โครงการวิจัยเรื่อง

ผลของการเสริมแมกนีเซียมต่อธัยรอยด์ฮอร์โมนและการเจริญเติบโตในไก่กระทง

The effect of magnesium supplements on thyroid hormones and growth of broilers

จัดทำโดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร. วิไล รัตนตยารมณ์

ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

549.782
ว725ค

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีงบประมาณ 2540

158	โครงการวิจัยเรื่องผลของการเสริมแมกนีเซียมต่อธัยรอยด์ฮอร์โมนและการเจริญเติบโตในไก่กระทง	วิไล รัตนตยารมณ์.	549.782 ว725ค	31011102359486

549.781
ว 725ค

โครงการวิจัยเรื่อง

ผลของการเสริมแมกนีเซียมต่อธัยรอยด์ฮอร์โมนและการเจริญเติบโตในไก่กระทง

The effect of magnesium supplements on thyroid hormones and growth of broilers

จัดทำโดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร. วิไล รัตนตยารมณ์

ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีงบประมาณ 2540

123730

สารบัญ

	หน้า
บัญชีภาพประกอบ	i
บัญชีตาราง	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
บทที่ 1 บทนำและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
บทที่ 2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	3
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	6
บทที่ 5 อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง	14
บรรณานุกรม	17
ภาคผนวก	20
ประวัติย่อผู้วิจัย	24

บัญชีภาพประกอบ

	หน้า
รูปที่ 1 โครงสร้างของ แมกนีเซียม-แอล-แอสปาเตตไฮโดรคลอไรด์	2
รูปที่ 2 แผนภูมิการทดลอง	4
รูปที่ 3 ปริมาณน้ำที่ไก่กินและปริมาณแมกนีเซียมที่ได้รับจากน้ำดื่ม	6
รูปที่ 4 ปริมาณอาหารที่ไก่ได้รับ	7
รูปที่ 5 ปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น	8
รูปที่ 6 ระดับของแมกนีเซียมในพลาสมา	10
รูปที่ 7 ระดับของแคลเซี่ยมในพลาสมา	11
รูปที่ 8 ระดับการเปลี่ยนแปลง (% changes)ฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน (T3)	12
รูปที่ 9 ระดับการเปลี่ยนแปลง (% changes) ฮอร์โมนธัยรอกซิน (T4)	13

บัญชีตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงค่าปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไก่	9

ผลของการเสริมแมกนีเซียมต่อธัยรอยด์ฮอร์โมนและการเจริญเติบโตในไก่กระทง

The effect of magnesium supplements on thyroid hormones and growth of broilers

บทคัดย่อภาษาไทย

การศึกษาผลของการเสริมแมกนีเซียมในรูป แอลแอสปาร์เตต ไฮโดรคลอไรด์ ต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของธัยรอยด์ฮอร์โมนในไก่กระทง ทำการทดลองในไก่กระทงพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ คละเพศอายุ 4 สัปดาห์จำนวน 30 ตัว (ตัวผู้ 15 ตัว และตัวเมีย 15 ตัว) น้ำหนักไก่เฉลี่ยเริ่มต้น 778±74 กรัม ทำการแบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารสำเร็จรูปตามช่วงอายุ (อาหารมีแมกนีเซียม 66 มิลลิโมลต่อกิโลกรัมอาหารแห้ง) ไก่กลุ่มที่ 1 (G1) เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับน้ำประปา(มีแมกนีเซียม 0.29 มิลลิโมลต่อลิตร)โดยไม่ได้เสริมสารอะไร ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 (G2 และ G3) จะได้รับน้ำประปาที่เสริม แมกนีเซียมแอลแอสปาร์เตตในขนาด 4 และ 8 กรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งจะมีแมกนีเซียม อยู่ 16 และ 32 มิลลิโมลต่อลิตร ทำการให้น้ำไก่อย่างไม่จำกัดเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ทำการจดบันทึกปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เพื่อคำนวณอัตราการแลกเนื้อ บันทึกปริมาณน้ำที่ไก่กินทุกสัปดาห์ ทำการเจาะเลือดจากหลอดเลือดดำที่ปีกตัวละ 5 ซีซี ที่ 0, 1, 2, 3 สัปดาห์ของการเลี้ยงตามลำดับ ปั่นแยกพลาสมาและเก็บไว้โดยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 °ซ นำพลาสมาไปตรวจหาระดับแมกนีเซียม แคลเซียม ฮอร์โมนธัยรอกซิน (T4) และ ไตรไอโอโดธัยโรนีน (T3) ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS 6.1.3 จากผลการทดลองพบว่าเมื่อให้น้ำผสมแมกนีเซียมเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ไก่กลุ่มที่ 3 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 อัตราการแลกเนื้อของไก่ในกลุ่มที่ 3 ดีกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระดับพลาสมาแมกนีเซียม ($P<0.05$) สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเสริมแมกนีเซียมในไก่ทั้งกลุ่มที่ 2 และ 3 ส่วนระดับของแคลเซียมไม่เปลี่ยนแปลง แต่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อไก่อายุมากขึ้น ระดับฮอร์โมน T3 ของไก่ที่ได้รับแมกนีเซียมในระดับสูง (กลุ่มที่ 3) เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมในสัปดาห์แรกของการทดลองและยังคงมีระดับสูงใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มทดลอง แต่ไก่กลุ่มที่ 1 และ 2 จะมีระดับ T3 ที่ลดลงตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลอง ระดับ T3 ในไก่กลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมทั้ง 2 กลุ่มสูงกว่าไก่กลุ่มควบคุม ระดับพลาสมา T4 ของไก่กลุ่มที่ 2 และ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ระดับ T4 จะสูงที่สุดที่สัปดาห์ที่ 2 ของการทดลองและลดลงในสัปดาห์ที่ 3 จากผลการทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่า การเสริมแมกนีเซียมในน้ำดื่มของไก่กระทงจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อ แมกนีเซียมที่มีอยู่สูงในพลาสมามีผลในการักษาระดับธัยรอยด์ฮอร์โมนโดยเฉพาะ T3 ให้อยู่ในระดับที่สูงซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยสำคัญของการเจริญเติบโตของไก่

คำสำคัญ : แมกนีเซียม ธัยรอยด์ฮอร์โมน การเจริญเติบโต ไก่กระทง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

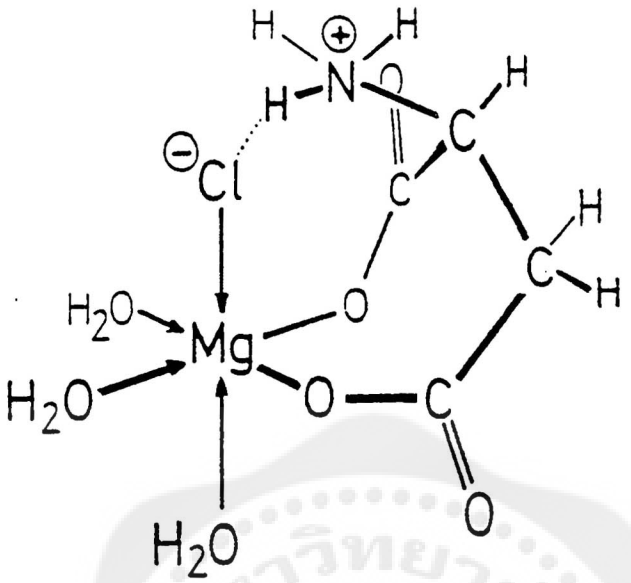
30 white Arbor-Acre broilers (15 males ; 15 females) aged ca 4 weeks weighing between 778±74 g (mean ± SD) were maintained under identical field conditions, they were exposed to a light: dark cycle of 16 h light: 8 h dark, temperature of 28 °C humidity of 70%. The broilers were randomly divided into 3 groups: The control group (G1, n=10) was fed with standard feed (Mg contents 66 mmol/kg dry weight measured by analysis, protein 19%, and fat 4%) and tap water (Mg contents 0.29 mmol/l measured by analysis) as drinking water ad libitum.The Mg-normal group (G2, n=10) and Mg-high group (G3, n=10) were treated with the same food but drinking water was enriched with Mg in form of magnesium-L-aspartate hydrochloride (MAH). MAH was added in 2 concentrations, 4 g/l and 8 g/l respectively, yielding approximately 16 and 32 mmol Mg/l. Water was offered ad libitum for 3 weeks. Mg was supplemented in drinking water in G2, G3 until the end of the experiment. Blood collection was done 4 times with heparinized syringes from wing-vein of unfasted animals at the starting week (W0), at one week (W1), two weeks (W2), and three weeks (W3) after Mg supplementation . Totally 116 heparinized blood samples were immediately centrifuged at 4,500 rpm for 10 minutes, then plasma samples of broiler in each week (W0, W1, W2, W3) were separated and stored at –20°C until measurements. All samples were analyzed for Mg and Ca with atomic absorption spectrophotometer from Shimadzu model 680 and hormone triiodothyronine (T3), thyroxine (T4) were analyzed by enzymun-test® T3 and enzymun-test® T4 enzyme-immunological test from Boehringer by using the ES 700. Data were analyzed statistically using SPSS for window version 6.1.3. At week three of the experiment, broilers in G3 had higher weight gain than G1 and G2. Feed conversion rate was also significantly better ($P<0.05$) in G3 than G1. Plasma Mg of G2, G3 significantly increased ($P<0.05$) during week 1 to 3 as compared to G1 on the same week while there was no change in plasma calcium. Hormone T3 was significantly increased and higher ($P<0.05$) in G3 than G1 at week 1 of the experiment. Plasma T3 level declined during week 2 to week 3 but level of T3 in G2, G3 still were higher than G1. Plasma T4 was higher in G2 and G3 than G1 ($P>0.05$) and the T4 level gradually was increased and was highest at week 2 and decreased at week 3 of the experiment in all groups of broilers. The results suggest that Mg supplementation can increase the level of T3 and T4 in broilers.This increased thyroid hormone may be one of the factor that improves growth in Mg-treated groups.

Key words : magnesium, thyroid hormones, growth, broilers

บทที่ 1

บทนำและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกลือแมกนีเซียมเป็นที่สนใจกันมานานแล้วในเรื่องผลต่อวิทยาการทางการแพทย์และการเลี้ยงสัตว์โดยเริ่มมีการศึกษาตั้งแต่ ศตวรรษที่ 19 หรือในราวปี 1869 (1) อย่างไรก็ดี ในช่วงระหว่าง 100 ปีนี้ อุปสรรคสำคัญในการศึกษาที่ทำให้การศึกษาไม่ก้าวหน้าก็เนื่องจากความแม่นยำและความถูกต้องในการวิเคราะห์หาปริมาณของแมกนีเซียม จนกระทั่งเมื่อปี 1960 นี้เองที่มีการนำเอาเครื่องมือ Atomic absorption spectrophotometer มาใช้ เป็นผลให้การศึกษาในเรื่องแมกนีเซียมทำได้อย่างถูกต้องและแม่นยำขึ้นจวบจนถึงปัจจุบัน (2) ทำให้ทราบว่าในร่างกายมนุษย์ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 70 กิโลกรัม มีแมกนีเซียมอยู่ประมาณ 25 g หรือ 100 mmol 50% ของแมกนีเซียมสะสมอยู่ในรูปของกระดูก 45% อยู่ภายในเซลล์ และ 5% อยู่ในส่วนของน้ำนอกเซลล์ (extracellular fluid) (2) ซึ่งในน้ำนอกเซลล์ที่สำคัญคือในพลาสมา ซึ่งมีแมกนีเซียมอยู่ในราว 1% หรือคิดเป็นระดับแมกนีเซียม 0.75-1.1 mmol/l (2,3) โดยที่พบว่าเกลือแมกนีเซียมเป็นรูปประจุบวก พบมากในเซลล์ และเป็นตัวกระตุ้นที่จำเป็นต่อเอนไซม์ที่จำเป็นในร่างกายถึง 300 ชนิด ในเอนไซม์เหล่านี้ ส่วนใหญ่มีความสำคัญต่อการใช้พลังงานในรูปของ ATP (3) มนุษย์รู้จักใช้เกลือแมกนีเซียมในรูปเกลือต่าง ๆ ได้แก่ แมกนีเซียมซัลเฟต (Epson salt) กินเพื่อเป็นยาระบาย ในรูปฉีด เพื่อรักษาโรคหัวใจขาดเลือด (4) และในภาวะโรคครรภ์เป็นพิษ (5) แมกนีเซียมคาร์บอเนต ใช้เป็นตัวลดกรดในกระเพาะอาหารและลดภาวะเสียดท้อง (2) แมกนีเซียม-แอล-แอสปาเตตไฮโดรคลอไรด์ (Magnesium-L-aspartate hydrochloride, MAH) เป็นแมกนีเซียมในรูปฟอร์มใหม่ เกิดจากการนำกรดอะมิโนชื่อ กรดแอสปาร์ติกซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่พบอยู่มากในร่างกายมาเป็นตัวจับแมกนีเซียมโดยส่วนของ carboxyl groups ในกรดแอสปาร์ติกมาจับแมกนีเซียมไว้ 2 แขน และมี chloride ion และ น้ำ 3 โมเลกุลมาจับล้อมรอบแมกนีเซียมด้วย พันธะ coordinate bond เป็นผลทำให้เกิดโครงสร้างที่มั่นคงและซับซ้อนขึ้น ส่วนของ กรดอะมิโนที่มีลักษณะเป็นประจุบวกตรงส่วนของ NH_3 ก็มีส่วนช่วยดึงส่วนของ chloride ion ซึ่งมีลักษณะเป็นประจุลบด้วยแรงของอิเล็คตรอน ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นวงเกิดขึ้น ทำให้ hydrogen atom ในNH_3ของกรดอะมิโนเชื่อมเป็นสะพานอยู่กับ chloride ion ด้วยแรงของ hydrogen อย่างอ่อน ดังนั้นการแตกตัวของโมเลกุลในรูปอิออนจึงเกิดน้อยลงซึ่งมีผลดีต่อการเครื่องย้ายโมเลกุลดังกล่าวไปตามร่างกายได้ดี (ดังรูปที่1)



รูปที่ 1 โครงสร้างของ แมกนีเซียม-แอล-แอสปาเตตไฮโดรคลอไรด์ (Magnesium-L-aspartate hydrochloride, MAH) Molecular formula: $(C_4H_6ClNO_4)Mg \times 3H_2O$, Molecular weight: 245.91

โดยสรุป MAHประกอบด้วยส่วนของกรดอะมิโน 90% ส่วนที่เหลือ 10% คือแมกนีเซียม แมกนีเซียมในรูปแบบใหม่นี้ได้รับการกล่าวอ้างว่ามีความสามารถในการดูดซึมที่ดีและมีปัญหาน้อยมากเกี่ยวกับการรบกวนกระเพาะอาหาร (6,7,8) Classen รายงานไว้ว่า แมกนีเซียมในรูป MAH สามารถใช้ป้องกันภาวะเครียดในสัตว์ทดลองและในปศุสัตว์ (8,9,10) โดยได้กล่าวถึงกลไกที่ทำให้เกิดความเครียดจากภาวะขาดแมกนีเซียม (11) นอกจากในเรื่องการป้องกันความเครียดในปศุสัตว์แล้ว ได้มีนักวิจัยศึกษาถึงผลของการใช้แมกนีเซียมในไก่กระทง ซึ่งพบว่ามีผลทำให้ไก่เนื้อมีอัตราการแลกเนื้อที่ดีขึ้น ในไก่ไข่ทำให้อัตราการไข่ดีขึ้น และในแม่หมูจะทำให้มีการผสมติดดีขึ้น (12) ในรายงานของ Rattanatayarom และคณะ พบว่าการเสริมแมกนีเซียมในรูป MAH ทำให้ไก่กระทงมีอัตราการแลกเนื้อดีขึ้น และมีผลในการลดระดับโคเลสเตอรอลได้ (13) จากข้อมูลของนักวิจัยหลายคนที่สนับสนุนว่าแมกนีเซียมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารให้เป็น เนื้อได้ดีขึ้นในไก่กระทง (12, 13, 14, 15) แต่ไม่มีการศึกษาใดที่สามารถอธิบายถึงกลไกของการเปลี่ยนอาหารให้เป็นเนื้อได้ดีขึ้นนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาคำตอบว่า ฮอร์โมนจากต่อมธัยรอยด์ในไก่กระทงที่ได้รับการเสริมแมกนีเซียมเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่ใช้อธิบายได้ว่าไก่เติบโตได้ดีเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนดังกล่าว

บทที่ 2
วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการเสริมแมกนีเซียมแอลแอสปาร์เตตไฮโดรคลอไรด์ต่อระดับของ ฮอร์โมนจากต่อมธัยรอยด์ในรูปของ T4 และ T3

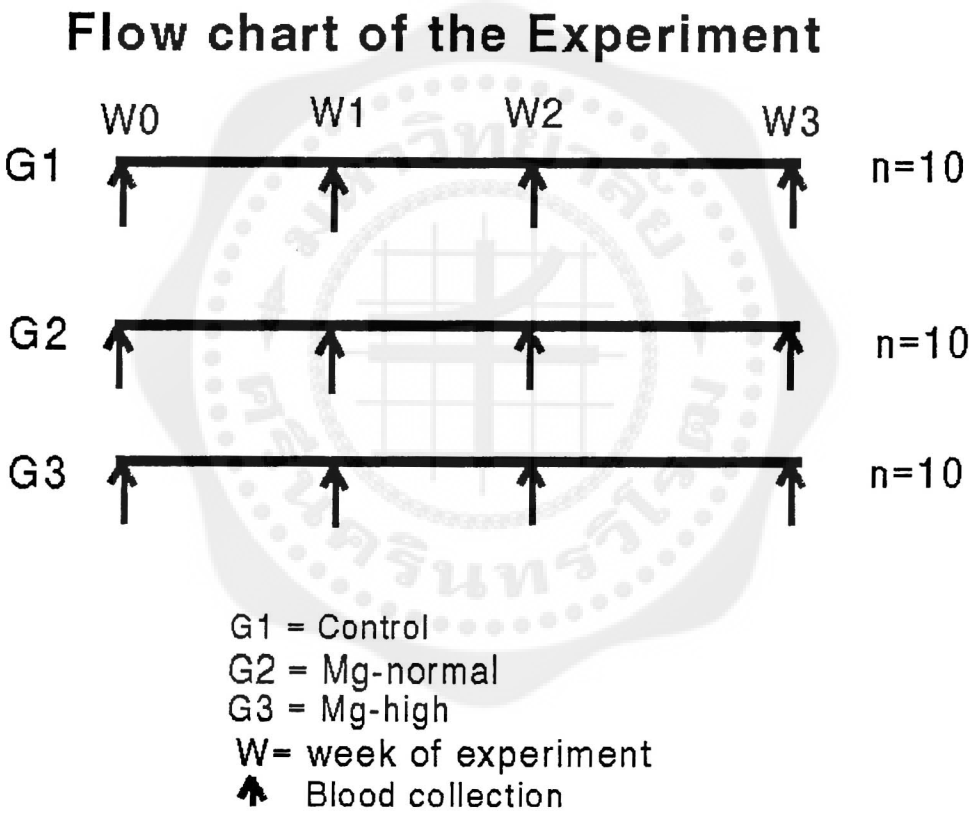
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลการทดลองครั้งนี้

1. ในแง่ของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ สามารถเสริมแมกนีเซียมลงในอาหารไก่เพื่อเพิ่มอัตราการแลกเนื้อ ทำให้ไก่เจริญเติบโตดีและไม่เครียด
2. ในแง่ทางการแพทย์ สามารถนำข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการทำการทดลองทางคลินิก โดยการเสริมแแมกนีเซียมในผู้ป่วยเด็กที่เป็นโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของธัยรอยด์ฮอร์โมน เพื่อช่วยเสริมการรักษาด้วยฮอร์โมน อันอาจมีผลต่อการเพิ่มพัฒนาการเจริญเติบโตในเด็กได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการเลี้ยงไก่กระทงคละเพศพันธุ์อาร์เบอร์ เอเคอร์ (Arbor Acre) อายุ 1 วัน จำนวน 30 ตัว (ตัวผู้ 15 ตัว และตัวเมีย 15 ตัว) ให้น้ำและอาหารไก่กินตลอดเวลาในห้องทดลองที่จำลองให้คล้ายสภาพเลี้ยงในฟาร์ม ในห้องที่ปรับอุณหภูมิประมาณ 27-28 ^{o}ซ ความชื้น 70% ได้แสงสว่างจากนีออนในเวลากลางวันนาน 16 ชั่วโมงและกลางคืนนาน 8 ชั่วโมง เมื่อไก่อายุได้ 4 สัปดาห์ แบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัวโดยการสุ่มเลือกไก่จำนวน 30 ตัว ให้มีน้ำหนักต่อกลุ่มใกล้เคียงกันโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไก่กลุ่มที่ 1 (G1) เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับน้ำประปาตลอดเวลา ส่วนไก่กลุ่มที่ 2 และ 3 (G2 and G3) จะได้รับการเสริมแมกนีเซียมในรูป Magnesium-L-aspartate hydrochloride ที่ระดับ 4 และ 8 g/l ตามลำดับในน้ำประปา ซึ่งค่าดังกล่าวจะทำให้น้ำดื่มมีระดับแมกนีเซียมอยู่ 16 และ 32 mmol/l ไก่ทุกกลุ่มจะได้รับอาหารไก่มาตรฐาน (บ. เจริญโภคภัณฑ์) ตามช่วงอายุอย่างเต็มที่ ให้น้ำดื่มติดต่อกันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ทำการจดบันทึกปริมาณอาหารที่ไก่กิน ปริมาณน้ำที่ไก่กิน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวัน เพื่อนำมาคำนวณค่าอัตราการแลกเนื้อ (Feed conversion rate) ทำการเจาะเก็บเลือดจากหลอดเลือดดำที่ปีก (wing vein) ทั้งหมด 4 ครั้ง ที่สัปดาห์แรก (W0), สัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 (W1, W2 and W3)

ภายหลังการทดลองตามลำดับ นำเลือดที่เจาะได้มาปั่นแยกพลาสมาโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ความเร็ว 4,500 rpm เป็นเวลา 10 นาที นำพลาสมาที่ได้มาตรวจวัดระดับแมกนีเซียมและแคลเซียม โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer จาก Shimadzu model 680 และธัยรอยด์ฮอร์โมน (T3 และ T4) โดยใช้ enzymun test® T3 and enzymun-test® T4 enzyme-immunological test จาก Boehringer โดยหลักการของ ELISA/Competition โดยใช้เครื่องมือตรวจหาสารโดยวิธีอิมมูโนในเลือดแบบอัตโนมัติสมบูรณ์ (ES 700)



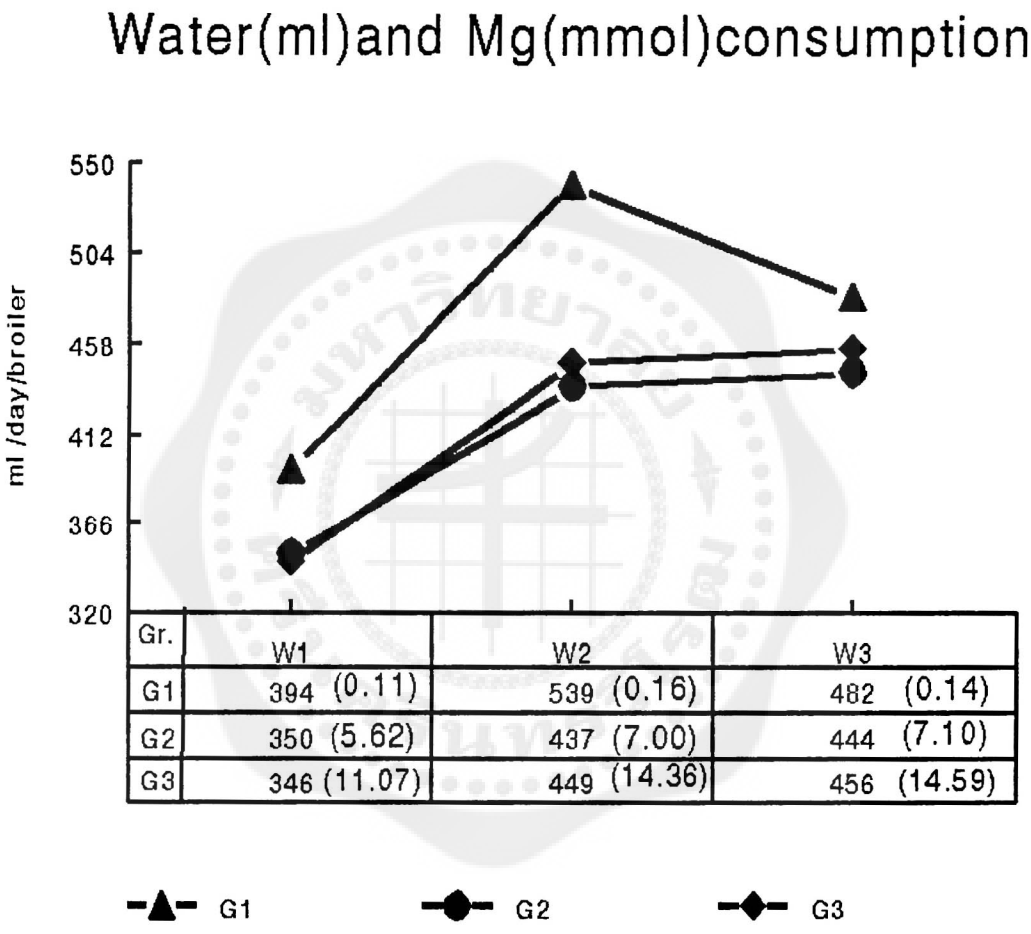
รูปที่ 2 แผนภูมิการทดลอง (flow chart of the experiment)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลการเจริญเติบโต ระดับแมกนีเซียมและแคลเซียมในพลาสมา และระดับธัยรอยด์ฮอร์โมนของไก่แต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยทำการทดสอบ Homogeneity test เพื่อที่จะดูว่าข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยวิธีสถิติแบบ parametric (ในที่นี้ใช้ 1-way ANOVA test) หรือ non-parametric test (ในที่นี้ใช้ Kruskal Wallis test). ในการทดสอบแบบ parametric ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะถูกนำมาวิเคราะห์หา multiple comparison test ต่อโดยใช้ LSD, Duncan's Multiple Range test และ Scheffe-test ส่วน non-parametric หาความแตกต่างต่อโดยใช้ Mann-Whitney U- Wilcoxon Rank Sum W test การวิเคราะห์ทางสถิติจะใช้โปรแกรม SPSS for windows version 6.1.3 โดยตั้งระดับความแตกต่างไว้ที่ 5% ในการวิจัยครั้งนี้ พลาสมาแคลเซียม, ปริมาณน้ำแลอาหาร, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการแลกเนื้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ parametric ขณะที่ พลาสม่าแมกนีเซียม และ ธัยรอยด์ฮอร์โมน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ non-parametric

บทที่ 4

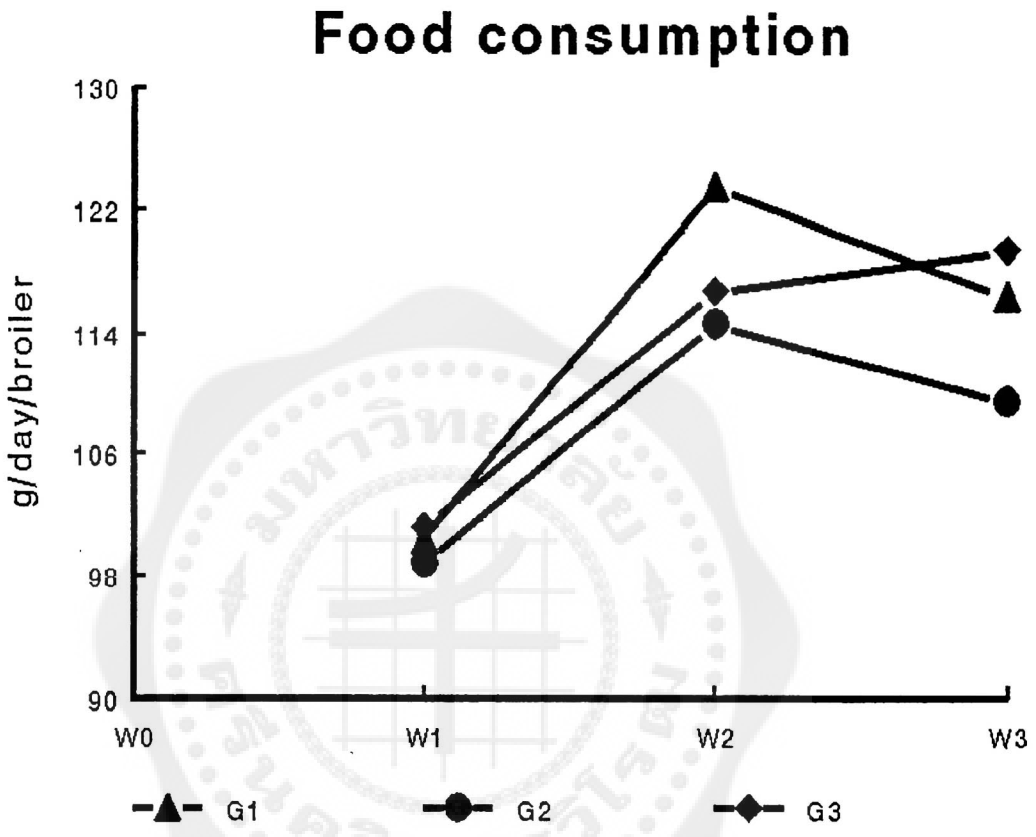
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



Gr.	W1	W2	W3
G1	394 (0.11)	539 (0.16)	482 (0.14)
G2	350 (5.62)	437 (7.00)	444 (7.10)
G3	346 (11.07)	449 (14.36)	456 (14.59)

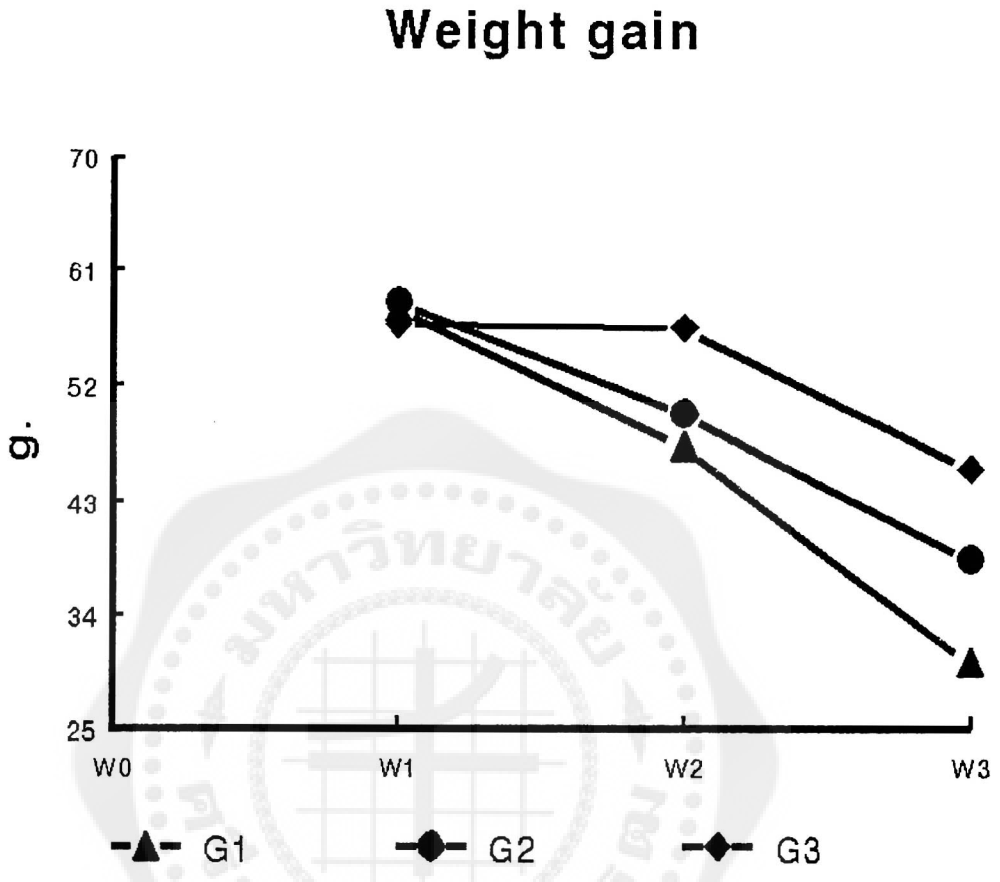
รูปที่ 3 ปริมาณน้ำที่ไก่กินและปริมาณแมกนีเซียมที่ได้รับจากน้ำดื่ม

ปริมาณน้ำที่ไก่กินแสดงในรูปที่ 3 ไก่กลุ่มที่ได้รับเกลือแมกนีเซียมทั้ง 2 กลุ่ม จะมีการกินน้ำน้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ไก่ได้รับแมกนีเซียมจากน้ำดื่มในกลุ่มที่ 2,3 ประมาณวันละ 7 มิลลิโมลและ14 มิลลิโมล ตามลำดับ



รูปที่ 4 ปริมาณอาหารที่ไก่ได้รับ

ในรูปที่ 4 ปริมาณอาหารที่ไก่ทั้ง 3 กลุ่มกินไม่มีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง ไก่กลุ่มที่ 1 และ 3 มีแนวโน้มที่จะกินอาหารมากกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย ปริมาณอาหารที่กินจะสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากการทดลอง (ไก่อายุประมาณ 6 สัปดาห์) ยกเว้นในไก่กลุ่มที่ 3 ที่ได้รับแมกนีเซียมในปริมาณสูง จะกินอาหารสูงที่สุดในสัปดาห์ ที่ 3



รูปที่ 5 ปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

ในรูปที่ 5 ปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจะสูงที่สุดในไก่กลุ่มที่ 3 รองลงมาเป็นไก่กลุ่มที่ 2 และ ไก่กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นไก่กลุ่มควบคุมตามลำดับ ไก่กลุ่มที่ 1 ซึ่งไม่ได้รับแมกนีเซียมจะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

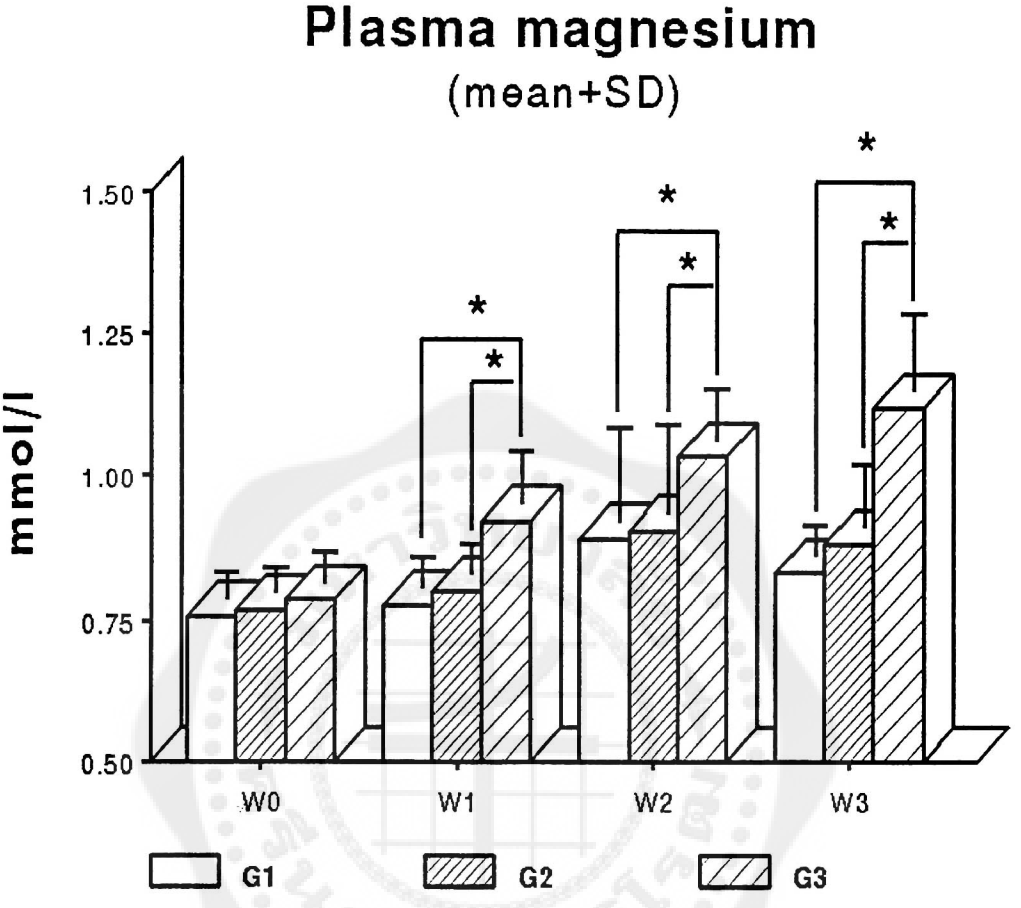
ตารางที่ 1 แสดงค่าปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไก่

(Feed conversion rate (g/g) of broilers in each group supplementing with MAH)

	Week (s) after starting the experiment			
Group	W1	W2	W3	Overall FCR (W1-W3)
G1	1.73	2.65	3.89	4.60
G2	1.69	2.31	2.85	3.65
G3	1.78	2.08	2.65*	3.33*

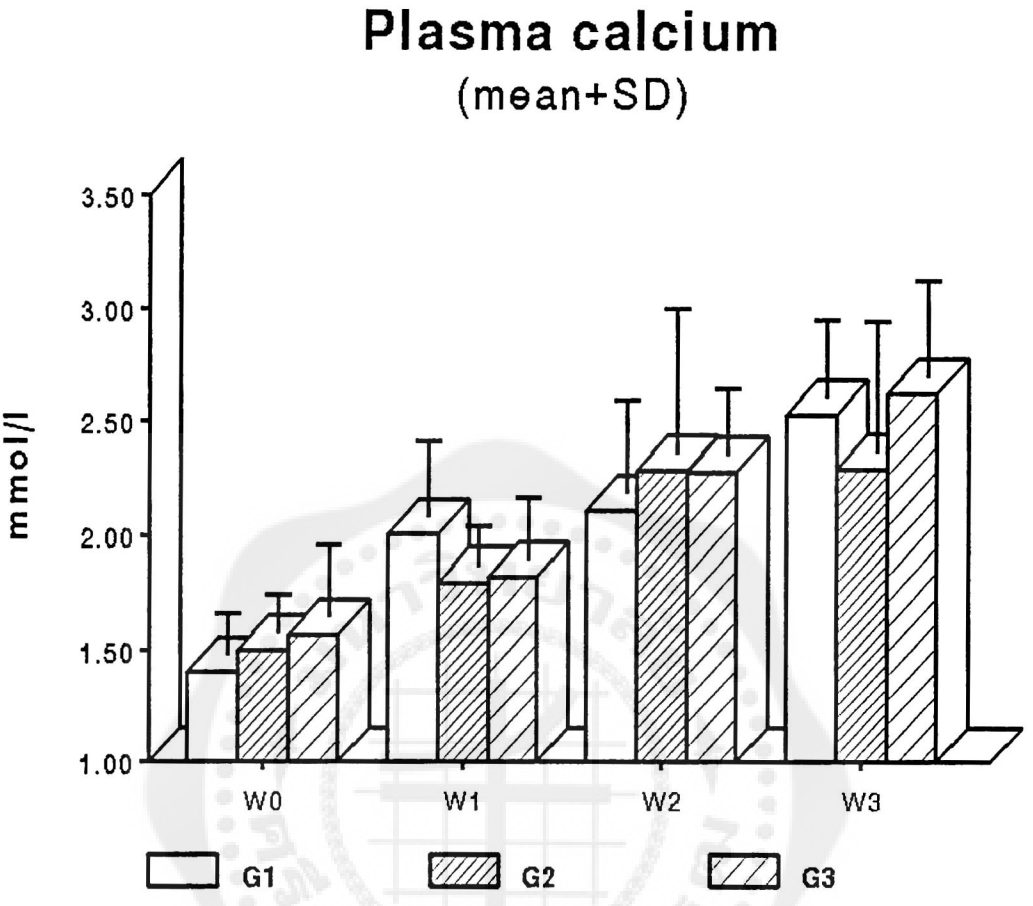
* Represents a significant difference compared to G1 of the same column at $P<0.05$

เมื่อนำค่าปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไก่ทั้ง 3 กลุ่มมาคำนวณค่าอัตราการแลกเนื้อ (Feed conversion rate, ตารางที่ 1) ซึ่งเท่ากับปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันหารด้วยน้ำหนักไก่ที่เพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวัน พบว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมในระดับสูงจะมีอัตราการแลกเนื้อดีที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 หลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับไก่กลุ่มที่ 1 ซึ่งค่าที่คำนวณจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อัตราการแลกเนื้อในไก่กลุ่มที่ 3 จะดีกว่าไก่กลุ่มที่ 2 เล็กน้อย



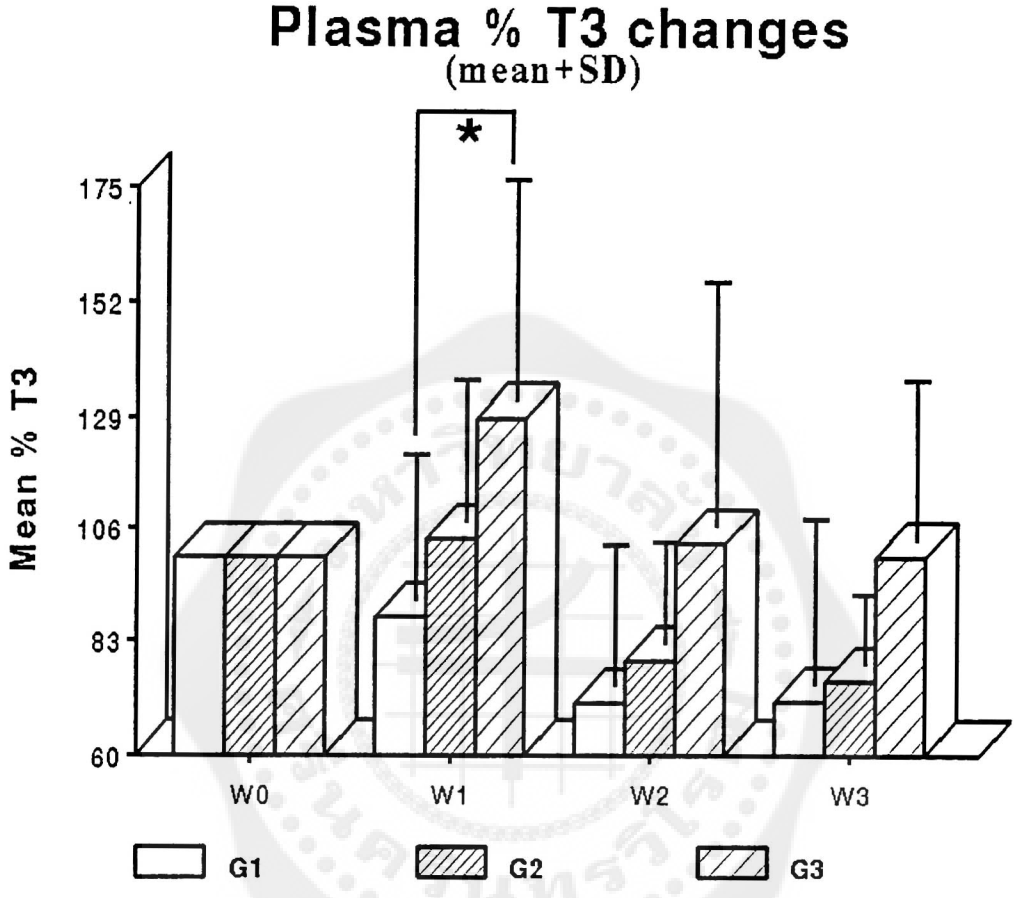
รูปที่ 6 ระดับของแมกนีเซียมในพลาสมา

การเสริมแมกนีเซียมในน้ำดื่มจะทำให้ระดับของแมกนีเซียมในพลาสมาเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในสัปดาห์แรก (W1) หลังจากการทดลอง ระดับแมกนีเซียมในพลาสมาในไก่กลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมในระดับสูงจะยังคงเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 หลังทดลองแต่ไก่กลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมปกติ (ไก่กลุ่มที่ 2) จะมีระดับแมกนีเซียมคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 หลังทดลอง ค่าแมกนีเซียมในพลาสมาจะสูงขึ้นเมื่อเทียบกับไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$, รูปที่ 6)

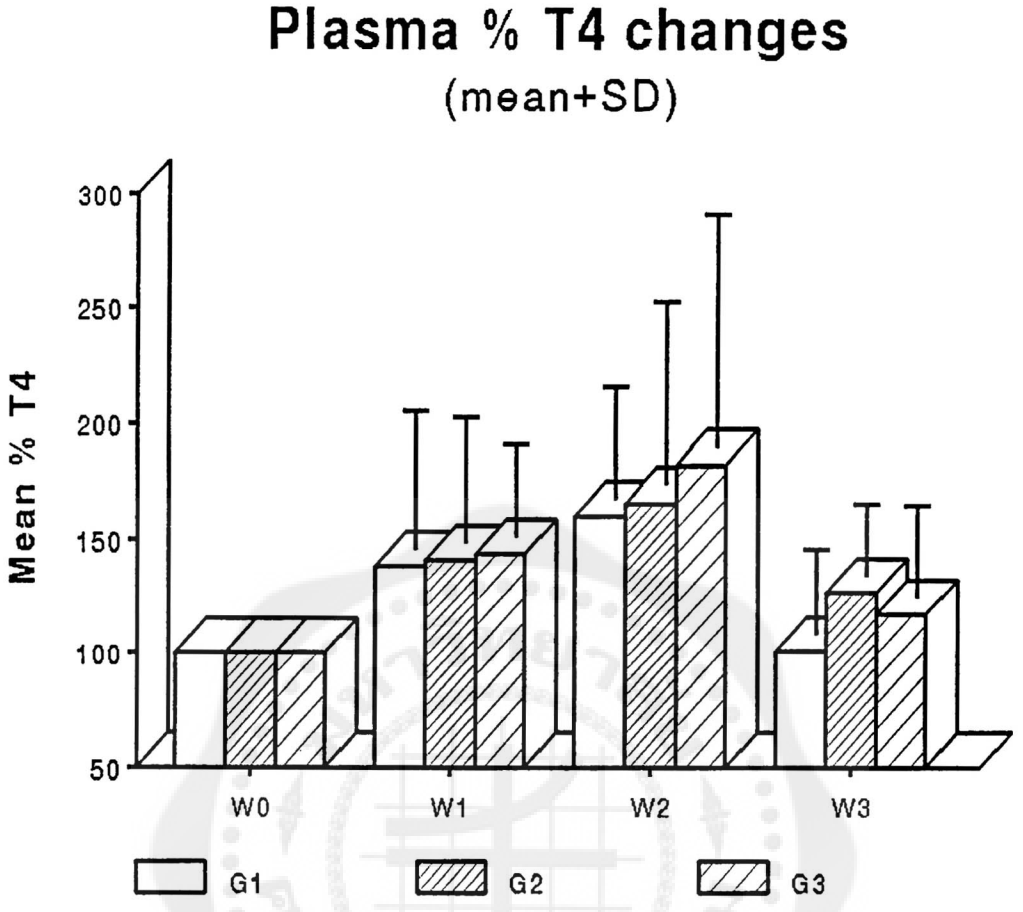


รูปที่ 7 ระดับของแคลเซี่ยมในพลาสมา

ส่วนระดับของแคลเซี่ยมในพลาสมาจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อไก่มีอายุเพิ่มขึ้น (รูปที่ 7) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่กลุ่มทดลองและไก่กลุ่มควบคุม



รูปที่ 8 ระดับการเปลี่ยนแปลง (% changes)ฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน (T3)



รูปที่ 9 ระดับการเปลี่ยนแปลง (% changes) ฮอร์โมนธัยรอกซิน (T4)

การเปลี่ยนแปลง (% changes) ของระดับธัยรอยด์ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด (T4 และ T3) แสดงไว้ในรูปที่ 8 และ 9 ตามลำดับ ทำการคำนวณค่า% changes โดยเทียบระดับฮอร์โมนในไก่ก่อนเริ่มทดลองเป็น 100 % ระดับของ T4 จะเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 หลังจากการทดลองและระดับจะลดต่ำลงในไก่ทุกกลุ่มในสัปดาห์ที่ 3 จนมีระดับใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ของระดับ T4 ในไก่แต่ละกลุ่มแต่ไก่กลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมมีค่า T4 สูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 หลังการทดลอง ส่วนระดับ T3 ในไก่กลุ่มควบคุมจะมีระดับที่ลดต่ำลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุของไก่มากขึ้น ไก่กลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมในระดับสูงจะมีระดับ T3 ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 1 หลังการทดลอง และระดับ T3 จะลดต่ำลงจนเท่ากับเมื่อเริ่มการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 เช่นเดียวกับในกลุ่มที่ 2 ซึ่งได้รับแมกนีเซียมในระดับปกติ จะมีระดับ T3 เพิ่มเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 1 และระดับ T3 จะลดลงอย่างมากจนใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่ได้รับแมกนีเซียม และต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมในระดับสูง

บทที่ 5
อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

ไก่ที่ทดลองสามารถทนต่อปริมาณน้ำที่เสริมแมกนีเซียมได้เป็นอย่างดี พบว่ามีไก่ตายในระหว่างทดลองเพียง 1 ตัวในกลุ่ม G1 เนื่องจากขาตกลงไปในระหว่างซี่กรงของพื้นกรงทดลอง ไก่ทุกตัวมีน้ำหนักและสภาพร่างกายทั่วไปค่อนข้างดี ปริมาณน้ำที่ไก่กินจะเพิ่มขึ้นในไก่ทุกกลุ่มในสัปดาห์ที่ 2 หลังการทดลองซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Rattanatayarom และคณะ (13) แต่ปริมาณน้ำที่กินยังคงอยู่ในระดับที่คงที่หรือลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งต่างจากผลของ Rattanatayarom และคณะ (13) ที่ปริมาณน้ำที่กินลดลงมากในสัปดาห์ที่ 3 จากผลการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณน้ำที่กินอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณน้ำของไก่กลุ่มควบคุมจะสูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 เพียงเล็กน้อย การรักษาระดับของปริมาณน้ำที่กินแสดงให้เห็นว่าไก่ได้รับแมกนีเซียมตามที่กำหนด การกินน้ำที่ลดลงเพียงเล็กน้อยในไก่กลุ่มที่ 2 และ 3 อาจจะเกิดจากการตอบสนองต่อปริมาณเกลือแมกนีเซียมซึ่งอาจจะมีรสชาดขมซึ่งไก่ไม่ชอบนัก การดื่มน้ำผสมแมกนีเซียมในรูป แอล-แอสปาร์เตต จะทำให้ระดับแมกนีเซียมในพลาสมาของไก่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับ ตั้งแต่สัปดาห์แรกกลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมในระดับปกติจะมีระดับพลาสมาแมกนีเซียมที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ผลที่ได้สอดคล้องกับผลของ Grashorn และ คณะ (15) แสดงให้เห็นว่าวิธีการให้โดยผ่านน้ำดื่มเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกในการใช้ในการเลี้ยงไก่จริง และสามารถเพิ่มระดับของแมกนีเซียมในพลาสมาได้เป็นไปตามอัตราส่วนของแมกนีเซียมในน้ำดื่ม การเปลี่ยนแปลงของแมกนีเซียมจะไม่มีผลต่อระดับแคลเซียมในพลาสมาดังจะเห็นได้จากรูปที่ 7 พลาสมาแคลเซียมจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่ออายุของไก่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมากภายหลังจากไก่อายุ 4 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตของไก่ต่อตัวต่อวัน และ อัตราการแลกเนื้อสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งก่อน (13) กล่าวคือ ไม่มีความแตกต่างของปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตของไก่ต่อตัวต่อวันในแต่ละกลุ่ม แต่อัตราการแลกเนื้อของไก่กลุ่มที่ได้รับแมกนีเซียมในระดับสูงจะดีกว่า เช่นเดียวกับผลที่พบโดย Atteh และ Leeson (14) (ค่าที่ได้จะต่ำกว่าคือใช้ปริมาณอาหารน้อยกว่าในการเพิ่มน้ำหนักไก่ขึ้น 1 กก) กลุ่มอื่นโดยเฉพาะกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยที่ทำให้ค่าอัตราการแลกเนื้อดีขึ้นก็คือน้ำหนักไก่ที่เพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวันในไก่กลุ่มที่ 3 จะดีกว่า กลุ่มที่ 2 และ 1 ตามลำดับในสัปดาห์ที่ 3 (ตารางที่1) ในขณะที่ ปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย

ฮอร์โมนจากต่อมธัยรอยด์คือ T4 และ T3 มีความสำคัญต่อกระบวนการเจริญเติบโตปกติของไก่ (16) ฮอร์โมน T4 จะถูกเปลี่ยนเป็นฮอร์โมน T3 ซึ่งมีฤทธิ์แรงกว่า T4 ประมาณ 10 เท่าที่ตับ โดย

เอ็นไซม์ deiodinase T3 จะทำให้มีการเพิ่มของอัตราเมตาบอลิสมของร่างกาย และจำเป็นอย่างยิ่งต่อพัฒนาการของกล้ามเนื้อในระยะแรก ๆ ของการเจริญเติบโต (17, 18) จากการทดลองในไก่กระทงของ May (19) พบว่าผลการให้ฮอร์โมน T4 และ T3 เสริมลงไปในอาหาร ต่อการเจริญเติบโตของไก่ พบว่าการให้ T4 จะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและมีผลเล็กน้อยต่อปริมาณ T3 ในเลือด ปริมาณของ T4 และ rT3 จะเพิ่มสูงขึ้นในเลือด ถ้าไก่ได้รับ T4 ในปริมาณสูงเกินไป จะถูกเปลี่ยนเป็น rT3 ซึ่งเป็นเมตาบอไลท์ที่ไม่ทำงาน ทั้งนี้เพื่อควบคุมไม่ให้ เมตาบอไลท์ที่ทำงาน คือ T3 มีระดับสูงเกินไป ในขณะที่การให้ T3 จะกดการเจริญเติบโตถ้ามีการเพิ่มขนาดที่สูงเกินไป มากกว่า 3 เท่าของระดับปกติ (19) จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าระดับของ T4 จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักตลอดการทดลอง และการเสริมแมกนีเซียมไม่ว่าระดับปกติหรือสูงจะไม่มีผลต่อระดับ T4 ในส่วนของ T3 จะมีระดับที่ลดลงในกลุ่มควบคุมในขณะที่ไก่โตขึ้นจาก 4-7 สัปดาห์ และการเสริมแมกนีเซียมโดยเฉพาะระดับสูงจะทำให้ระดับ T3 สูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์แรกหลังการทดลอง แต่ระดับT3 ของไก่กลุ่มที่ 3 (G3) นี้จะลดลงจนใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มการทดลอง แต่ก็ยังสูงกว่ากลุ่มอื่นอยู่ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตที่เพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะ ค่าอัตราการแลกเนื้อ อาจเป็นไปได้ว่าการรักษาระดับ T3 ในพลาสมาของไก่กระทงให้คงที่ตลอดเวลาในช่วง 4-7 สัปดาห์จะช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของไก่ได้ การเสริมแมกนีเซียมในระดับปกติหรือไม่ได้เสริม จะทำให้ฮอร์โมน T3 มีระดับที่ลดลงแม้ว่าจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่ เนื่องจากจำนวนไก่ในการทดลองนี้น้อยเกินไปทำให้อาจจะเกิดความแปรปรวนของข้อมูลในทางสถิติได้มากMahoney และ คณะ (20) พบว่าในไก่กระทงที่ขาดแมกนีเซียมตั้งแต่อายุน้อย ๆ จะมีระดับฮอร์โมน T3 ลดลงแต่ระดับ T4 ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ที่ระดับฮอร์โมน T3 ในกลุ่มควบคุมจะลดลงเรื่อย ๆ

การเสริมแมกนีเซียม ในน้ำดื่มมีผลต่อการเพิ่มระดับ thyroid hormone (ทั้ง T3, T4) เนื่องจากว่าแมกนีเซียมเป็น cofactor ของ thyroidal adenylate cyclase (21) ซึ่งจะเปลี่ยนเป็น adenosine monophosphate (ATP) ไปเป็น cyclic adenosine monophosphate (c AMP) โดยที่ cyclic AMP เป็นตัวกระตุ้น thyroid stimulating hormone (TSH) ซึ่งจะมีผลต่อการสังเคราะห์และการหลั่ง ธัยรอยด์ฮอร์โมนต่อไป (22) และอีกประการหนึ่งเนื่องจากว่าไก่ไม่สามารถสร้างโปรตีนที่จำเพาะในการจับกับฮอร์โมนธัยรอยด์ ดังนั้นจึงใช้โปรตีนที่สังเคราะห์จากตับคือ albumin ในการจับแทน (23) ซึ่งการสังเคราะห์โปรตีนจากตับนี้ต้องอาศัยแมกนีเซียมอยู่หลายขั้นตอน (24) ดังนั้นการสังเคราะห์ albumin ได้จำนวนมากจากตับในภาวะที่ไก่ได้รับการเสริมด้วยแมกนีเซียมจึงมีผลทำให้ธัยรอยด์ฮอร์โมนถูกจับกับโปรตีนดังกล่าวได้มาก มีผลให้ธัยรอยด์ฮอร์โมน ในรูปอิสระมีจำนวนน้อยลง และยังมีผลให้ไตกรองเอาธัยรอยด์ฮอร์โมนออกไปได้น้อยลง คงเหลือฮอร์โมนดังกล่าวในกระแสเลือดได้สูงกว่าปกติ ส่วนสาเหตุของการที่ระดับ T3ต่อ T4 มีค่าสูงเด่นชัดใน T3 มากกว่า T 4 นั้น ควรจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมถึงเอนไซม์ deiodinase ที่สร้างจากตับซึ่งทำหน้าที่ในการเปลี่ยน T4 ไปเป็น T3 ว่ามีการเปลี่ยน

แปลงไปอย่างไร นอกจากนี้แบบการทดลองที่น่าสนใจในการศึกษาครั้งต่อไปก็คือการใช้ไก่กระทงที่เป็น Hypothyroid โดยการฉีดยาต้านธัยรอยด์ Methimazole (25) หรือใช้ไก่พันธุ์ Obese Strain (OS) ซึ่งมีสายพันธุ์เป็น Thyroiditis หรือเทียบเคียงกับโรค Hashimoto' s ในคนซึ่งเป็นโรคที่มีภาวะ Hypothyroiditis(26,27) มาทำการเสริมแมกนีเซียมเพื่อศึกษาดูว่าสามารถเพิ่มระดับธัยรอยด์ฮอร์โมนได้หรือไม่ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวจะเป็นพื้นฐานการทดลองที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาในทางคลินิกเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการรักษา โดยใช้ธัยรอยด์ฮอร์โมนในผู้ป่วย Hypothyroid หรือเด็กที่คลอดก่อนกำหนดซึ่งขาด thyroid hormone โดยการเสริมแมกนีเซียมร่วมด้วยซึ่งอาจลดปริมาณการใช้ ธัยรอยด์ฮอร์โมน หรือเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาได้ดียิ่งขึ้นไปได้

สรุปผลการทดลอง

การรักษาระดับแมกนีเซียมในพลาสมาในไก่ให้อยู่ในระดับที่สูงพอเหมาะโดยการเสริมในรูปแมกนีเซียมแอลแอสปาร์เตต จะช่วยทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของไก่กระทงดีขึ้น ส่วนหนึ่งอาจจะเป็นเพราะระดับฮอร์โมน T3 ในพลาสมามีระดับที่ไม่ลดลง จึงช่วยกระตุ้นเมตาบอลิสมของร่างกายไก่ได้ ทั้งนี้น่าจะได้มีการศึกษาถึงการคำนวณผลได้เสียทางเศรษฐกิจจากการเสริมแมกนีเซียมชนิดนี้ในระดับฟาร์มในลำดับต่อไป รวมถึงการใช้ประโยชน์ในเด็กซึ่งขาดฮอร์โมนจากต่อมธัยรอยด์หรือผู้ป่วย Hypothyroid.

บรรณานุกรม

1. Jolyet, F. and Cahours, M. (1869). Surl' action physiologigue Ref' des sulfatesdepotass, de soude et de magne'sie en injection dans le sang. *Arch. Physiol. Norm. Pathol.* 2: 113-120.
2. Padgham, C.; Birch, N.J.; Davie, R.J.; Phillips, J.D. (1993). Magnesium uptake, transport and pharmacological effects In: Magnesium and the cell Edited by Birch, N.J. Academic Press, Harcourt Brace & Company London, Boston, San Diego, New york, Sydney and Tokyo pp 263-264.
3. Classen, H.G.; Speich, M.; Schimatschek, H.F.; Rattanatayarom, W. (1994). Functional role of magnesium in vivo. In: Magnesium 1993 Edited by Golf, S.; Dralle, D. and Veechiet, L. John Libbey company. London, Paris and Rome pp 13-30.
4. Wood, K.L. (1991). Possible pharmacological actions of magnesium in acute myocardial infarction. *Br. J. Pharmacol.* 32: 3-10.
5. Kisters, K.; Spieker, C.; Niedner, W.; Fafera, I.; Rahn, K.H. and Zidek, W. (1994). Magnesium metabolism in pregnancy and pre-ecclampsia. In: Magnesium 1993 Edited by Golf, S.; Dralle, D. and Veechiet, L. John Libbey company. London, Paris and Rome pp 401-403.
6. Di Palma, J.R. (1990). Magnesium replacment therapy. *Am. Fam. Phys.* 42: 173-176.
7. Vokes, E.E.; Mick.,R.; Vogelzang, N.J.; Geiser, R. and Douglas, F. (1990). A randomized study comparing intermittent to continuous administration of magnesium aspartate hydrochloride in cisplatin induced hypomagnesaemia. *Br. J. Cancer.* 62: 1015-1017.
8. Classen, H.G.; Fischer, G.; Dobler, L.; Guigas, C.; Herald, B.; Hirneth, H,; Jacob, R. and Rieg, CT. (1985). Modification of acute stress reactions by the actual magnesium status and synthetic calcium antagonists. In: Magnesium deficiency. Edited by Halpern, M.J. and Durlach, J. Publisher S Kargen AG. Switzerland. pp 24-29.
9. Classen, H.G.; Fischer, G.; Marx, J.; Schimatschek, H.; Schmid, C. and Stein, C. (1987). Prevention of stress-induced damage in experimental animals and livestock by mono-magnesium-L-aspartate hydrochloride. In: Magnesium 6 Edited by Altura, G.M. Publisher S. Kanger, A.G. Switzerland pp 34-39.
10. Donoghue, D.J., Krueger, W.F., Donoghue, A.M., Byrd, J.A., Ali, D.H. and el Halawani, M.E. (1990). Magnesium-aspartate-hydrochloride reduces weight loss in heat-stressed laying hens. *Poult. Sci.* 69(11): 1862-1868.

11. Classen, H.G. (1990). Systemic stress and the role of magnesium. In: Metal ions in biological systems. Edited by Sigel, H, Marcel Dekkon Inc. New York and Basel pp. 321-338

12. Kovacs, G.K. (1994). The importance of magnesium feeding in animal nutrition. In: Magnesium 1993 Edited by Golf, S.; Dralle, D. and Veechiet, L. John Libbey company. London, Paris and Rome pp 115-120.

13. Rattanatayarom, W., Angkanaporn, K., Rattanatayarom, K., Nuengjamnong, J. and Classen, H.G. (1996). The effect of magnesium supplements on electrolyte distribution and plasma lipid of broilers. *Mag. Bull.* 18(3): 57-62.

14. Atteh, J.O. and Leeson, S. (1983). Influence of increasing the calcium and magnesium content of the drinking water on performance and bone and plasma minerals of broiler chickens. *Poult. Sci.* 62: 869-874.

15. Grashorn, M.; Schimatschek, H.F.; Hickle, R.; Scholtyssek, S. and Classen, H.G. (1988). Der Einflu von Monomagnesium-L-aspartate-hydrochloride auf den Plotzlichen Herztod und die elecktrolytverteilung bei masthuhnern. *Mag. Bull.* 10: 9-14.

16. King, D.B. and May, J.D. (1984). Thyroidal influence on body growth. *J. Exp. Zool.* 232(3): 453-460.

17. Scanes, C.G. and Harvey, S. (1984). Hormones and growth in poultry. *Poult. Sci.* 63: 2062-2074.

18. Wentworth, B.C. and Ringer, R.K. (1986). Thyroid. In : Avian Physiology. Edited by Sturkie, P.D. 4th edition. Springer-Verlag NewYork, Berlin, Tokyo and Heidelberg pp 452-465.

19. May, J.D. (1980). Effect of dietary thyroid hormones on growth and feed efficiency of broilers. *Poult. Sci.* 59: 888-892.

20. Mahoney, C.P., Alster, F.A. and Carew, L.B. Jr. (1992). Growth, thyroid function and serum macromineral levels in magnesium-deficient chicks. *Poult. Sci.* 71(10): 1669-1679.

21. Pastan, I., Katzen, R. (1967). Activation of adenyl cyclase in thyroid homogenates by thyroid stimulating hormone. Biochem. Biophys. Res. Commun. 29 : 792-79.

22. Shell-Frederick, E., Dumont J. E. (1970). Mechanism of action of thyrotrophin. In: Biochemical actions of hormones. Edited by Litwack,G. Vol. I. Academic press, New York, NY pp. 416-463.

23. Butler, E. J. (1971). Plasma proteins. In: Physiology and biochemistry of the domestic fowl. Edited by Bell, D. J., Freeman, B. M. Academic Press, New york, NY pp 936-939.

24. Pike, R. L.; Brown, M. L. (1984). Cited in Mahoney, C. P., Alster, F. A., Carew, L. B. Jr. (1992). Growth, thyroid function and serum macromineral levels in magnesium-deficient chicks. Poult. Sci. 71 : 1669-1679.

25. Decuypere, E., Buyse, J., Scanes, C. G., Huybrechts, L., Kuhn, E. R. (1987). Effects of hyper- or hypothyroid status on growth, adiposity and levels of growth hormone, somatomedin C and thyroid metabolism in broiler chickens. Reprod. Nutr. Dev. 27 : 555-565.

26. Dietrich, H. M. (1989). Housing, breeding and selecting chickens of the obese strain (OS) with spontaneous autoimmune thyroiditis. Lab. Anim. 23 : 345-352.

27. Sundick, R. S., Herdegen, D., Brown, T. R., Dhar, A., Bagchi, N. (1991). Thyroidal iodine metabolism in obese-strain chickens before immune-mediated damage. J. Endocrinol. 128 : 239-244.

ภาคผนวก

Raw data

Group	Week	T4 (μg/dl)	T3(ng/dl)	%T4	%T3	Mg(mmol/l)	Ca(mmol/l)
1	0	.74	274.08	100.00	100.00	.74	1.35
1	0	1.14	407.31	100.00	100.00	.70	1.45
1	0	.59	199.17	100.00	100.00	.86	1.37
1	0	.86	266.64	100.00	100.00	.74	1.45
1	0	.82	258.30	100.00	100.00	.78	1.25
1	0	1.21	426.11	100.00	100.00	.74	1.57
1	0	.48	154.60	100.00	100.00	.74	1.55
1	0	1.14	336.03	100.00	100.00	.70	1.05
1	0	.60	238.36	100.00	100.00	.78	1.30
1	0	1.06	273.45	100.00	100.00	.78	1.70
1	1	.63	224.65	81.97	85.14	.78	2.02
1	1	.93	317.65	77.99	81.58	.74	2.25
1	1	1.15	181.24	91.00	194.92	.90	2.22
1	1	2.04	184.09	69.04	237.21	.74	1.75
1	1	.69	259.61	100.51	84.15	.74	1.60
1	1	1.14	162.16	38.06	94.21	.78	2.50
1	1	.71	215.68	139.51	147.92	.82	2.30
1	1	1.90	255.02	75.89	166.67	.74	1.47
1	1	1.22	314.73	132.04	203.33	.74	1.92
1	1	.91	194.03	70.96	85.85	.78	2.05
1	2	.80	118.60	43.27	108.11	1.28	2.35
1	2	1.44	366.77	90.05	126.32	.78	2.02
1	2	2.35	249.09	93.42	273.26	.86	2.02
1	2	1.20	230.71	89.32	146.34	.78	1.55
1	2	1.80	119.02	27.93	148.76	.86	2.77
1	2	.80	181.05	117.11	166.67	.90	2.40
1	2	1.67	190.78	56.77	146.49	.78	1.55

Group	Week	T4 (μg/dl)	T3(ng/dl)	%T4	%T3	Mg(mmol/l)	Ca(mmol/l)
1	2	.82	148.21	62.18	136.67	.78	1.97
1	2	2.00	144.74	52.93	188.68	.99	2.37
1	3	1.00	226.63	55.64	87.72	.78	2.37
1	3	1.38	227.62	85.37	160.47	.82	2.69
1	3	.63	310.57	120.24	76.83	.82	2.20
1	3	.76	139.67	32.78	62.81	.86	2.84
1	3	.88	131.00	38.98	77.19	.78	2.00
1	3	.72	179.53	116.88	150.00	.95	3.07
1	3	.71	121.46	50.96	118.33	.82	2.62
1	3	.74	175.78	64.28	69.81	.82	2.45
2	0	1.06	246.97	100.00	100.00	.74	1.47
2	0	.88	218.42	100.00	100.00	.86	1.57
2	0	.48	148.87	100.00	100.00	.74	1.40
2	0	.84	228.12	100.00	100.00	.74	1.42
2	0	.49	147.58	100.00	100.00	.82	1.85
2	0	.47	183.36	100.00	100.00	.74	1.45
2	0	.72	194.56	100.00	100.00	.78	1.37
2	0	.58	188.87	100.00	100.00	.74	1.42
2	0	.91	346.37	100.00	100.00	.78	1.32
2	0	.89	349.03	100.00	100.00	.74	1.75
2	1	1.26	191.60	77.58	118.87	.86	1.80
2	1	1.07	179.20	82.04	121.59	.86	2.07
2	1	.59	168.70	113.32	122.92	.86	1.60
2	1	1.23	177.34	77.74	146.43	.82	1.60
2	1	.84	182.98	123.99	171.43	.78	1.65
2	1	.53	267.91	146.11	112.77	.74	1.75
2	1	.83	198.16	101.85	115.28	.74	1.85
2	1	1.64	286.92	151.91	282.76	.78	1.82
2	1	.87	319.96	92.38	95.60	.82	1.77

Group	Week	T4 (μg/dl)	T3(ng/dl)	%T4	%T3	Mg(mmol/l)	Ca(mmol/l)
2	1	1.09	242.92	69.60	122.47	.74	2.07
2	2	1.41	270.30	80.65	133.02	1.32	2.30
2	2	1.03	176.15	92.12	117.05	.82	1.82
2	2	1.64	137.14	56.20	341.67	.86	2.40
2	2	1.05	128.21	98.95	125.00	.86	1.87
2	2	.66	146.03	107.60	134.69	.78	4.02
2	2	1.14	197.29	83.54	242.55	.78	1.87
2	2	1.56	162.54	60.53	216.67	.86	2.15
2	2	.44	82.80	51.56	75.86	.95	2.27
2	2	1.42	209.65	.	156.04	.90	2.07
2	2	1.05	179.95	.	117.98	.90	2.07
2	3	1.16	144.49	66.15	131.82	1.03	2.17
2	3	.90	135.85	91.25	187.50	1.03	3.37
2	3	.93	200.44	87.87	110.71	.95	2.89
2	3	.59	105.15	71.25	120.41	.90	2.59
2	3	.58	122.25	66.67	123.40	.78	1.57
2	3	1.17	134.70	69.23	162.50	.74	1.62
2	3	.69	181.82	96.27	118.97	.78	2.17
2	3	.96	180.67	52.16	105.49	.90	2.07
2	3	.72	254.26	72.85	80.90	.82	2.15
3	0	1.36	275.34	100.00	100.00	.82	1.55
3	0	1.02	198.32	100.00	100.00	.74	1.15
3	0	.82	246.97	100.00	100.00	.82	1.50
3	0	.68	155.25	100.00	100.00	.70	1.22
3	0	.86	178.40	100.00	100.00	.86	1.45
3	0	.53	134.41	100.00	100.00	.78	2.22
3	0	.76	163.30	100.00	100.00	.74	1.70
3	0	.64	282.45	100.00	100.00	.82	1.67
3	0	.92	234.20	100.00	100.00	.78	1.70

Group	Week	T4 (μg/dl)	T3(ng/dl)	%T4	%T3	Mg(mmol/l)	Ca(mmol/l)
3	1	1.16	236.11	85.75	85.29	.78	1.72
3	1	1.40	202.38	102.05	137.25	.86	1.45
3	1	.89	186.07	75.34	108.54	.99	1.82
3	1	.78	325.46	209.64	114.71	.99	1.70
3	1	1.68	312.33	175.07	195.35	1.07	1.80
3	1	1.05	214.77	159.79	198.11	.90	1.72
3	1	1.21	240.80	128.48	169.74	.95	2.12
3	1	1.29	209.80	108.75	164.06	.82	1.55
3	1	1.05	307.16	114.39	120.65	.99	1.97
3	1	1.11	267.91	.	.	.86	2.35
3	2	1.21	156.00	56.66	88.97	1.11	2.00
3	2	1.23	135.56	68.35	120.59	1.07	2.42
3	2	.76	118.57	48.01	92.68	1.03	1.77
3	2	.55	142.66	91.89	88	1.19	2.52
3	2	1.74	296.29	166.08	202.33	1.07	1.87
3	2	2.01	216.90	161.37	379.25	.99	2.54
3	2	1.43	212.04	171.88	280.26	1.03	2.27
3	2	2.13	280.68	71.12	225.00	.90	2.32
3	2	1.58	208.76	.	.	.90	2.50
3	2	1.44	200.87	89.14	171.74	1.03	2.54
3	3	.99	155.25	78.28	97.06	1.23	2.79
3	3	.56	139.67	56.55	68.29	1.11	2.50
3	3	.51	108.03	69.58	75.00	1.36	3.24
3	3	1.05	263.62	147.76	122.09	1.03	1.70
3	3	.97	110.73	82.38	183.02	1.15	2.64
3	3	.80	155.90	111.81	113.16	1.23	2.72
3	3	.86	182.58	124.21	164.06	.99	2.89
3	3	1.05	350.83	130.39	115.22	1.03	2.77
3	3	1.06	305.37	.	.	.95	2.37

ประวัติย่อผู้วิจัย

Curriculum vitae

Mrs wilai Rattanatayarom

Born :April 20, 1960, Bangkok, Thailand

Marital status :Married, 1 girl child

Citizenship :Thailand

Work address : Lecturer in Toxicology and Pharmacology
Pharmacology Department, Faculty of Medicine
Srinakharinwirot University
Prasarnmitr RD. Sukhumvit23
Bangkok 10110 Thailand
Tel. 2602234-5 ext. 4806

Position status : Assistant- professor

Private address : 431/21 Sathonplace condomenium section E
Khungthonburee RD., Khongsarn
Bangkok 10600 Thailand
Tel. 4400661-2

Education : 1994 Hohenheim University, Stuttgart, Germany , Dr. rer. nat.
: 1990 Mahidol University, Bangkok, Thailland,M.S.(Toxicology).
: 1986Chulalongkorn University, Bangkok,Thailand
D.V.M. (Doctor of Veterinary Medicine)

Scholar awards : April - June 1996, the scholar from the Thai Ministry of university Affair as visiting science in Hohenheim university, Germany, for the programme of electrolytes and heavy metal analysis.
: April 1992 to January 1995, the scholar from DAAD for study doctoral degree in Hohenheim University, Germany
: 1988 to 1990, the scholar from Mahidol university for study Master degree in toxicology programme in Mahidol university, Thailand.

: 1981-1983, the scholar from veterinary science faculty for the excellence on study.

: 1981,the medallion from Trium udom School for the top excellent points for entrance in Veterinary faculty, Chulalongkorn University.

Language : Thai, English, German

Research interest : Feed and Drugs Toxicology, electrolytes, Heavy metal