

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฐ
สารบัญภาพ	ด
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
บทที่ 2 ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทองแดง	3
2.2 บทบาทของทองแดงในสัตว์	
2.2.1 ปริมาณทองแดงในร่างกายสัตว์	3
2.2.2 เมตาโบลิซึมของทองแดง	6
2.2.3 ความต้องการของทองแดงในสัตว์	8
2.2.4 ปฏิสัมพันธ์กับแร่ธาตุอื่น ๆ การขาด และการเกิดพิษของทองแดง	9
2.3 ทองแดงกับการให้ผลผลิตของสัตว์	14
2.4 ทองแดงกับระบบภูมิคุ้มกัน	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 สุขภาพทั่วไป การกินอาหาร และการเจริญเติบโต	38
4.2 ผลของทองแดงระดับต่าง ๆ ในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยา	43
4.3 ผลของทองแดงระดับต่าง ๆ ในอาหารต่อความเข้มข้นของทองแดง ในซีรัม อวัยวะภายใน และการทำงานของ ceruloplasmin	45
4.4 ผลของทองแดงระดับต่าง ๆ ในอาหารต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน	
4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำลายแบคทีเรียของ neutrophils	50
4.4.2 การสร้างแอนติบอดีจากการกระตุ้นด้วย HSA วัดโดย วิธี Indirect ELISA	52
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิธีการเตรียมสารเคมีในการทดลอง	64
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลจากการทดลอง	70
ประวัติผู้เขียน	86

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณทองแดงที่พบในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์	4
2	โปรตีนที่มีทองแดงเป็นส่วนประกอบ (copper-containing proteins) บางชนิดที่พบในสัตว์	5
3	เอนไซม์ที่มีทองแดงเป็นส่วนประกอบ (copper-containing enzymes) บางชนิดที่พบในสัตว์	6
4	ระดับของทองแดงที่แนะนำให้ใช้ในอาหารและระดับที่ทำให้เกิดพิษของสัตว์ชนิดต่าง ๆ	9
5	ผลการเปรียบเทียบ neutrophil phagocytosis และอัตราการทำงานของเอนไซม์ superoxide dismutase ในโคที่ได้รับการเสริมและขาดทองแดงในอาหาร	20
6	ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารในการทดลอง	23
7	ปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ย (ก./วัน และร้อยละของน้ำหนักตัว) และอัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ย (ก./วัน) ของแพะในระยะต่าง ๆ	39
8	ปริมาณทองแดงเฉลี่ยที่แพะได้รับ (ม.ก./วัน)	42
9	ค่าโลหิตวิทยาของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	44
10	ค่าโลหิตวิทยาเฉลี่ยของแพะทดลองที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในวันที่ 0, 30 และ 60 ของการทดลอง	45
11	ความเข้มข้นของทองแดงเฉลี่ยในซีรัม (ไมโครกรัม/เดซิลิตร) ของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	46
12	การทำงานของ ceruloplasmin เฉลี่ย (ยูนิต/ลิตร) ของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ความเข้มข้นของทองแดงในอวัยวะภายใน (ม.ก./ก.ก. วัตถุแห้ง) ของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ	49
14	ร้อยละของแบคทีเรียที่ถูกกิน โดย neutrophils ของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	50
15	ร้อยละของการตายของแบคทีเรียที่ถูกกิน โดย neutrophils ของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	51
16	ค่าเฉลี่ยแอนติบอดีไตเตอร์ชนิด IgG ของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ เมื่อถูกกระตุ้นด้วย HSA โดยวิธี Indirect ELISA	52

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ปริมาณอาหารที่กิน (ก./วันและคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว) ของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	70
2	น้ำหนัก (ก.ก.) ของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	71
3	อัตราการเพิ่มน้ำหนัก (ก./วัน) ของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	72
4	ค่าโลหิตวิทยาของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	73
5	ค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของ standard copper	77
6	ค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของทองแดงในซีรัมของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	78
7	ค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของทองแดงในอวัยวะภายในของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	79
8	ความเข้มข้นและค่าการดูดกลืนแสงของ standard จาก Brandowski 's Base	80
9	ค่าการดูดกลืนแสงและการทำงานของ ceruloplasmin ของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	81
10	ร้อยละของแบคทีเรียที่ถูกกินโดย neutrophils ของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	82
11	ร้อยละของการตายของแบคทีเรียที่ถูกกินโดย neutrophils ของแพะทดลองแต่ละกลุ่มในแต่ละระยะของการทดลอง	83
12	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของการวัดระดับแอนติบอดีโดยวิธี Indirect ELISA ของแพะทดลองแต่ละกลุ่ม	84

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
13	แอนติบอดีไคเตอร์ของแพะแต่ละตัวจากการวัด โคยวิธี Indirect ELISA ของแพะทดลองแต่ละกลุ่ม	85

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	เมตาโบลิซึมของทองแดงในร่างกาย	7
2	ความแตกต่างในการกักเก็บทองแดงในตับของสัตว์แต่ละชนิด	8
3	แสดงลำดับของการขาดทองแดงจนแสดงอาการของสัตว์	11
4	ผลการเสริม (+Cu) และไม่เสริม (-Cu) ทองแดงต่ออัตราการรอดชีวิตของลูกแกะที่เกิดจากแม่ที่ขาด (L) และไม่ขาด (H) ทองแดง	18
5	โอกาสในการรอดชีวิตของลูกแกะพันธุ์กรรมที่มีทองแดงในพลาสมาสูง (H) และต่ำ (L) เมื่อได้รับการเสริม (+) และไม่เสริมทองแดง (-)	19
6	รูปแบบการทดลอง Indirect ELISA	34
7	ปริมาณอาหารที่กินของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	40
8	น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	40
9	ความเข้มข้นของทองแดงในซีรัมในแต่ละระยะของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	47
10	การทำงานของ ceruloplasmin ของแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ ในแต่ละระยะของการทดลอง	47
11	ค่าการดูดกลืนแสงของการวัดระดับแอนติบอดีชนิด IgG เมื่อได้รับการกระตุ้นด้วย HSA ด้วยวิธี Indirect ELISA ในแพะที่ได้รับทองแดงระดับต่าง ๆ	53
12	แอนติบอดีไตเตอร์ที่ได้จากการทดสอบ Indirect ELISA ของแพะแต่ละตัวในแต่ละกลุ่ม	54