฟต (ก.)	9.67 ± 0.02 (9.12 - 10.14) n = 10	0.09 ± 0.01 (0.09 - 0.10) n = 10
โพแทสเซียม (มก.)	1,503.88 ± 22.29 (1,408.12 - 1,577.10) n = 10	15.6 ± 0.27 (14.0 - 16.0) n = 10
แคลเซียม (มก.)	607.06 ± 14.60 (540.72 - 675.90) n = 9	37.78 ± 0.91 (34.0 - 42.0) n = 9
วิตามินซี (มก.)	25.93 ± 0.42 (22.53 - 27.46) n = 12	0 n = 12
โปรตีน (ก.)	18.78 ± 0.28 (17.21 - 19.56) n = 9	8.66 ± 0.26 (7.61 - 10.02) n = 9
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ก.)	5.20 ± 0.05 (4.98 - 5.40) n = 9	0.83 ± 0.03 (0.81 - 0.84) n = 8

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าตัวกลางเรขาคณิต ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าช่วง (range)

n = จำนวนครั้งที่ทำการวิเคราะห์

o = หาค่าไม่ได้

นมถั่วเหลืองที่ประชากรวัวอย่างค่อมื้อ = 200 มล.

ข้าวคอกปลาปนที่ประชากรวัวอย่างรับประทานค่อมื้อ = 450.6 ก.

3. การดูดซึมเหล็กจากข้าวคอกปลาป่นที่เติมสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ

สารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กในงานวิจัยนี้มี 3 ชนิด คือ โซเดียมเพอร์ริคิอิตีเอ [NaFe (III) EDTA] แอมโมเนียมเพอร์ริคิเทรท (AFC) และเหล็กคอมเพล็กซ์ (Fe complex) สารประกอบเหล็กเหล่านี้จะถูกนำไปเติมในข้าวคอกปลาป่นของประชากร 3 กลุ่ม ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ของบทวิธีการทดลอง

ตารางที่ 6 แสดงผลการดูดซึมเหล็กจากข้าวคอกปลาป่นที่เติมสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ของประชากรกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 จะเห็นได้จากการดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose ว่าประชากรกลุ่มที่ 2 และ 3 มีการดูดซึมเหล็กมากกว่าประชากรกลุ่มที่ 1 (ดูดซึมร้อยละ 24, 22 และ 14 ตามลำดับ) แต่เมื่อปรับค่าการดูดซึมเหล็กของทุกกลุ่มให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน คือให้มีค่าของการดูดซึมเหล็กเทียบเท่าที่ร้อยละ 40 ของการดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose ตามวิธีการของ Magnusson และคณะ (64) แล้วเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็ก 2 ชนิดภายในกลุ่มเดียวกันด้วย paired t-test ปรากฏว่าประชากรกลุ่มที่ 1 มีการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA เท่ากับ AFC ($P > 0.05$) ทำนองเดียวกัน ประชากรกลุ่มที่ 2 ก็มีการดูดซึมเหล็กจาก AFC เท่ากับ Fe complex ($P > 0.05$) ส่วนในประชากรกลุ่มที่ 3 จะดูดซึมเหล็กจาก Fe complex ใ้มากกว่า NaFe (III) EDTA อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดเดียวกันในประชากรต่างกลุ่มกันด้วย unpaired t-test ปรากฏว่าประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีการดูดซึมเหล็กจาก AFC เท่ากัน ($P > 0.05$) และประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA เท่ากัน ($P > 0.05$) แต่ประชากรกลุ่มที่ 3 จะดูดซึมเหล็กจาก Fe complex ใ้มากกว่าประชากรกลุ่มที่ 2 ($P < 0.05$)

รูปที่ 3 แสดงการกระจายของการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่รับประทานจากข้าวคอกปลาป่น ของประชากรตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

ตารางที่ 6 การดูดซึมเหล็กจากข้าวคอกปลาปนที่เค็มสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ในประชากรกลุ่มที่ 1, 2 และ 3

ประชากร ตัวอย่าง	จำนวน (คน)	การดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose (%)	การดูดซึมเหล็กจากข้าวคอกปลาปนที่เค็มสารประกอบเหล็ก						paired t - tes
			NaFe (III) EDTA		AFC		Fe complex		
			การดูดซึมจาก อาหาร (%)	เมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R	การดูดซึมจาก อาหาร (%)	เมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R	การดูดซึมจาก อาหาร (%)	เมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R	
กลุ่มที่ 1	12	13.77 ± 0.63 (5.63 - 49.14)	0.49 ± 0.80 (0.10 - 2.02)	1.51 ± 0.66 (0.33 - 5.12)	0.44 ± 0.71 (0.15 - 1.42)	1.40 ± 0.58 (0.50 - 4.25)	-	-	P > 0.0
กลุ่มที่ 2	12	23.85 ± 0.53 (9.92 - 63.31)	-	-	0.97 ± 0.97 (0.11 - 6.09)	1.64 ± 0.71 (0.26 - 11.19)	1.71 ± 1.03 (0.28 - 8.57)	1.96 ± 0.63 (0.65 - 6.77)	P > 0.0
กลุ่มที่ 3	11	22.03 ± 0.59 (8.79 - 55.84)	1.13 ± 0.81 (0.44 - 6.71)	2.05 ± 0.53 (0.82 - 4.72)	-	-	2.59 ± 0.93 (0.54 - 14.34)	3.86 ± 0.61 (2.01 - 15.53)	P < 0.0
ประชากร ทั้งหมด	35	19.27 ± 0.33 (5.63 - 63.31)	0.73 ± 0.62 (0.10 - 6.71)	1.75 ± 0.43 (0.33 - 5.12)	0.66 ± 0.62 (0.11 - 6.09)	1.52 ± 0.45 (0.26 - 11.19)	1.71 ± 0.66 (0.28 - 14.34)	2.94 ± 0.41 (0.65 - 15.53)	

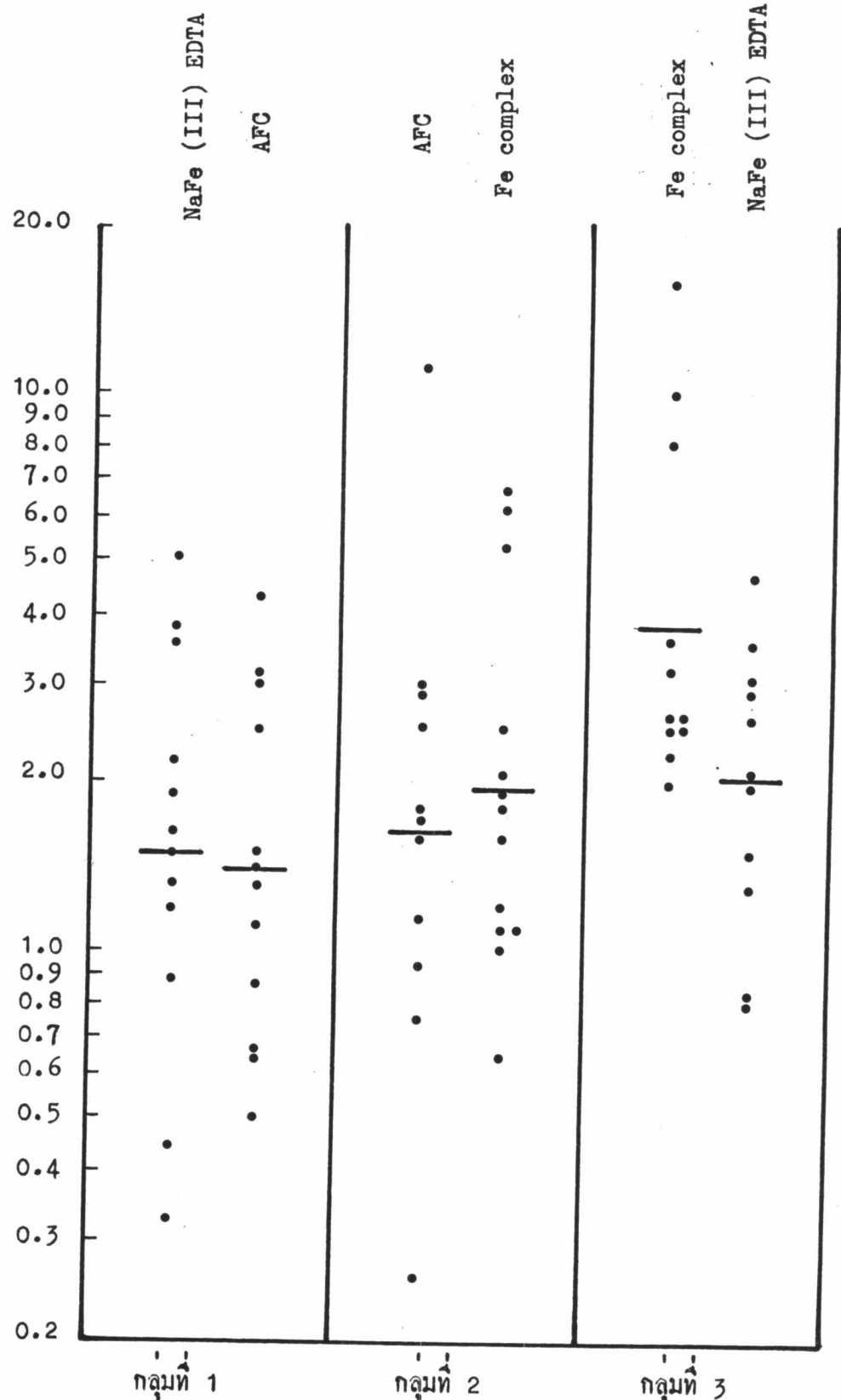
หมายเหตุ ค่าเลขที่แสดงเป็นค่าตัวกลางเรขาคณิต ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าช่วง (range)

— = ไม่ได้ทำการทดลอง

$$\text{การดูดซึมเหล็กเมื่อเทียบที่ 40\% ของมือ R} = \frac{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจากอาหาร}}{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose}} \times 40$$

log การดูดซึมร้อยละของเหล็กจากสารประกอบเหล็ก



รูปที่ 3 การกระจายของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ในประชากรกลุ่มที่ 1, 2 และ 3

— = ตัวกลางเรขาคณิตของการดูดซึมร้อยละของเหล็ก การดูดซึมร้อยละของเหล็ก.

$$= \frac{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจากอาหาร}}{\% \text{ การดูดซึมของเหล็กจาก standard reference dose}} \times 40$$

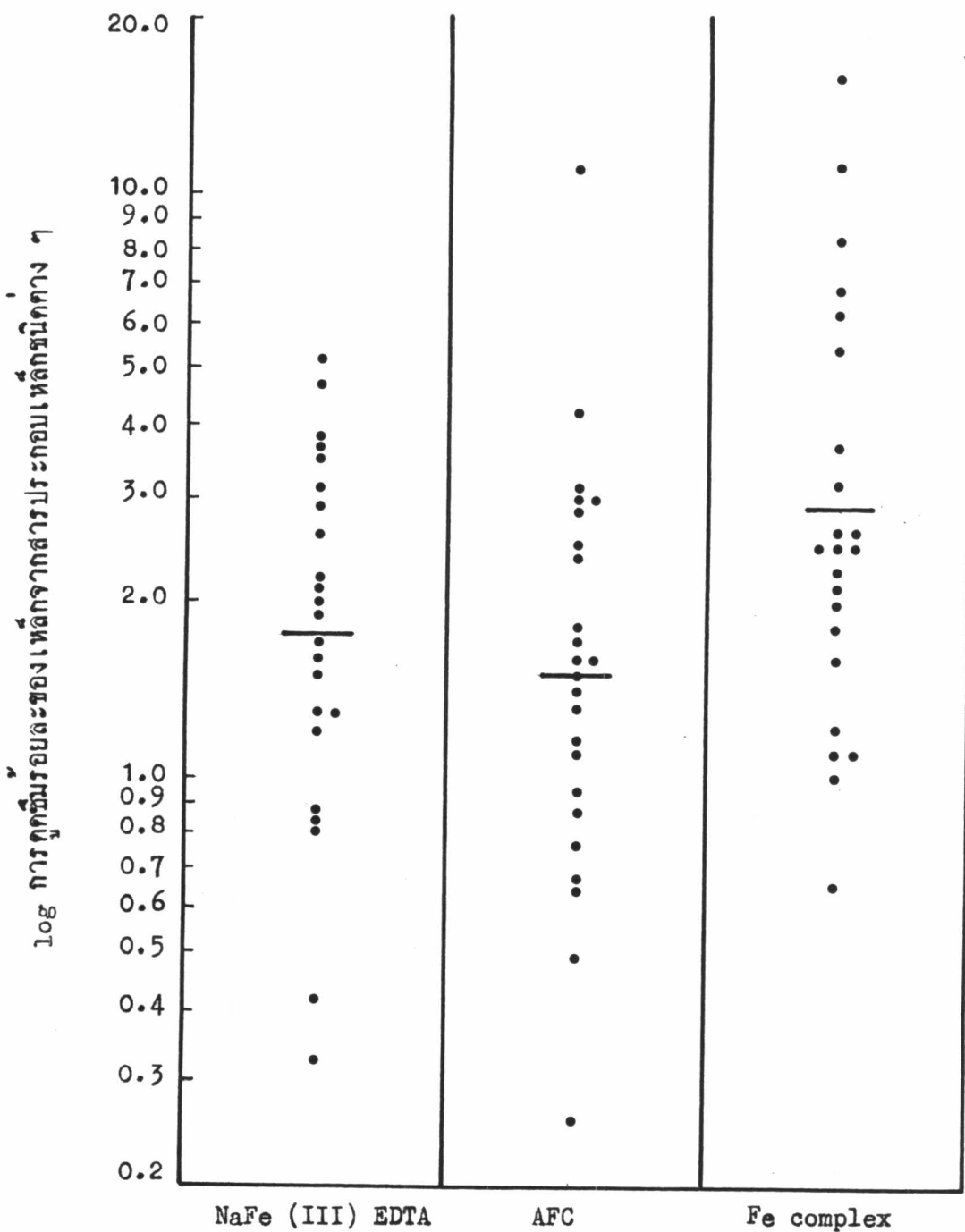
เมื่อเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็กแต่ละชนิดโดยคิดรวมกลุ่มของประชากรทั้งหมดที่รับประทานข้าวคอกปลาปนที่เติมสารประกอบเหล็กชนิดเดียวกัน (รูปที่ 4) ปรากฏว่าจะได้ค่าเฉลี่ยของการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA, AFC และ Fe complex ต่างจากเมื่อคิดจากประชากรตัวอย่างแต่ละกลุ่มเล็กน้อยคือ มีการดูดซึมร้อยละ 1.75 ± 0.43 , 1.52 ± 0.45 และ 2.94 ± 0.41 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อนำการดูดซึมนี้มาเปรียบเทียบกันด้วย unpaired t-test แล้วจะพบว่า การดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA และ AFC จะใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ส่วนการดูดซึมเหล็กจาก Fe complex จะไ้มากกว่าสารประกอบเหล็กอีก 2 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

การหาค่า bioavailability ของสารประกอบเหล็กแต่ละชนิดนั้น ได้จากการเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่เติมลงในข้าวคอกปลาปนกับ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7 เมื่อนำค่า bioavailability ของสารประกอบเหล็ก 2 ชนิด มาเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มเดียวกันด้วย paired t-test ปรากฏว่าในประชากรกลุ่มที่ 1 มีค่า bioavailability ของ NaFe (III) EDTA ได้เท่ากับ AFC ($P > 0.05$) ทำนองเดียวกันค่า bioavailability ของ AFC เท่ากับ Fe complex ($P > 0.05$) ในประชากรกลุ่มที่ 2 และ bioavailability ของ Fe complex เท่ากับ NaFe (III) EDTA ($P > 0.05$) ในประชากรกลุ่มที่ 3

เมื่อเปรียบเทียบ bioavailability ของสารประกอบเหล็กชนิดเดียวกันในประชากรต่างกลุ่มกัน ปรากฏว่า bioavailability ของ Fe complex จากประชากรกลุ่มที่ 3 มีค่าสูงกว่าประชากรกลุ่มที่ 2 ($P < 0.05$) bioavailability ของ NaFe (III) EDTA จากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 3 เท่ากัน ($P > 0.05$) เช่นเดียวกับประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 มี bioavailability ของ AFC เท่ากัน ($P > 0.05$)

รูปที่ 5 แสดงการกระจายของค่า bioavailability ของสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม

เมื่อเปรียบเทียบ bioavailability โดยคิดรวมกลุ่มของประชากรที่รับประทานข้าวคอกปลาปนที่เติมสารประกอบเหล็กชนิดเดียวกันจะมีการกระจายดังแสดงในรูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยของ bioavailability ของ NaFe (III) EDTA, AFC และ Fe complex ต่าง-



สารประกอบเหล็กที่ใช้เคมลงในข้าวคอกปลาป่น

รูปที่ 4 การกระจายของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจากข้าวคอกปลาป่นที่เคมสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ จากประชากรตัวอย่าง 3 กลุ่ม

———— = ตัวกลางเรขาคณิตของการดูดซึมร้อยละของเหล็ก

$$\text{การดูดซึมร้อยละของเหล็ก} = \frac{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจากอาหาร}}{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose}} \times 40$$

ตารางที่ 7. bioavailability ของสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่เติมลงในข้าวคอกปลาป่น

ประชากร ตัวอย่าง	จำนวน (คน)	การดูดซึมเหล็กจาก $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		bioavailability ของสารประกอบเหล็ก			paired t - test
		การดูดซึมจาก อาหาร (%)	เมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R	NaFe (III) EDTA	AFC	Fe complex	
กลุ่มที่ 1	12	1.19 ± 0.73 (0.24 - 4.44)	3.46 ± 0.63 (0.82 - 12.79)	0.44 ± 0.66 (0.08 - 1.08)	0.41 ± 0.66 (0.10 - 1.58)	—	P > 0.05
กลุ่มที่ 2	12	1.36 ± 0.76 (0.21 - 4.26)	2.28 ± 0.51 (0.80 - 7.45)	—	0.72 ± 0.52 (0.20 - 1.41)	0.86 ± 0.55 (0.40 - 2.79)	P > 0.05
กลุ่มที่ 3	11	0.72 ± 0.97 (0.09 - 7.12)	1.30 ± 0.68 (0.41 - 5.34)	1.58 ± 0.58 (0.67 - 4.19)	—	2.97 ± 0.59 (1.14 - 11.19)	P > 0.05
ประชากร ทั้งหมด	35	1.06 ± 0.48 (0.09 - 7.12)	2.21 ± 0.38 (0.41 - 12.79)	0.81 ± 0.56 (0.08 - 4.19)	0.54 ± 0.44 (0.10 - 1.58)	1.55 ± 0.51 (0.40 - 11.19)	

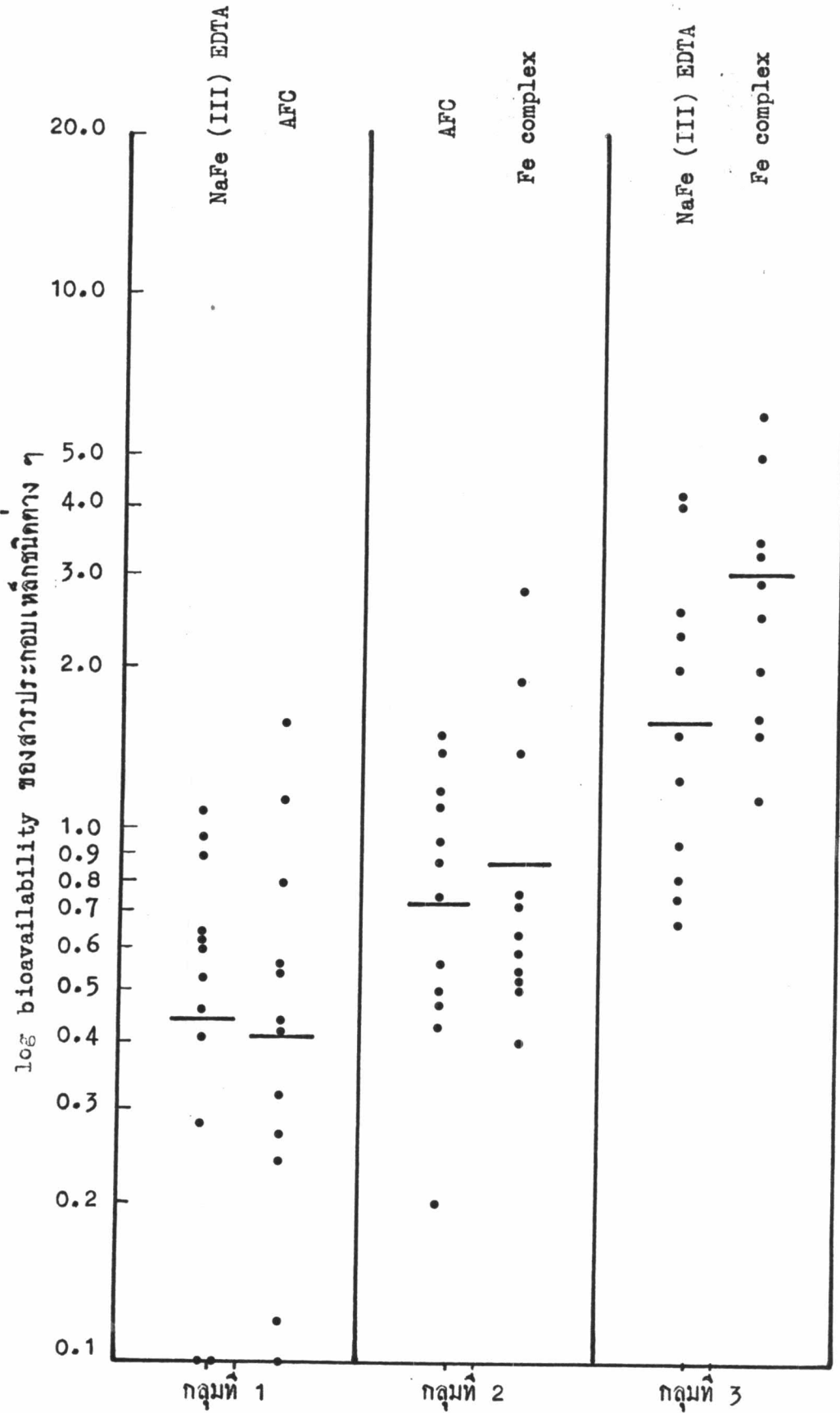
หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าตัวกลางเรขาคณิต \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าช่วง (range)

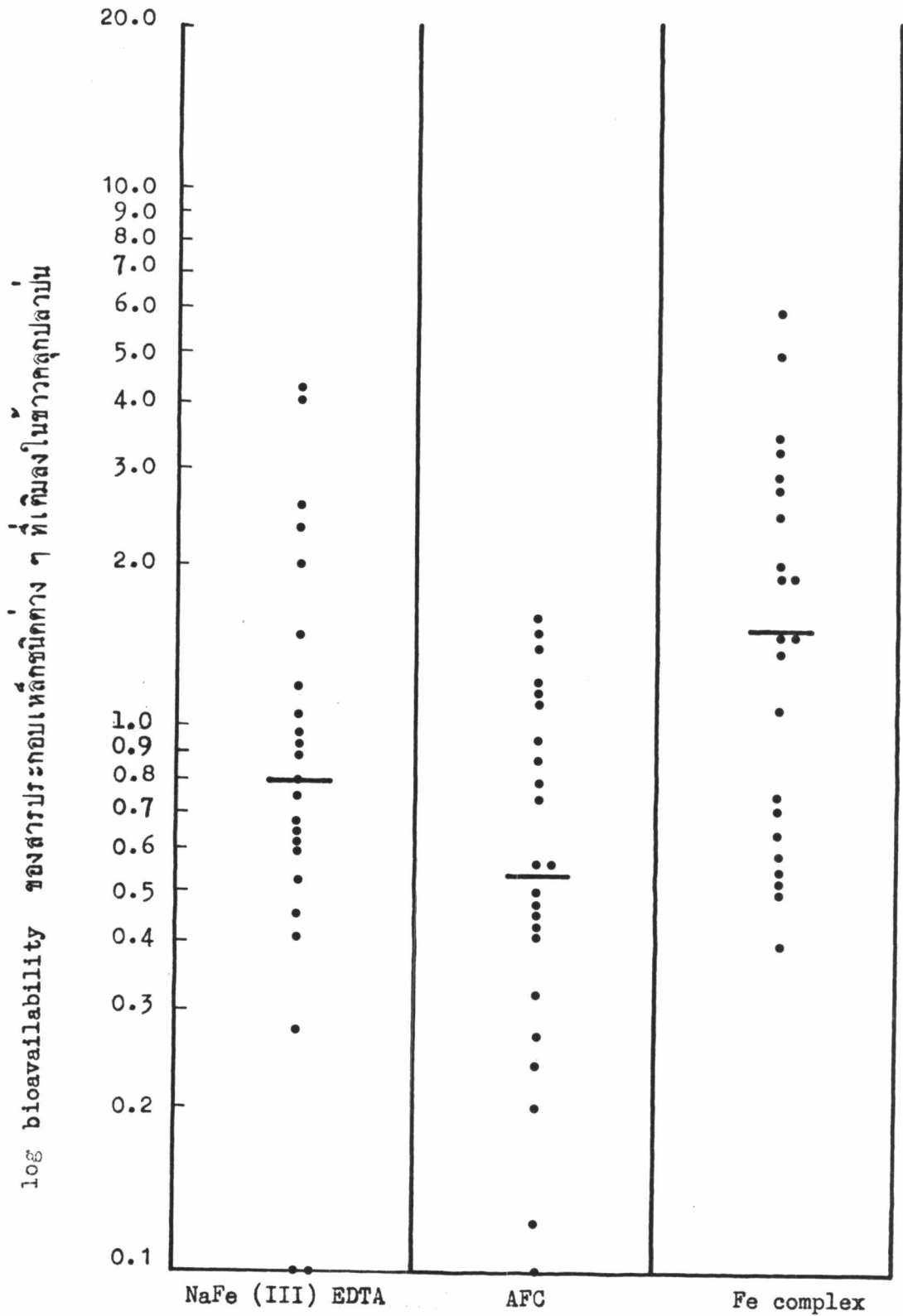
— = ไม่ได้ทำการทดลอง

$$\text{การดูดซึมเหล็กเมื่อเทียบที่ 40\% ของมือ R} = \frac{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจากอาหาร}}{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose}} \times 40$$

$$\text{bioavailability} = \frac{\text{การดูดซึมร้อยละของเหล็กจากสารประกอบเหล็ก}}{\text{การดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก } \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}$$



รูปที่ 5 การกระจายของ bioavailability ของสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่เติมลงในข้าวคดสุกปลาป่น แยกตามกลุ่มการทดลอง
 — = ทวิกลางเรขาคณิต



รูปที่ 6 การกระจายของ bioavailability ของสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่เติมลงในข้าวคอกปลาแปนที่ให้ประชากร 3 กลุ่มการทดลองรับประทาน
 — = ค่ากลางเรขาคณิต

จากเมื่อศึกษาจากประชากรแต่ละกลุ่ม คือเป็น 0.81 ± 0.56 , 0.54 ± 0.44 และ 1.55 ± 0.51 ตามลำดับ และเมื่อนำค่าเหล่านี้มาเปรียบเทียบกันโดยทางสถิติด้วย unpaired t-test พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$)

เมื่อหาความสัมพันธ์ของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจากข้าวคอกปลูกปลาน้ำที่เติมสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ กับการดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose จะได้อัตราสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ซึ่งแสดงในตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก standard reference dose กับการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA, AFC และ Fe complex เท่ากับ 0.8261, 0.5627 และ 0.5928 ตามลำดับ แสดงว่า การดูดซึม NaFe (III) EDTA จะมีความสัมพันธ์กับ standard reference dose มากกว่า AFC และ Fe complex

เมื่อนำสถานภาพทางเหล็กของประชากรตัวอย่างกลุ่มที่ 1 มาหาความสัมพันธ์กับการดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก NaFe (III) EDTA (รูปที่ 7) จะเห็นว่าปารามิเตอร์ต่าง ๆ ของสถานภาพทางเหล็กไม่มีความสัมพันธ์กับการดูดซึมเหล็ก เมื่อนำปารามิเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้ของสถานภาพทางเหล็กไปเปรียบเทียบกับการดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก AFC (รูปที่ 8) และการดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก standard reference dose (รูปที่ 9) ของประชากรกลุ่มเดียวกันก็ไม่ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมร้อยละของเหล็กและปารามิเตอร์เหล่านั้นด้วย

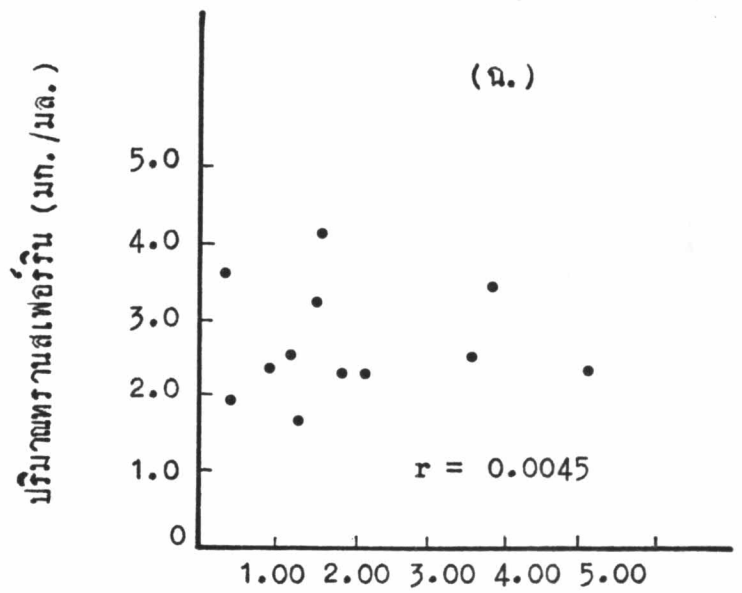
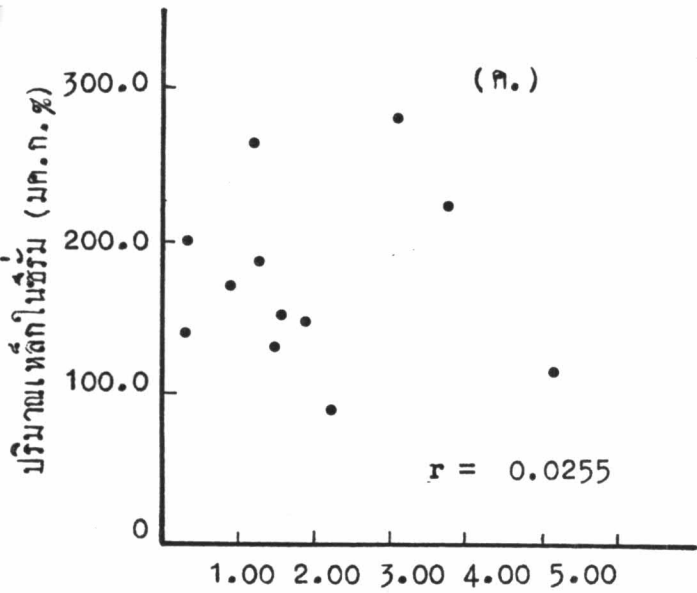
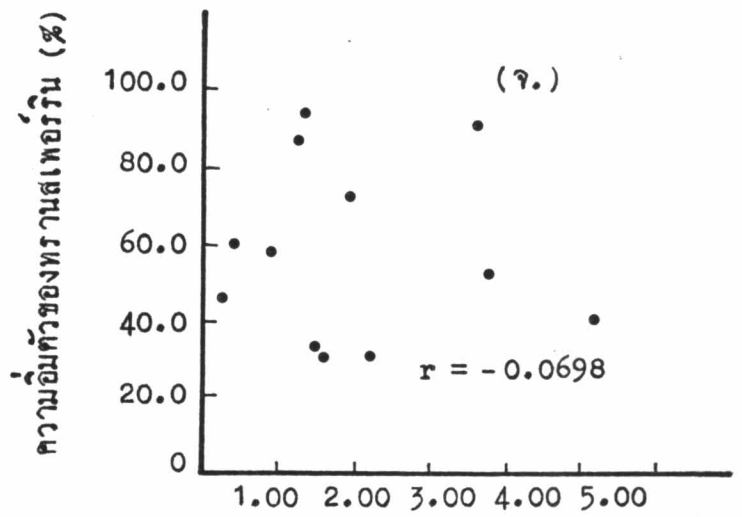
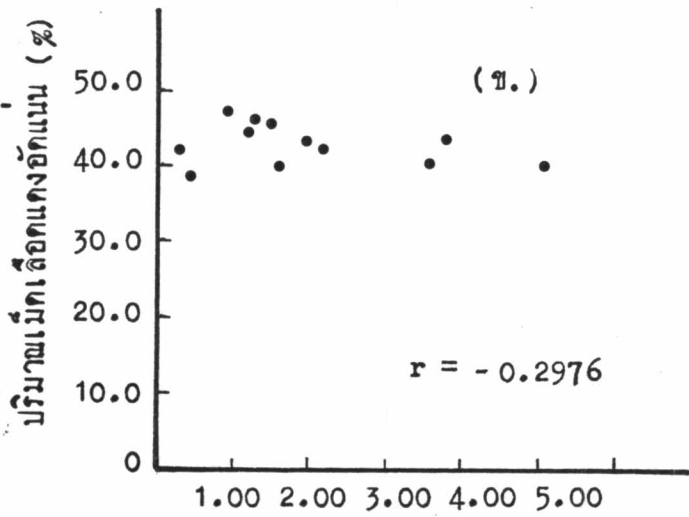
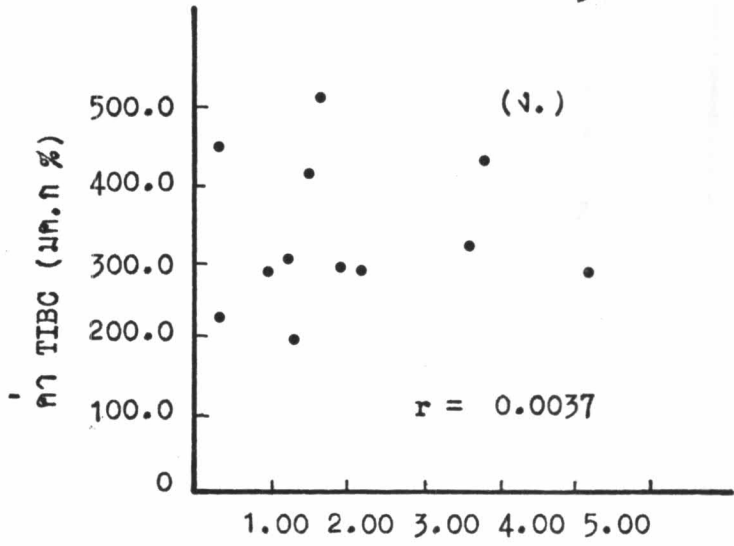
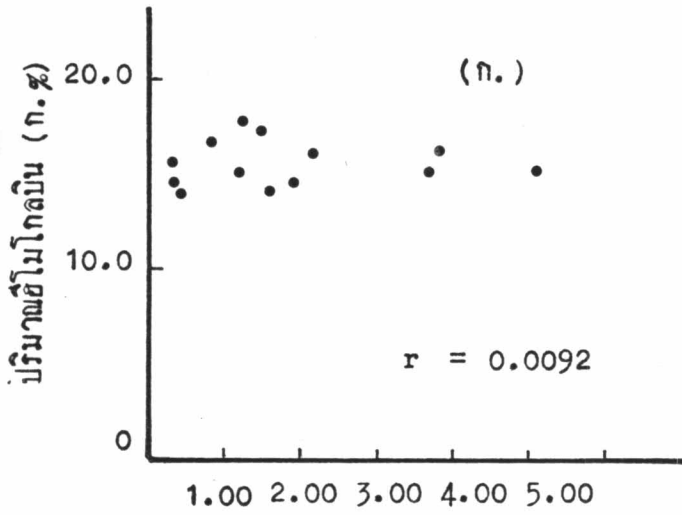
4. ผลของนมถั่วเหลืองต่อการดูดซึมเหล็ก

จากการศึกษาเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่เติมลงในข้าวคอกปลูกปลาน้ำ คือ NaFe (III) EDTA, AFC และ Fe complex ในประชากรตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 นั้น ถึงแม้ว่าการดูดซึมร้อยละของประชากรกลุ่ม 3 และ bioavailability ของ Fe complex จะมีแนวโน้มสูงกว่า NaFe (III) EDTA (ประชากรกลุ่มที่ 3) แต่ Fe complex นั้นประกอบด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต โซเดียม-เฮกซะเมทาฟอสเฟต และโซเดียมไบซัลเฟต ซึ่งเฟอร์รัสซัลเฟตไม่มีความอยู่ตัว และเมื่อใช้เติมลงในอาหารพวกพืชผักจะเกิดสีค้ำซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (19) ส่วน

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจากข้าวคอกปลูกปนที่เติมสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ กับการดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose (ได้จากกรทดลองกลุ่มที่ 1, 2 และ 3)

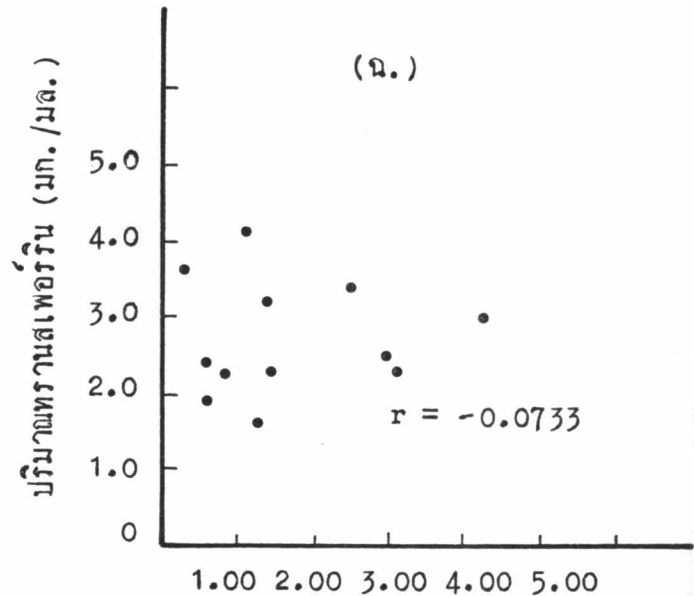
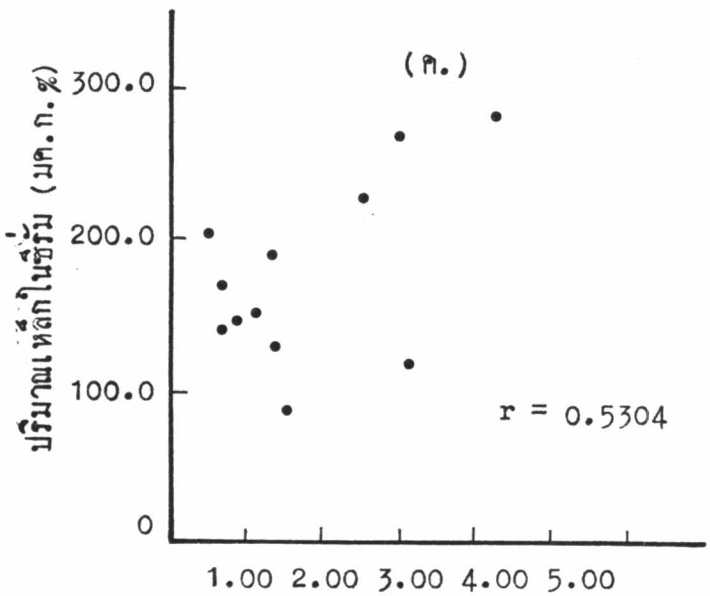
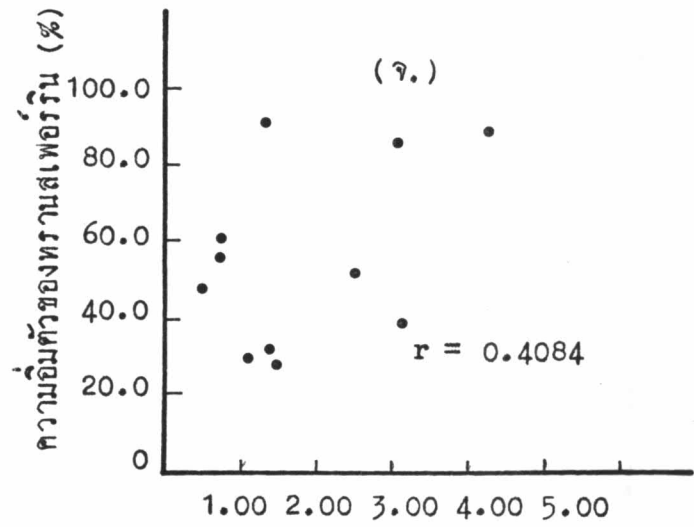
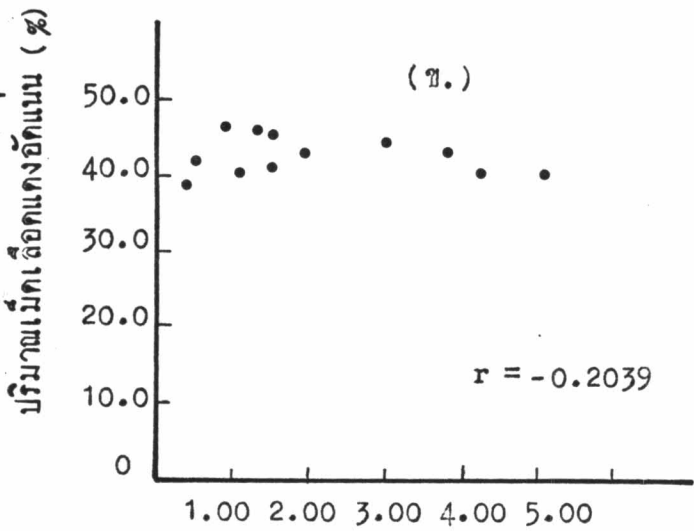
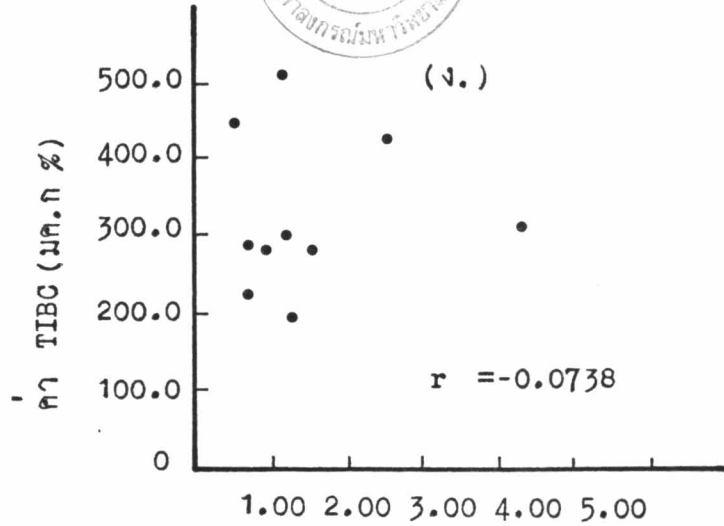
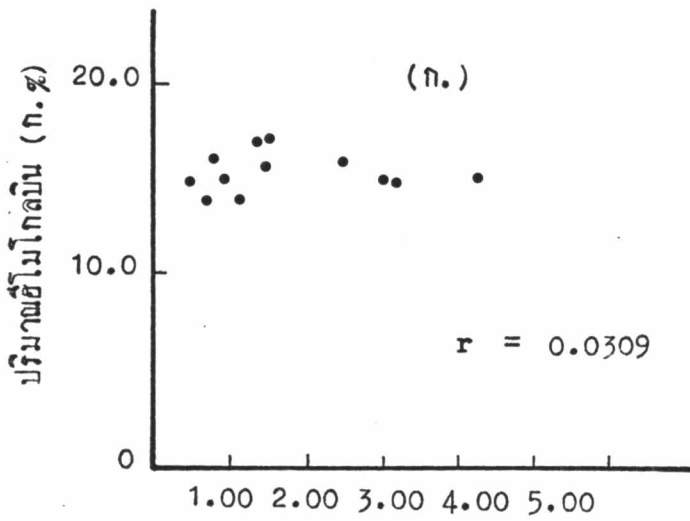
จำนวน ประชากรตัวอย่าง (n)	สารประกอบเหล็กที่ใช้เติมใน ข้าวคอกปลูกปน	การดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก		สัมประสิทธิ์ของ สหสัมพันธ์ (r)
		ข้าวคอกปลูกปน	reference dose	
23	NaFe (III) EDTA	0.75 ± 0.61	17.24 ± 0.41	0.8261
24	AFC	0.70 ± 0.61	18.13 ± 0.39	0.5627
23	Fe complex	1.56 ± 0.63	22.96 ± 0.39	0.5928

ค่าที่แสดงเป็นค่าตัวกลางเรขาคณิต ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



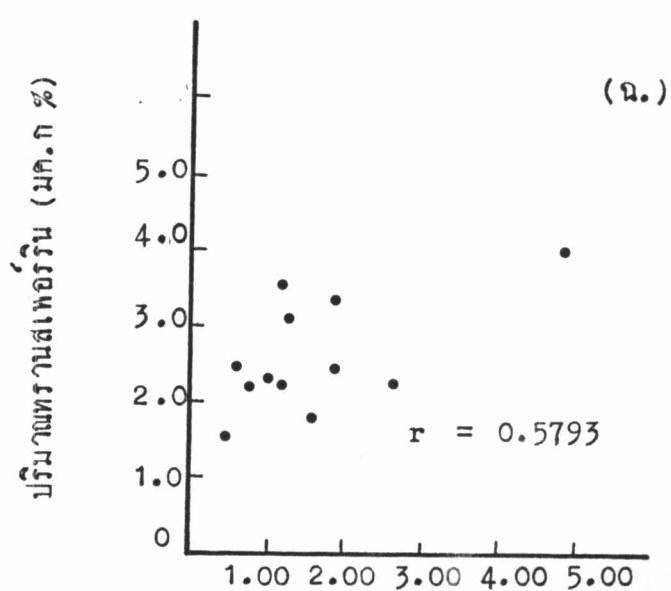
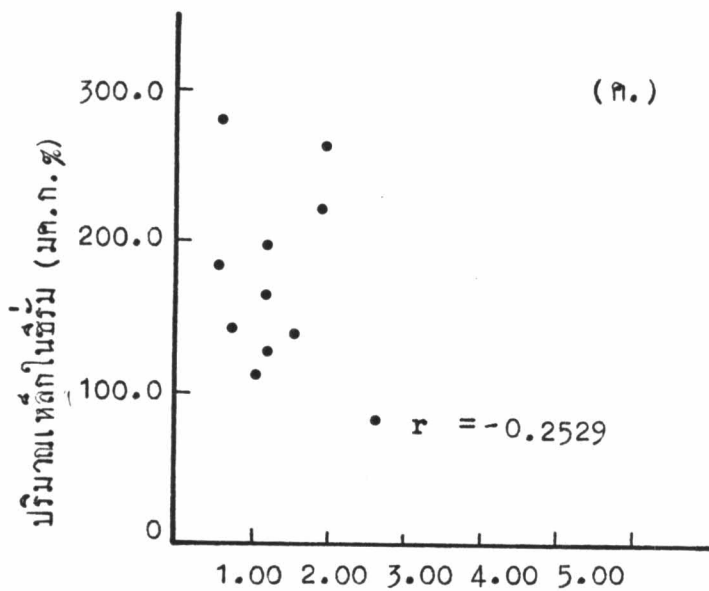
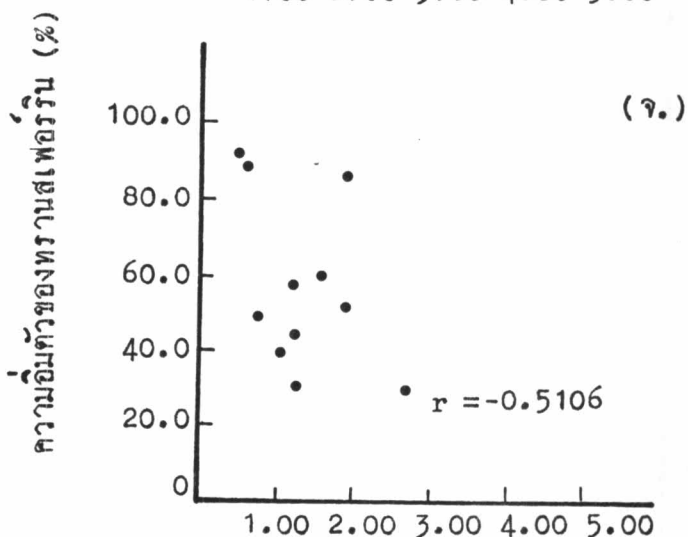
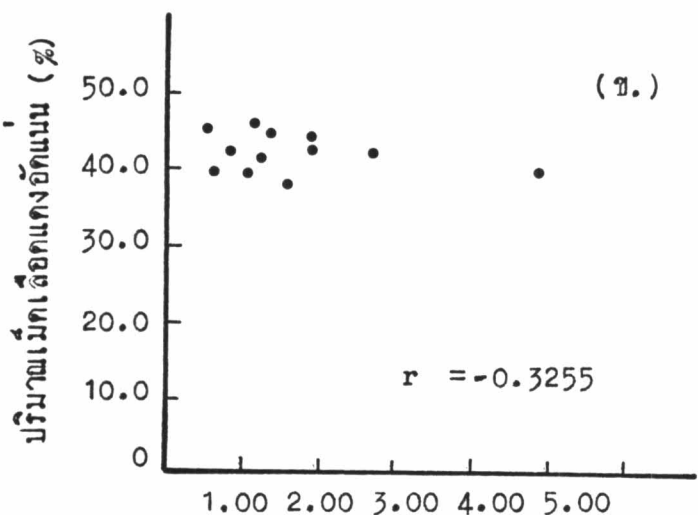
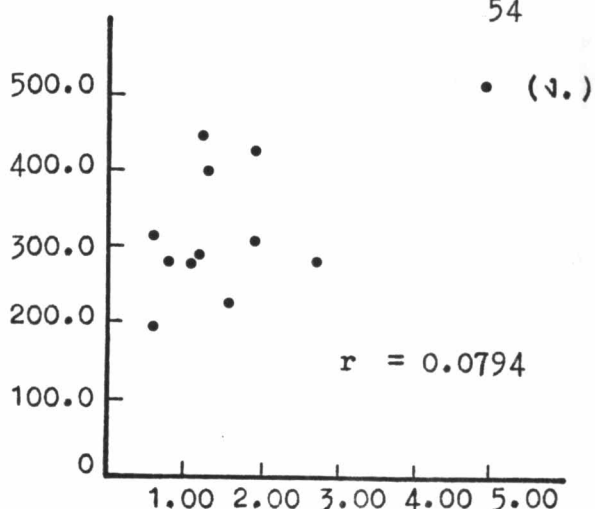
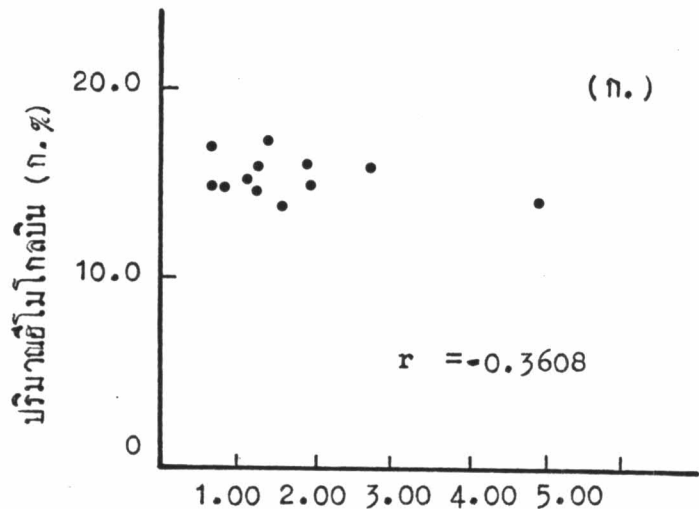
การகு்சิมรยละของเหล็กจาก
NaFe (III) EDTA (กลุ่มที่ 1)

การகு்சิมรยละของเหล็กจาก
NaFe (III) EDTA (กลุ่มที่ 1)



การควบคุมร้อยละของเหล็กจาก
AFC (กลุ่มที่ 1)

การควบคุมร้อยละของเหล็กจาก
AFC (กลุ่มที่ 1)



การคูณร้อยละของเหล็กจาก standard reference dose (กลุ่มที่ 1)

การคูณร้อยละของเหล็กจาก standard reference dose (กลุ่มที่ 1)

NaFe (III) EDTA เป็นสารประกอบเหล็กที่มีความอยู่ตัว และนิยมใช้เป็นสารประกอบเหล็กที่ใช้เติมลงในอาหาร (fortifying agent) (65,66) ดังนั้นจึงเลือกใช้ NaFe (III) EDTA เป็นสารประกอบเหล็กที่ใช้เติมลงในข้าวคอกปลาป่นสำหรับศึกษาถึงผลของนมถั่วเหลืองต่อการดูดซึมเหล็กในประชากรตัวอย่างกลุ่มที่ 4

ตารางที่ 9 แสดงผลของนมถั่วเหลืองต่อการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA จากการทดลองในประชากรกลุ่มที่ 4 เมื่อประชากรไม่กินนมถั่วเหลือง ค่าเฉลี่ยของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก NaFe (III) EDTA ซึ่งคิดเทียบกับร้อยละ 40 ของการดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose เป็น 1.47 ± 0.53 แต่เมื่อกินนมถั่วเหลืองด้วย ค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 0.91 ± 0.66 จะเห็นว่าเมื่อให้ประชากรกินนมถั่วเหลืองไปจะทำให้การดูดซึมร้อยละของเหล็กลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 38.09 และเมื่อนำค่าทั้งสองมาเปรียบเทียบกันทางสถิติด้วย pair t-test พบว่า การกินนมถั่วเหลืองจะทำให้ประชากรกลุ่มที่ 4 มีการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และถึงแม้ว่าจะนำค่าการดูดซึมร้อยละของเหล็กจากอาหาร โดยไม่ได้คิดเทียบเป็นร้อยละ 40 ของการดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose มาเปรียบเทียบระหว่างเมื่อกินและไม่กินนมถั่วเหลืองก็จะได้ผลเช่นเดียวกัน รูปที่ 10 แสดงการกระจายของการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ทั้ง 4 กลุ่ม การทดลองเมื่อเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA ระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 4 ด้วย unpaired t-test ทั้งการกินและไม่กินนมถั่วเหลือง พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบเช่นเดียวกันนี้ระหว่างกลุ่มที่ 3 และ 4 ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ($P > 0.05$)

เมื่อหา bioavailability ของ NaFe (III) EDTA ของประชากรกลุ่มนี้ จะเห็นว่าเมื่อประชากรไม่กินนมถั่วเหลือง ค่าเฉลี่ยของค่า bioavailability NaFe (III) EDTA เป็น 0.88 ± 0.54 (ตารางที่ 10) แต่เมื่อกินนมถั่วเหลืองด้วย ค่า bioavailability ลดลงเป็น 0.54 ± 0.71 (ร้อยละ 38.64) และเมื่อเปรียบเทียบกันด้วย paired t-test พบว่าการให้ประชากรกินนมถั่วเหลืองทำให้ bioavailability ของ NaFe (III) EDTA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 9 ผลของนมถั่วเหลืองต่อการดูดซึมเหล็กจากข้าวคอกปลาปนที่เติม NaFe (III) EDTA เมื่อให้ประชากรตัวอย่างที่กินนมถั่วเหลือง (กลุ่มที่ 4)

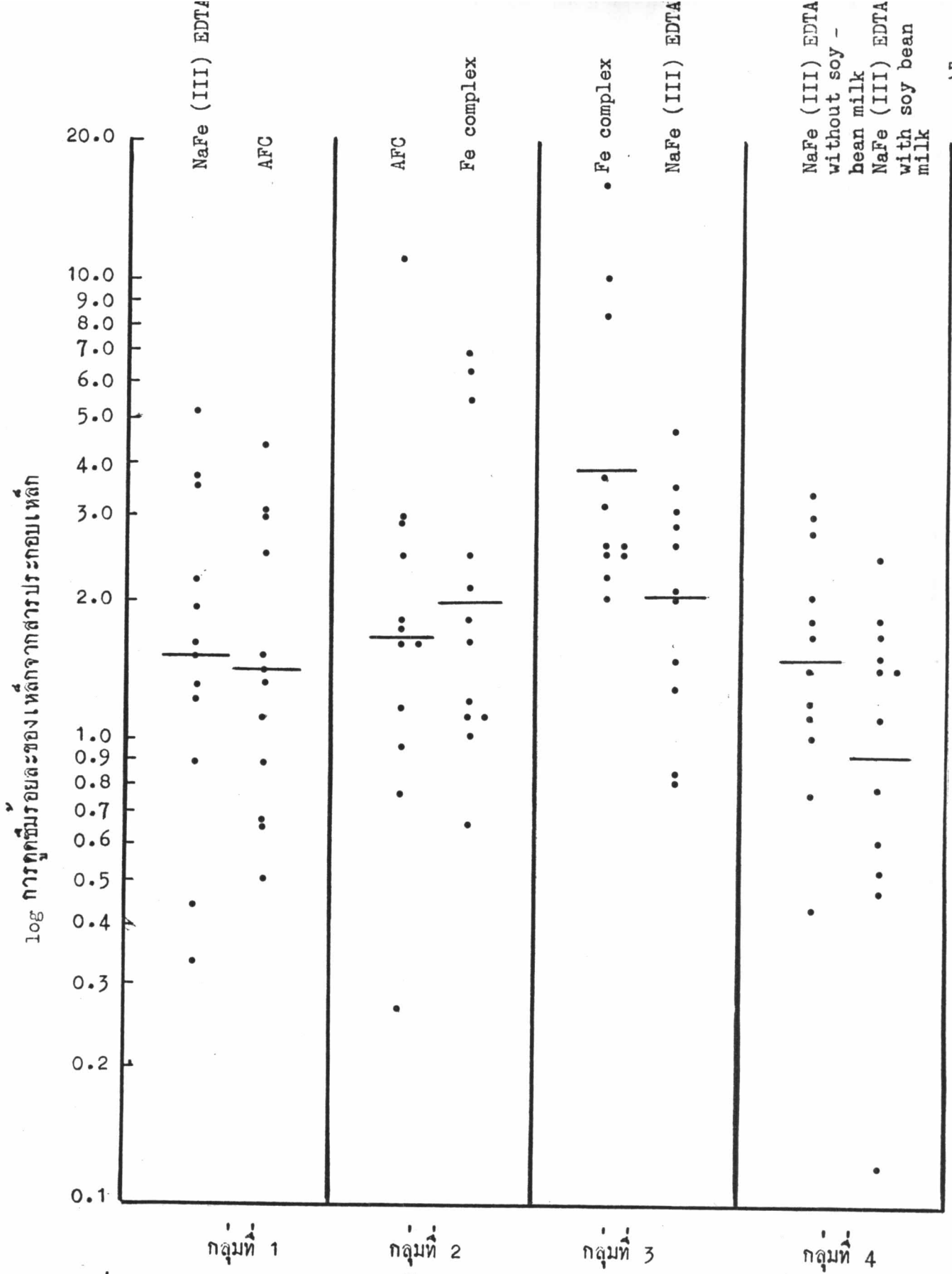
ประชากร ตัวอย่าง	การดูดซึมเหล็ก				
	standard reference dose (%)	ข้าวคอกปลาปนที่เติม NaFe (III) EDTA			
		เมื่อไม่ได้กินนมถั่วเหลือง		เมื่อกินนมถั่วเหลือง	
		การดูดซึมจาก อาหาร (%)	เมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R	การดูดซึมจาก อาหาร (%)	เมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R
1.	14.99	0.16	0.43	0.29	0.77
2.	48.89	0.92	0.75	0.64	0.52
3.	13.24	0.55	1.66	0.36	1.09
4.	30.33	2.25	2.97	1.35	1.78
5.	29.49	1.05	1.42	1.09	1.48
6.	25.16	0.67	1.07	0.38	0.60
7.	22.31	1.92	3.44	1.36	2.44
8.	22.05	0.66	1.22	0.26	0.47
9.	10.32	0.26	1.01	0.29	0.12
10.	12.50	0.62	1.97	0.44	1.40
11.	13.60	0.96	2.82	0.56	1.65
12.	24.18	1.07	1.77	0.85	1.41
$\bar{X} \pm SE$ ช่วง	20.19 ± 0.46 (10.32 - 48.89)	0.74 ± 0.61 (0.16 - 2.25)	1.47 ± 0.53 (0.43 - 3.44)	0.55 ± 0.53 (0.26 - 1.36)	0.91 ± 0.66 (0.12 - 2.44)

หมายเหตุ การดูดซึมเหล็กเมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R

$$= \frac{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจากอาหาร}}{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose}} \times 40$$

\bar{X} = ค่ากลางเรขาคณิต

SE = standard error (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)



รูปที่ 10 การกระจายของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ในประชากรกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4

— = ทวิกลางเรขาคณิตของการดูดซึมร้อยละของเหล็ก การดูดซึมร้อยละของเหล็ก

$$= \frac{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจากอาหาร}}{\% \text{ การดูดซึมของเหล็กจาก standard reference dose}} \times 40$$

ตารางที่ 10 ผลของนมถั่วเหลืองต่อ bioavailability ของ
NaFe (III) EDTA ที่เติมลงในข้าวคอกปลาป่น ในประชากร
ตัวอย่างกลุ่มที่ 4

ประชากร ตัวอย่าง	การดูดซึมเหล็กจาก $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		bioavailability ของ NaFe (III) EDTA ในข้าวคอกปลาป่น	
	การดูดซึมจาก อาหาร (%)	เมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R	เมื่อไม่ได้ คัมนมถั่วเหลือง	เมื่อคัมนมถั่วเหลือง
1	0.43	1.15	0.37	0.67
2	1.49	1.22	0.61	0.43
3	0.63	1.90	0.87	0.57
4	1.51	1.99	1.49	0.89
5	1.34	1.82	0.78	0.81
6	1.98	3.15	0.34	0.19
7	0.81	1.45	2.37	1.68
8	0.70	1.27	0.96	0.37
9	0.53	2.05	0.49	0.06
10	0.62	2.00	0.99	0.70
11	0.45	1.32	2.14	1.25
12	0.96	1.59	1.11	0.89
$\bar{X} \pm \text{SE}$ ช่วง	0.84 ± 0.48 (0.43 - 1.98)	1.67 ± 0.39 (1.15 - 3.15)	0.88 ± 0.54 (0.34 - 2.37)	0.54 ± 0.71 (0.06 - 1.68)

หมายเหตุ การดูดซึมเหล็กเมื่อเทียบที่ 40% ของมือ R

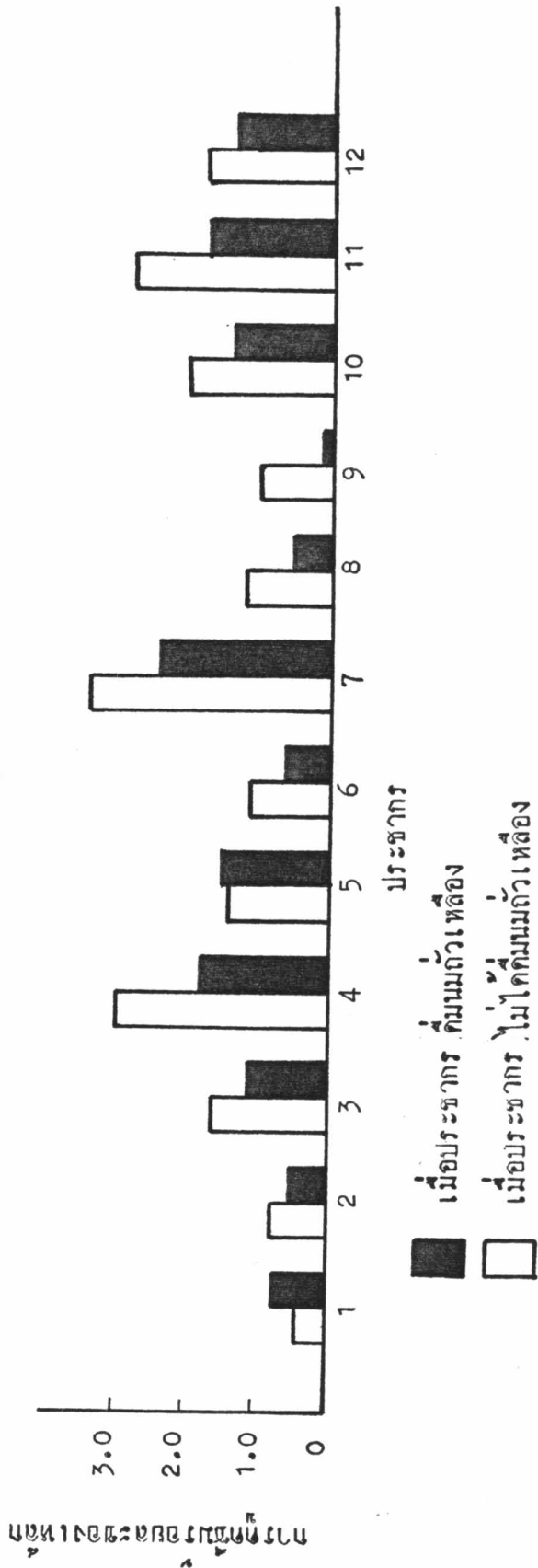
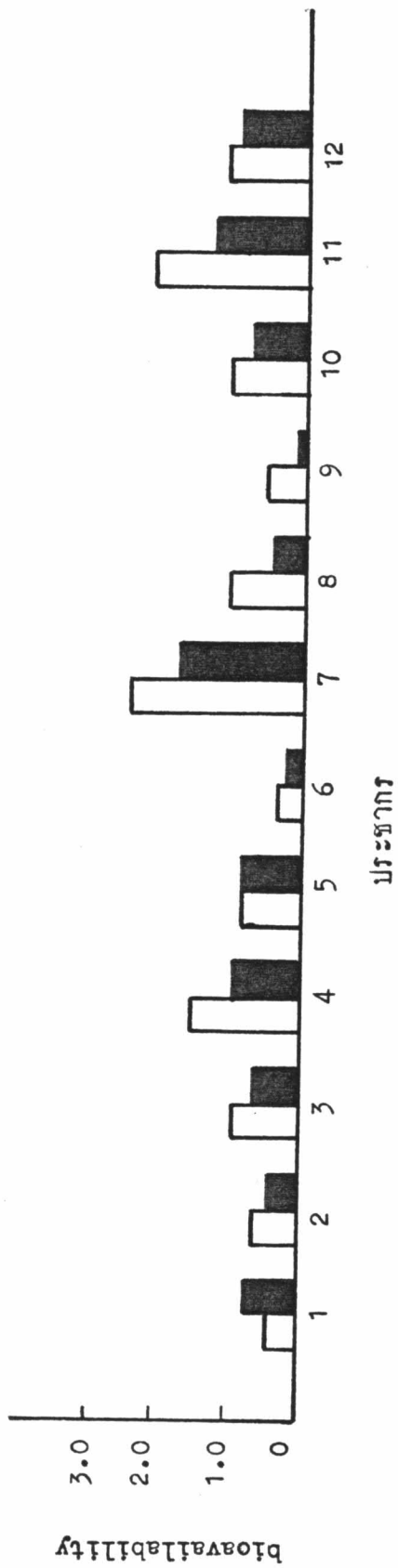
$$= \frac{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจากอาหาร}}{\% \text{ การดูดซึมเหล็กจาก standard reference dose}} \times 40$$

\bar{X} = ค่ากลางเรขาคณิต

SE = standard error (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

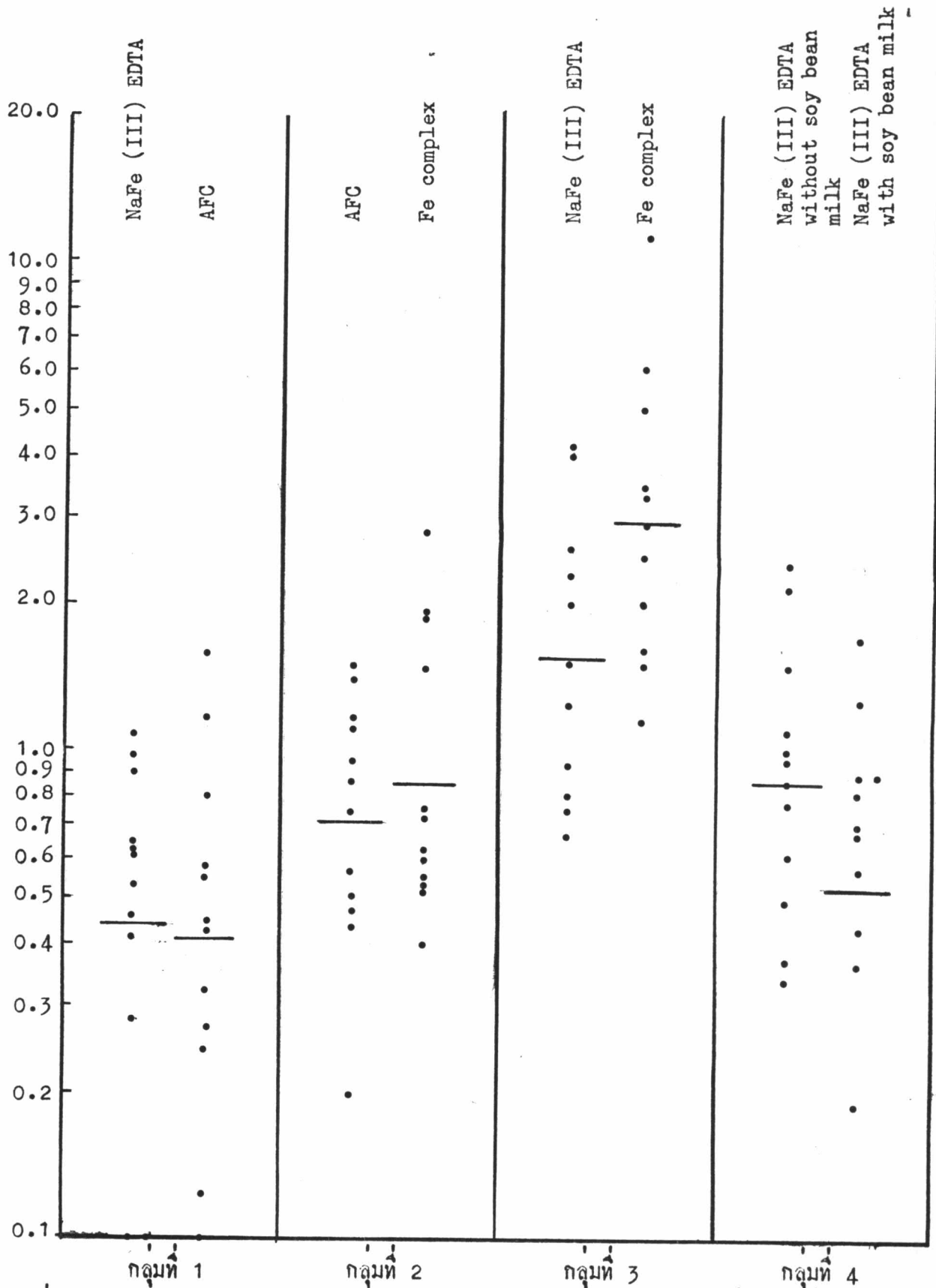
ผลของนมถั่วเหลืองที่ให้ประชากรตัวอย่างที่มีค่า bioavailability ของ NaFe (III) EDTA ที่เติมลงในข้าวคอกปลาป่น และปริมาณการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA จะเห็นได้ชัดเจนนยิ่งขึ้น ในรูปที่ 11 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านมถั่วเหลือง ทำให้ bioavailability และการดูดซึมร้อยละของเหล็กลดลงในประชากรเกือบทุกคน ยกเว้นประชากรรายที่ 1 และ 5

รูปที่ 12 แสดงการกระจายของ bioavailability ของสารประกอบเหล็ก ชนิดต่าง ๆ ที่เติมลงในข้าวคอกปลาป่น แยกตามกลุ่มการทดลอง จากค่า bioavailability ของ NaFe (III) EDTA จากกลุ่มที่ 1 และ 4 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันด้วย unpaired t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 3 และ 4 ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ($P > 0.05$)



รูปที่ 11 ผลของนมแก้วเหลืองต่อ bioavailability และค่าการดูดซับของเหล็กของ NaFe (III) EDTA ที่เติมลงใน خاکดูลูปลาบในประชากรกลุ่มที่ 4 จำนวน 12 คน

log bioavailability ของสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 12 การกระจายของ bioavailability ของสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ ที่เติมลงในข้าวคอกปลาน้ำจืดแยกตามกลุ่มการทดลอง

— = ค่ากลางเรขาคณิต