

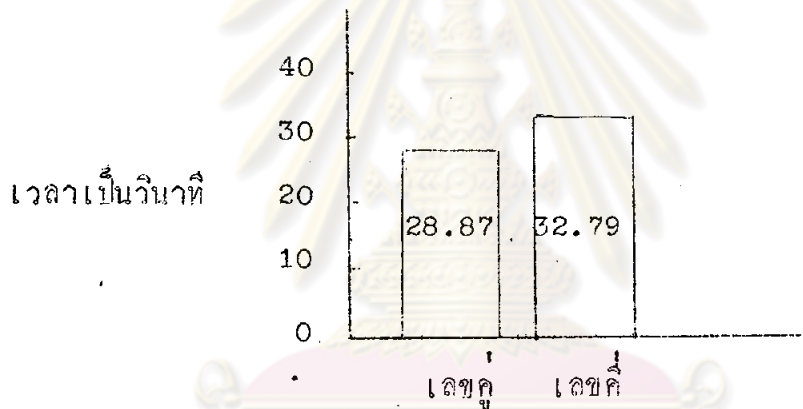
ผลของการวิจัย

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าเฉลี่ย

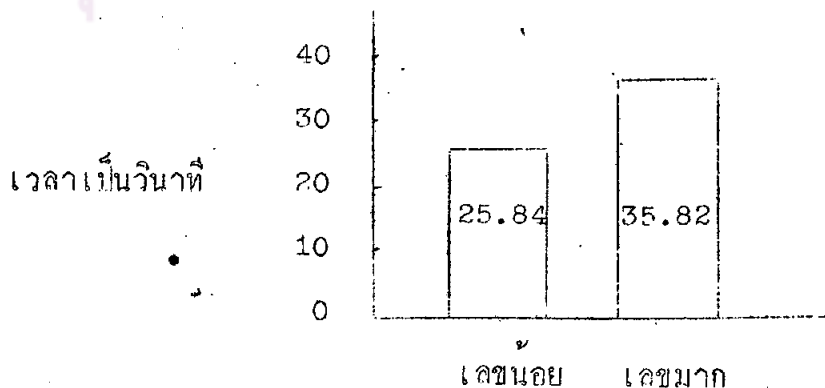
1.1 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการคูณเมื่อตัวคูณเป็นเลขคู่ เท่ากับ 28.87 วินาที และเลขคี่เท่ากับ 32.79 วินาที ซึ่งแสดงในรูปที่ 1 ดังนี้

รูปที่ 1 กราฟแท่งแสดงเวลาที่ใช้เมื่อตัวคูณเป็นเลขคู่กับเลขคี่



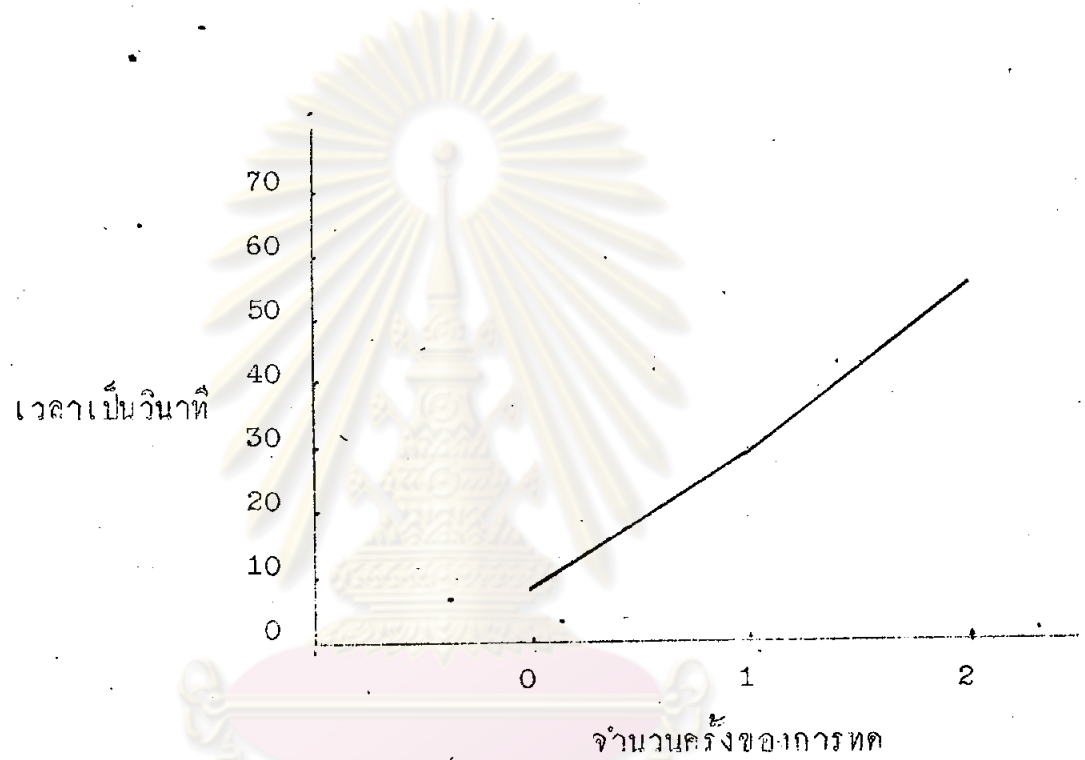
1.2 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการคูณเมื่อตัวคูณเป็นเลขน้อยเท่ากับ 25.84 วินาที และเมื่อตัวคูณเป็นเลขมากเท่ากับ 35.82 วินาที ซึ่งแสดงในรูปที่ 2 ดังนี้

รูปที่ 2 กราฟแท่งแสดงเวลาที่ใช้เมื่อตัวคูณเป็นเลขน้อยกับเลขมาก



1.3 โค้ดค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการคูณ เมื่อกระบวนการคูณมี ทด 0 ครั้ง ทด 1 ครั้ง และ ทด 2 ครั้ง เท่ากับ 8.76, 28.89 และ 54.88 วินาทีตามลำดับ ซึ่งแสดงในรูปที่ 3 ดังนี้.

รูปที่ 3 กราฟเส้นแสดงเวลาที่ใช้เมื่อการคูณมีการทด 0 ครั้ง ทด 1 ครั้ง และ ทด 2 ครั้ง.

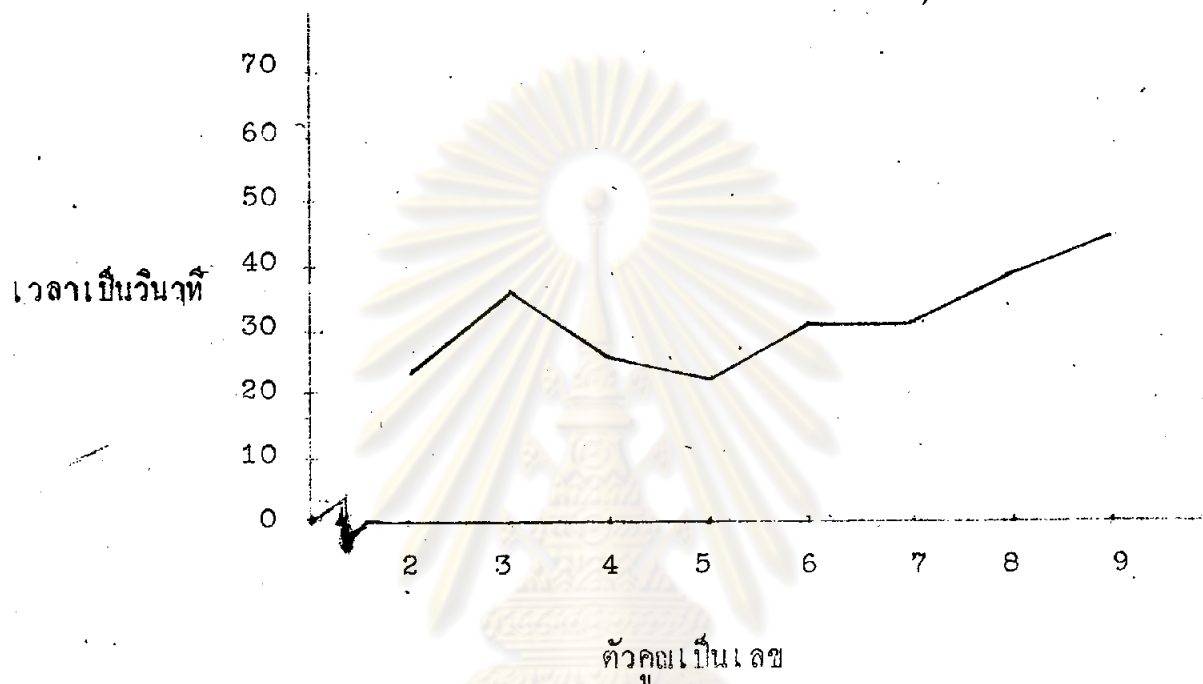


1.4 โค้ดค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการคูณเมื่อตัวคูณเป็นเลขตั้งแต่ 2 ถึง 9 แสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 ดังนี้.

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้เมื่อตัวคูณเป็นเลขตั้งแต่ 2 ถึง 9

ตัวคูณเป็นเลข	2	3	4	5	6	7	8	9
เวลาเป็นวินาที	22.56	35.06	24.59	21.38	30.02	30.61	37.88	43.93

รูปที่ 4 กราฟเส้นแสดงเวลาที่ใช้เมื่อตัวคูณเป็นเลขตั้งแต่ 2 ถึง 9

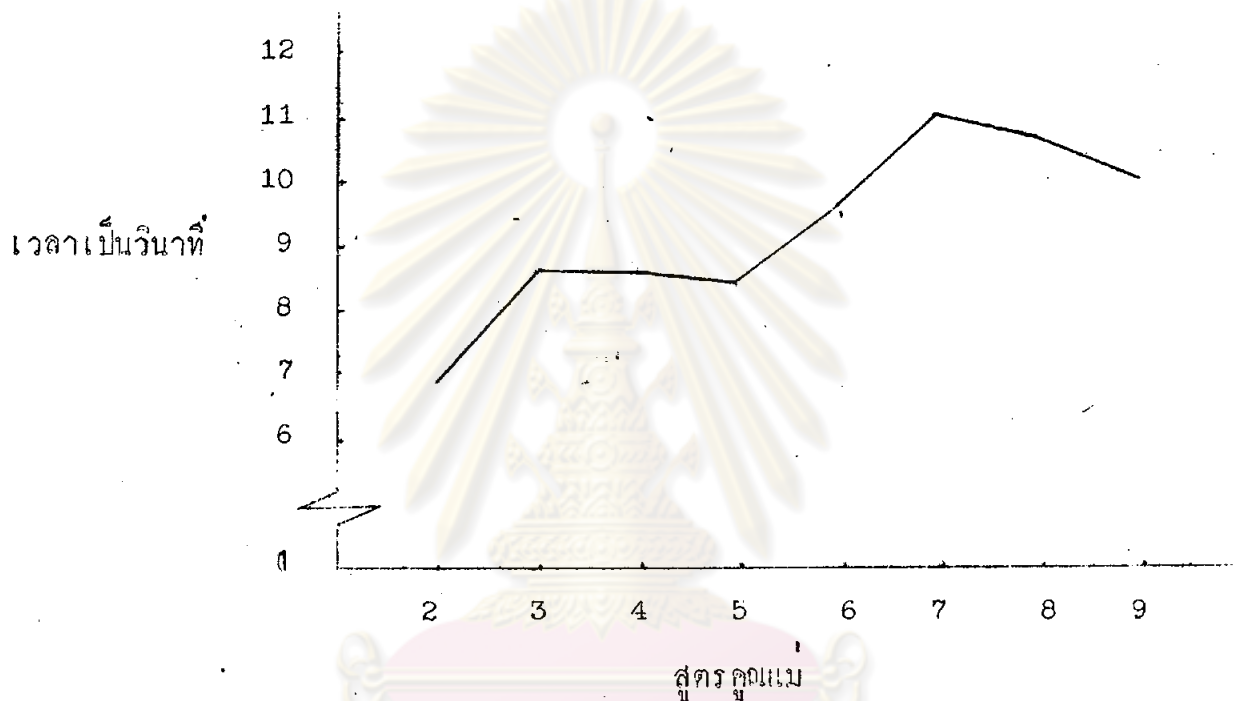


1.5 โค้ดค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการท่องสูตรคูณ ตั้งแต่แม่ 2 ถึงแม่ 9 แสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 5 ดังนี้.

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการท่องสูตรคูณ.

สูตรคูณแม่	2	3	4	5	6	7	8	9
เวลาเป็นวินาที	6.8	8.4	8.5	8.3	9.5	10.9	10.6	9.9

รูปที่ 5 กราฟเส้นแสดงเวลาที่ใช้ในการทดลองสูตรคูณ



2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน

2.1 ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแบบพิเศษในไวเนอร์ (Winer, B.J., 1971

A special case of a $2 \times 3 \times 4 \times 9$ factorial experiment)¹ เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคูณ เมื่อตัวคูณเป็นเลขคู่กับเลขคี่ ตัวคูณเป็นเลขน้อยกับเลขมาก และเมื่อกระบวนคูณมีการทศ 0 ครั้ง ทศ 1 ครั้ง กับทศ 2 ครั้ง ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ดังนี้.

¹B.J. Winer, Statistical Principles in Experimental Design,

(New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1971), pp. 497-498.

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการควบคุมความชื้นกับตัวควบคุม ตัวควบคุมมากกับตัวควบคุม น้อย และการรด 0 ครั้ง รด 1 ครั้ง กับรด 2 ครั้ง.

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F คำนวณได้	F.99 จากตาราง
ระหว่างบล็อกทดลอง	29341.24	19	1544.27		
A (รด)	85533.61	2	4276.8	12.01*	4.71
A x บล็อกทดลอง	13530.59	38	356.07		
B (เลขน้อย-เลขมาก)	5975.02	1	5975.02	31.4*	6.76
B x บล็อกทดลอง	3615.83	19	190.31		
C (เลขคู่-เลขคี่)	922.37	1	922.37	4.97	6.76
C x บล็อกทดลอง	3525.53	19	185.55		
AB	11250.68	2	5625.34	43.94*	4.71
AB x บล็อกทดลอง	4864.03	38	128.00		
AC	22766.66	2	1383.33	8.3*	4.71
AC x บล็อกทดลอง	6335.01	38	166.71		
BC	22.83	1	22.83	0.23	6.76
BC x บล็อกทดลอง	1863.4	19	98.07		
ABC	342.75	2	171.38	1.48	4.71
ABCx บล็อกทดลอง	4406.09	38	115.95		
ภายในกลุ่ม	144954.39	220			
รวม	174295.64	239			

* p < .01

จากตารางที่ 3 แหล่งความแปรปรวนด้านकारท (A) หมายถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการคูณ เมื่อกระบวนการคูณมีการท 0 ครั้ง ท 1 ครั้ง กับท 2 ครั้ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{2,220} = 12.01, p < .01$).

แหล่งความแปรปรวนด้านตัวคูณเป็นเลขน้อยกับเลขมาก (B) หมายถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการคูณ เมื่อตัวคูณเป็นเลขน้อยกับเลขมาก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{1,220} = 31.4, p < .01$).

แหล่งความแปรปรวนด้านตัวคูณเป็นเลขคู่กับเลขคี่ (C) หมายถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการคูณเมื่อตัวคูณเป็นเลขคู่กับเลขคี่ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{1,220} = 4.97, p > .01$).

แหล่งความแปรปรวนด้าน AB หมายถึงความมีกิริยารวม (interaction) ของด้านकारท กับด้านตัวคูณเป็นเลขน้อย-เลขมาก พบว่ามีความมีกิริยารวมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{2,220} = 43.94, p < .01$).

แหล่งความแปรปรวนด้าน AC หมายถึงความมีกิริยารวม (interaction) ของด้านकारทกับด้านตัวคูณเป็นเลขคู่-เลขคี่ พบว่ามีความมีกิริยารวมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{2,220} = 8.3, p < .01$).

แหล่งความแปรปรวนด้าน BC หมายถึงความมีกิริยารวม (interaction) ของด้านตัวคูณเป็นเลขน้อย-เลขมาก กับด้านตัวคูณเป็นเลขคู่-เลขคี่ พบว่าไม่มีความมีกิริยารวมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{1,220} = 0.23, p < .01$).

แหล่งความแปรปรวนด้าน ABC หมายถึงความมีกิริยารวม (interaction) ของด้านकारทกับด้านตัวคูณเป็นเลขน้อย-เลขมาก กับด้านตัวคูณเป็นเลขคู่-เลขคี่ พบว่าไม่มีความมีกิริยารวมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{2,220} = 1.48, p > .01$).

2.2 ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแบบวิเคราะห์ปัจจัยเดียว (Analysis of single-factor experiments)² เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคูณเมื่อตัวคูณเป็นเลขตั้งแต่ 2 ถึง 9 และเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการท่องสูตรคูณแม่ต่าง ๆ ตั้งแต่แม่ 2 ถึงแม่ 9 ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 และที่ 5 ตามลำดับ.

² Ibid., pp. 261-303.

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการคูณด้วยตัวคูณตั้งแต่เลข 2 ถึง 9

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F ได้	F.99 จากตาราง
ระหว่างผู้ถูกทดลอง	13744.67	19	725.4		
ตัวคูณ	8734.59	7	1247.8	12.53*	2.76
ตัวคูณ x ผู้ถูกทดลอง	13244.96	133	99.59		
ภายในกลุ่ม	21979.56	140	156.99		
รวม	35724.21	159			

* $p < .01$

จากตารางที่ 4 แหล่งความแปรปรวนด้านตัวคูณหมายถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการคูณเมื่อตัวคูณเป็นเลขตั้งแต่ 2 ถึง 9 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{7,140} = 12.53, p < .01$)

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการท่องสูตรคูณตั้งแต่แม่ 2 ถึง 9.

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F ได้	F.99 จากตาราง
ระหว่างผู้ถูกทดลอง	291.2	9	32.36		
สูตรคูณ	132.00	7	18.86	4.77*	2.91
สูตรคูณ x ผู้ถูกทดลอง	249.00	63	3.95		
ภายในกลุ่ม	380.98	70	5.44		
รวม	672.2	79			

* $p < .01$

จากตารางที่ 5 แหล่งความแปรปรวนด้านสูตรคูณ หมายถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการท่องสูตรคูณแม่ต่าง ๆ ตั้งแต่แม่ 2 ถึงแม่ 9 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{7,70} = 4.77, p < .01$)

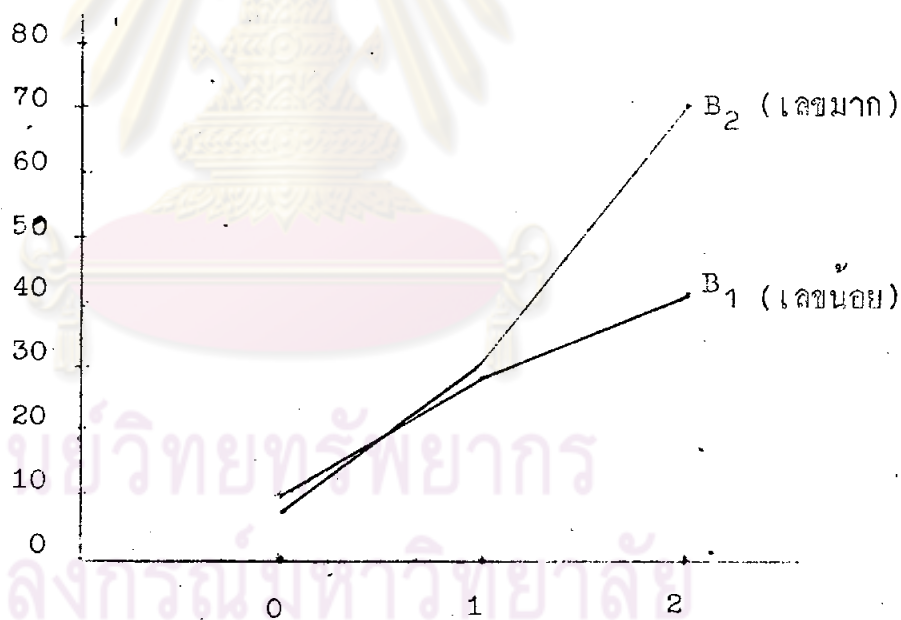
3. ความมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction)

3.1 จากแหล่งความแปรปรวนด้าน AB ในตารางที่ 3 พบว่า ด้านการทดสอบด้าน ตัวคูณเป็นเลขน้อย-เลขมาก มีปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $.01 (F_{2,220} = 43.94, p < .01)$ ได้แสดงค่าเฉลี่ยในตารางที่ 6 และรูปของความมีปฏิสัมพันธ์ดังนี้.

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยด้านการทดสอบด้านตัวคูณเป็นเลขน้อย-เลขมาก (AB)

จำนวนครั้งการทดสอบ	0	1	2
ตัวคูณเป็นเลขน้อย	9.54	27.73	40.27
ตัวคูณเป็นเลขมาก	7.99	29.99	69.49

รูปที่ 6 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ของด้านการทดสอบด้านตัวคูณเป็นเลขน้อย-เลขมาก.



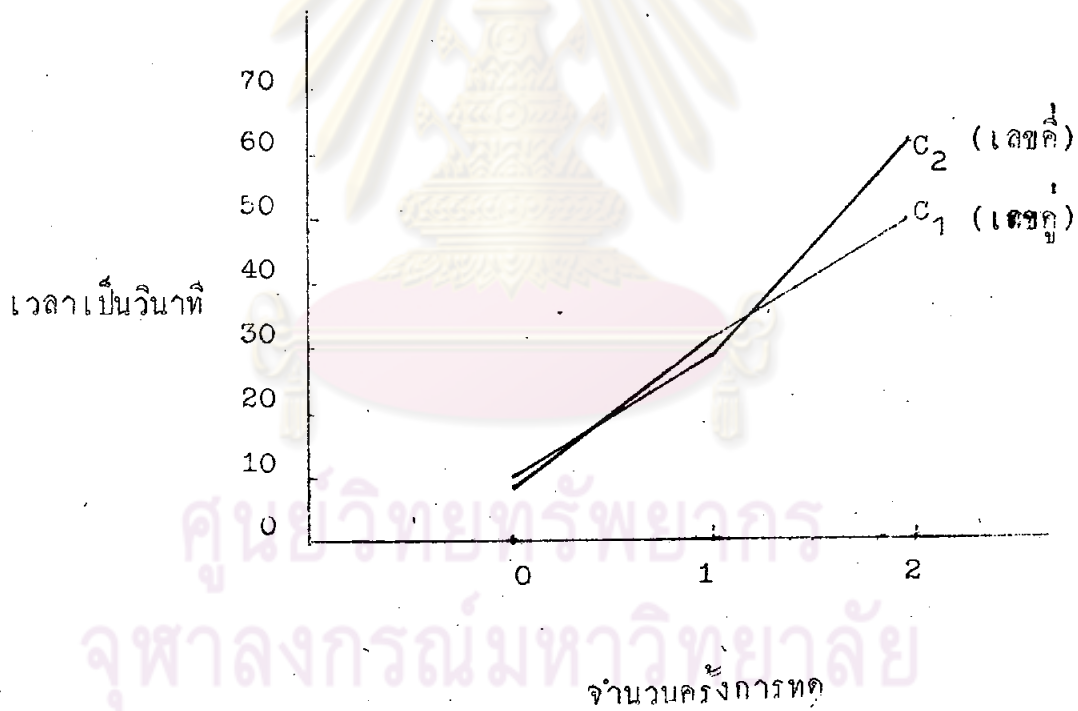
จำนวนครั้งการทดสอบ

3.2 จากแหล่งความแปรปรวนด้าน AC ในตารางที่ 3 พบว่าด้านการทดสอบด้าน ตัวคูณเป็นเลขคู่-เลขคี่ มีปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $.01 (F_{2,220} = 8.3, p < .01)$ ได้แสดงค่าเฉลี่ยในตารางที่ 7 และรูปของความมีปฏิสัมพันธ์ดังนี้.

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยด้านการทดสอบด้านตัวคูณเป็นเลขคู่-เลขคี่ (AC)

จำนวนครั้งการทดสอบ	0	1	2
ตัวคูณเป็นเลขคู่	7.91	30.39	48.32
ตัวคูณเป็นเลขคี่	9.62	27.33	61.44

รูปที่ 7 กราฟแสดงกิจกรรมร่วมของจำนวนการทดสอบ กับด้านตัวคูณเป็นเลขคู่-เลขคี่



4. วิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis)³

4.1 ได้วิเคราะห์แนวโน้มของตัวแปรด้านการทดสอบ ผลจากการวิเคราะห์แสดงไว้ใน

ตารางที่ 8 ดังนี้.

³ Ibid., pp. 177-185.

ตารางที่ 8 วิเคราะห์แนวโน้มของตัวแปร คำนการทด.

แนวโน้ม	SS	df	MS	ค่า F ที่ได้	F _{.99} จากตาราง
A (ทด)					
เส้นตรง	85066.03	1	85066.03	283.9*	7.35
เส้นโค้งกำลังสอง	476.58	1	476.58	1.31	7.35
A x ผูกทดลอง	13530.59	38	356.07		

*p < .01

จากตารางที่ 8 ได้วิเคราะห์แนวโน้มของตัวแปร คำนการทด หมายถึงแนวโน้มของเวลาที่ใช้ในการคุมเมื่อกระบวนการคุมมีการทด 0 ครั้ง ทด 1 ครั้ง กับทด 2 ครั้ง พบว่ามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{1,38} = 283.9, p < .01$)

4.2 ได้วิเคราะห์แนวโน้มของตัวแปร คำนตัวคุมตั้งแต่เลข 2 ถึง เลข 9 ได้ผลจากการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 9 ดังนี้.

ตารางที่ 9 วิเคราะห์แนวโน้มของตัวแปร คำนตัวคุมตั้งแต่เลข 2 ถึง เลข 9.

แนวโน้ม	SS	df	MS	ค่า F ที่ได้	F _{.99} จากตาราง
ตัวคุม					
เส้นตรง	4318.18	1	4318.18	43.36*	6.84
เส้นโค้งกำลังสอง	1596.3	1	1596.3	16.03*	6.84
เส้นโค้งกำลังสาม	344.64	1	344.64	3.46	6.84
ตัวคุม x ผูกทดลอง	13244.96	133	99.59		

* p < .01

จากตารางที่ 9 ได้วิเคราะห์แนวโน้มของตัวแปร คำนตัวคุม หมายถึงแนวโน้มของเวลาที่ใช้ในการคุม เมื่อตัวคุมเป็นเลขตั้งแต่ 2 ถึง 9 พบว่ามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญที่

ระดับ .01 ($F_{1,133} = 43.36, p < .01$) และมีแนวโน้มเป็นเส้นโค้งกำลังสองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{1,133} = 16.03, p < .01$) แสดงว่าการใช้เวลาในการคุมเพิ่มขึ้นอย่างมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงมากกว่าเส้นโค้ง.

4.3 ได้วิเคราะห์แนวโน้มด้านการทอสูตรคุมตั้งแต่แม่ 2 ถึงแม่ 9 ได้จากการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 10 ดังนี้.

ตารางที่ 10 วิเคราะห์แนวโน้มด้านการทอสูตรคุมตั้งแต่แม่ 2 ถึงแม่ 9

แนวโน้ม	SS	df	MS	F คำนวณได้	F.99 จากตาราง
สูตรคุม					
เส้นตรง	102.02	1	102.02	25.83*	7.04
เส้นโค้งกำลังสอง	7.2	1	7.2	1.82	7.04
เส้นโค้งกำลังสาม	4.1	1	4.1	1.04	7.04
สูตรคุม x แม่ทุกคอก	249.00	63	3.95		

* $p < .01$

จากตารางที่ 10 ได้วิเคราะห์แนวโน้มด้านการทอสูตรคุม หมายถึงแนวโน้มของเวลาที่ใช้ในการทอสูตรคุมตั้งแต่แม่ 2 ถึงแม่ 9 พบว่ามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F_{1,63} = 25.83, p < .01$).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย