INTEGRATED WATER BALANCE AND ACID – BASE BALANCE OF GOATS UNDER HOT CONDITIONS

By

FATMA ABOU-HASHIM ABD EL-MOUHSEN HEKAL
B.Sc. Agric. Sci. (Animal Production), Fac. Agric., Cairo Univ., 2002

THESIS

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

MASTER OF SCIENCE

In

Agricultural Sciences
(Animal Production)

Department of Animal Production
Faculty of Agriculture
Cairo University
EGYPT

2009

SUPERVISION SHEET

INTEGRATED WATER BALANCE AND ACID – BASE BALANCE OF GOATS UNDER HOT CONDITIONS

M.Sc. Thesis
In
Agric. Sci. (Animal Production)

By

FATMA ABOU-HASHIM ABD EL-MOUHSEN HEKAL

B.Sc. Agric. Sci. (Animal Production), Fac. Agric., Cairo Univ., 2002

SUPERVISION COMMITTEE

DR. GAMAL ASHOUR HASSAN ABDEL LATIF
Professor of Animal Physiology, Fac. Agric., Cairo University

DR. MOHAMED MAHMOUD EL-SHAFIE
Professor of Animal Physiology, Fac. Agric., Cairo University

DR. FATEN FAHMY ABOU AMMOU
Head of Research, Anim. Prod. Inst., ARC, Giza

Name of Candidate: Fatma Abou-Hashim Abd El-Mouhsen Hekal
Degree: M.Sc.
Title of Thesis: Integrated Water Balance And Acid-Base Balance Of Goats Under Hot Conditions.
Supervisors: Dr. Gamal Ashour Hassan Abdel Latif
Dr. Mohammed Mahmoud El-Shafie
Dr. Faten Fahmy Abou Ammou
Department: Animal Production
Branch: Animal Breeding
Approval: 30/9/2009

ABSTRACT

The current work was executed in the farm and labs of Animal physiology, Anim. Prod. Dep., Fac. Agric., Cairo Univ., to study the effect of high ambient temperatures (AT) on physiological performance of goats bucks, and the integration between water – salt and acid – base balance under the diurnal fluctuations of AT during summer season and during the sudden exposure or continuous exposure to fixed AT. Eighteen Egyptian Nubian (Zaraibi) bucks were used in this study, 10 bucks were divided into 2 groups (n=5), bucks were kept under shade (SH) or exposed to the direct solar radiation (SR) during the 1st experiment. The remained 8 bucks were divided into 2 groups (n=4),the 1st group was exposed to heat stress AT of 40°C(HS), the 2nd group was exposed to comfort AT of25°C(CC). The 2nd exp. was executed during the first 24 hrs of thermal exposure, followed by the 3rd exp. which lasted for 50 days. Results showed that exposure to direct solar radiation during the summer season in Egypt increased rectal (RT), and hair (HT) temperatures, respiration rate (RR) hematocrit value(Ht%), hemoglobin (Hb), albumin(Alb), globulin (Glb), blood urea nitrogen (BUN), phosphorus ion (P), and cortisol hormone concentrations to reach to its maximum values at 15:00. The significant differences between SH and SR were observed in values of HT, RT, RR, RBC, WBC and concentrations of total proteins (TP), Alb, Glb, BUN chloride (Cl), and cortisol hormone concentrations. Exposure to HS or CC for 24 hrs. did not show significant differences between the two groups in all parameters except HT, RR, ALT, anion gap (AG), strong ion difference(SID),and thyroxin hormone, the differences were significant. Continuous exposure to HS or CC for 50 days caused a significant differences in RT, ST, HT, RR, packed cell volume(PCV), ALT, creatinine, Na, cortisol hormone, water intake, urine volume, sensible and insensible water output. There were no significant differences in TP, Alb, Glb, Alb/Glb ratio, Glu, ALT, AST, BUN, K, HCO3, P, AG, SID, plasma, blood volumes, extracellular fluid and total body water and its quantities relative to body and metabolic body weight, thyroid hormones, aldosterone, and body weight. In conclusion, goats have the ability to adapt and maintain its homeostatic balances under heat stress and harsh environments.
Key words: Goats, heat stress, blood constituents, hormones, water balance, acid-base balance

DEDICATION

I dedicate this work to my father spirit, and to whom my heartfelt thanks; to my husband ***Yasser*** *for endless support, help, understanding, encouragement and patience, to my precious son* ***Ahmed*** *for his love patience, as well as to my mother* ***Mona*** *for all the support and encouragement she offered along all periods of my life till this moment. Not to forget my sister and brother for their continuous support, encouragement and following up.*

ACKNOWLEDGMENT

Thanks to Allah, the sustainer of the world for blessing me with the gifts of very good friends, giving me everything that we have through my life and making me capable of carrying out this work.

I heartily wish to express my deepest appreciation and gratefulness to ***Dr. Gamal Ashour Hassan,*** *Professor of Animal Physiology, Department of Animal Production, University of Cairo, for suggestion and planning the current study, close and kind supervision, valuable advices, continuous support, accurate revision of the manuscript and continuous encouragement.*

Also, I have the honor to present special thanks and sincere appreciation and deep gratitude are extended to ***Dr. Mohamed Mahmoud El-Shafie,*** *Professor of Animal Physiology, Animal production Department, Cairo University, for suggesting and planning the problem, close supervision, indispensable instructions, kind encouragement, continuous help and revision manuscript.*

Special thanks and gratitude to ***Dr. Tarek M.M. Abdel Khalek*** *and* ***Dr. Mohamed H. El-Shafie****, Seniors Researchers, Sheep and Goats Department, Animal Production Research Institute, Ministry of Agriculture, for valuable assistance, valuable advice, and encouragement.*

Grateful appreciation is also extending to ***Dr. Yasser Yehia****, Economic Entomology Department, Cairo University, for helping in the statistical analysis of this work.*

اسم الطالب: فاطمة أبوهاشم عبدالمحسن هيكل **الدرجة:** ماجستير

عنوان الرسالة: تكامل التوازن المائى و الحامضى – القاعدى فى الماعز تحت الظروف الحارة

المشرفون : دكتور: جمال عاشور حسن عبداللطيف
دكتور: محمد محمود الشافعى
دكتور: فاتن فهمى أبوعمو

قسم: الإنتاج الحيوانى **فرع:** التربية **تاريخ منح الدرجة:٢٠٠٩/٩/٣٠**

المستخلص العربي

أجريت الدراسة الحالية بمزرعة ومعامل فسيولوجى الحيوان – قسم الإنتاج الحيوانى – كلية الزراعة - جامعة القاهرة لدراسة تأثير درجات الحرارة البيئية العالية على الأداء الفسيولوجى لذكور الماعز و مدى تكامل الإتزان المائى ملحى مع الإتزان الحامضى- القاعدى تحت ظروف الحرارة العالية. استخدم فى هذة الدراسة ١٨ ذكر ماعز زرايبى موزعة الى١٠ ذكور مقسمة لمجموعتين (٥ لكل منهما)المجموعة الأولى تحت الإشعاع الشمسى و الأخرى تحت الظل وذلك أثناء إجراء التجربة الأولى تحت الظروف البيئية الطبيعية لفصل الصيف، بينما ٨ ذكور المتبقية قسمت الى مجموعتين (٤ لكل منهما) المجموعة الأولى معرضة لدرجة حرارة ٤٠°م و الأخرى معرضة لـ٢٥°م وذلك اثناء إجراء التجربة الثانية – فى خلال اول ٢٤ ساعة من التعرض الحرارى تبعتها التجربة الثالثة على نفس المجموعتين و درجات الحرارة و لمدة ٥٠ يوماً متصلة. اظهرت النتائج أن تحت الظروف البيئية الطبيعية لفصل الصيف فى منطقة الجيزة انه بزيادة مدة التعرض للشمس يزداد كل من درجات حرارة الشعر و المستقيم ،معدل التنفس ،نسبة الهيماتوكريت، تركيز الهيموجلوبين ، تركيزالألبيومين، الجلوبيولين، ايون الفوسفور و هرمون الكورتيزول لتصل لأقصى قيم لها عند الساعة الثالثة عصراً ثم تبدأ فى إنخفاض بحلول الساعة الخامسة عصراً.بينما ظهرت فروق معنوية بين المجموعتين فى كل من درجات حرارة الشعر و المستقيم ، معدل التنفس، عدد كريات الدم الحمراء و البيضاء، تركيز الألبيومين، الجلوبيولين، نيتروجين يوريا الدم وايون الكلور، و تغيب تلك الفروق فى باقى التقديرات.أيضاً ظهرت فروق معنوية بين القيم المتحصل عليها فى الساعة الثامنة صباحاً و تلك المتحصل عليها بعد التعرض للإشعاع الشمسى، و لوحظت تلك الفروق فى درجات حرارة الشعر و المستقيم، معدل التنفس، عدد كريات الدم الحمراء و البيضاء، تركيز البروتينات الكلية، الجلوبيولين، و نسبة الألبيومين الى الجلوبيولين. أما تعريض ذكور الماعز لدرجة حرارة ٤٠°م لم يسبب أى إختلافات معنوية عن تلك المتعرضة لدرجة حرارة ٢٥°م فى كل من درجة حرارة المستقيم – ماعدا بعد ٨ ساعات من التعرض كانت الإختلافات معنوية،كذلك الفروق لم تكن معنوية بين المجموعتين فى كل من الحجم الخلوى للدم، تركيزات الهيموجلوبين، البروتينات الكلية، الألبيومين، الجلوبيولين والنسبة بينهما ، الجلوكوز ، إنزيمات الكبد (ALT,AST)، الكرياتينين ، أيونات الصوديوم و، البوتاسيوم، الكلور، البيكربونات، الفوسفور، هرمونات الغدة الدرقية (رباعى و ثلاثى اليود)، الألدوستيرون و الكورتيزول ، و كانت الفروق بين المجموعتين معنوية فى حالات حرارة المستقيم بعد ٨ ساعات من التعرض، نسبة الألبيومين الى الجلوبيولين بعد ٤ ساعات من التعرض، هرمون الدرقية ثلاثى اليود بعد ٤ ساعات من التعرض، و هرمون الكورتيزول بعد ٢٠ ساعة من التعرض. فى حين أن الفروق المعنوية بين المتوسطات العامة للمجموعتين ظهرت فى كل من درجة حرارة الجلد، الشعر ، معدل التنفس، انزيم ALT، الفجوة الأيونية، الفروق بين الأيونات القوية، و هرمون الثيروكسين. بإستمرار تعرض التيوس لدرجات حرارة ٢٥°م أو ٤٠°م لمدة ٥٠ يوم متتالية ظهرت فروق معنوية فى كل من درجات حرارة المستقيم، الجلد، و الشعر، معدل التنفس، نسبة الجحم الخلوى للدم، نشاط إنزيم ALT،تركيزات الكرياتينين، أيون الصوديوم، هرمون الكورتيزول، كمية ماء المتناول ، كمية البول ، كمية الماء المحسوسة و الغير محسوسة الخارجة من الجسم. تغيب الفروق المعنوية بين المجموعتين فى تركيزات البروتين الكلى،الألبيومين، الجلوبيولين والنسبة بينهما، الجلوكوز، إنزيمات الكبد، نيتروجين يوريا الدم، أيونات البوتاسيوم، الكلور، البيكربونات، الفسفور، الفجوة الأيونية، الفروق بين الأيونات القوية، أحجام البلازما، الدم، السوائل خارج الخلايا، سوائل الجسم الكلية و نسبتهم الى وزن الجسم و وزن الجسم التمثيلى ، هرمونات الغدة الدرقية، الألدوستيرون و ووزن الجسم. أظهرت النتائج أن للماعز قدرة على الحفاظ على ثباتها الذاتى وعلى اتزانها المائى و الحامضى – القاعدى تحت الظروف الحرارية المختلفة للبيئة التى تعيش فيها.

الكلمات الدالة:الماعز،الإجهاد الحرارى، مكونات الدم، الهرمونات، الإتزان المائى، الإتزان الحامضى-القاعدى.

تكامل التوازن المائى و الحامضى – القاعدى فى الماعز تحت الظروف الحارة

رسالة ماجستير
في العلوم الزراعية
(إنتاج حيواني)

مقدمة من

فاطمـــــة أبو هاشـــم عبد المحسـن هيـــــكل
بكالوريوس في العلوم الزراعية (إنتاج حيواني)- كلية الزراعة - جامعة القاهرة، ٢٠٠٢

لجنة الإشراف

دكتور/ جمال عاشور حسن عبد اللطيف
أستاذ فسيولوجيا الحيوان- كلية الزراعة - جامعة القاهرة

دكتور/ محمد محمود الشافعى
أستاذ فسيولوجيا الحيوان – كلية الزراعة - جامعة القاهرة

دكتور/ فاتن فهمى أبوعمو
رئيس بحوث - معهد بحوث الإنتاج الحيواني – مركز البحوث الزراعية

تكامل التوازن المائى و الحامضى – القاعدى فى الماعز تحت الظروف الحارة

رسالة مقدمة من

فاطمـــــة أبو هاشـــم عبد المحسـن هيـــــكل

بكالوريوس في العلوم الزراعية (إنتاج حيواني)- كلية الزراعة - جامعة القاهرة، ٢٠٠٢

للحصول على درجة

الماجستير

في

العلوم الزراعية
(إنتاج حيواني)

قســـم الإنتـاج الحـيواني
كليـــة الزراعـــة
جـامعـة القـاهرة
مصـــــر

٢٠٠٩

CONTENTS

		Page
INTRODUCTION		1
REVIEW OF LITERATURE		5
1.	**Thermo – respiratory responses**	6
	a. Rectal temperature	6
	b. Skin temperature	14
	c. Hair temperature	19
	d. Respiration rate	20
2.	**Hematological responses**	23
	a. Hemoglobin concentration	23
	b. Packed cell volume	24
3.	**Blood constituents**	25
	a. Total proteins	25
	1. Albumin	25
	2. Globulin	26
	3. Albumin/Globulin ratio	26
	b. Glucose	27
	c. Urea-nitrogen	28
	d. Creatinine	29
4.	**Transaminase enzymes**	29
	a. Alanine transferase	29
	b. Asprtate transfrerase	30
5.	**Water balance**	31
	a. Water input	32
	1. Free drinking water	32
	2. Dietary water	34
	b. Water output	34
	1. Sensible water output	35
	a. Urinary water	35
	b. Fecal water	36
	2. Insensible water output	37
	c. Body fluid compartments	39
	1. Total body water	39
	2. Intracellular fluids	43
	3. Extracellular fluids	43
	a. Blood volume	44

Page

b. Plasma volume..... 45
c. Interstitial fluids 46
d. Transcellular fluids 46

6. Acid – base balance 46
a. Bicarbonate ion 47
b. Sodium ion 48
1. Blood sodium 48
2. Urine sodium 50
c. Potassium ion 50
1. Blood potassium 50
2. Urine potassium 52
d. Chloride ion 52
1. Blood chloride 52
2. Urine chloride 52
e. Phosphorus ion 53
1. Blood phosphorus 53
2. Urine phosphorus 55
f. Strong ion difference 56

7. Hormonal profile 56
a. Thyroid hormones 56
b. Cortisol hormone 60
c. Aldosterone hormone 61

8. Feed intake 62

MATERIALS AND METHODS 65

RESULTS AND DISCUSSION 81

1. Climatic conditions 81

2. Response to natural environmental conditions 82
a. Thermo-respiratory responses 82
1. Rectal temperature 82
2. Skin temperature 83
3. Hair temperature 84
4. Respiration rate 86
b. Hematological responses 87
1. Packed cell volume 87
2. Hemoglobin concentration 88
3. Red and white blood cells counts 89
4. Total proteins 92

		Page
	a. Albumin concentration	92
	b. Globulin concentration	93
	c. Albumin/globulin ratio	94
	5. Glucose concentration	95
	6. Blood urea nitrogen	97
c.	Transaminase enzymes activities	97
d.	Plasma anions	98
	1. Chlorid ion	98
	2. Bicarbonate ion	98
	3. Phosphorus ion	100
e.	Plasma hormones concentrations	100
	1. Triiodothyronin	100
	2. Cortisol	101
3.	**Short term responses to sudden fixed ambient temperatures**	102
a.	Thermo-respiratory responses	102
	1. Rectal temperature	102
	2. Skin temperature	103
	3. Hair temperature	104
	4. Respiration rate	107
b.	Hematological responses	108
	1. Hemoglobin concentration and Packed cell volume	108
	2. Total proteins	111
	a. Albumin concentration	112
	b. Globulin concentration	112
	c. Albumin/globulin ratio	113
	3. Glucose concentration	114
	4. Creatinine	116
	5. Blood urea nitrogen	116
c.	Transaminase enzymes activities	117
d.	Acid – base balance	118
	1. Sodium ion	118
	2. Potassium ion	118
	3. Chloride ion	119
	4. Bicarbonate ion	119
	5. Phosphorus ion	119
e.	Plasma hormones concentrations	120
	1. Triiodothyronin and thyroxin hormones	120

		Page
	2. Cortisol	120
	3. Aldosterone	121
4.	**Long term responses to exposure to prolonged fixed ambient temperatures**	123
	a. Thermo-respiratory responses	123
	1. Rectal temperature	123
	2. Skin temperature	124
	3. Hair temperature	125
	4. Respiration rate	129
	b. Hematological responses	130
	1. Hemoglobin concentration and packed cell volume	130
	c. Relevant plasma metabolites	133
	1. Total proteins	133
	a. Albumin concentration	133
	b. Globulin concentration	134
	c. Albumin/globulin ratio	134
	2. Glucose concentration	135
	3. Blood urea nitrogen	135
	4. Creatinine	137
	d. Transaminase enzymes activities	138
	e. Water balance	141
	1. Water input	141
	a. Free drinking water	141
	2. Water output	141
	3. Body fluid compartments	142
	a. Total body water	142
	b. Extracellular fluids	142
	1. Blood and plasma volume	142
	f. Acid-base balance	144
	1. Potassium ion	144
	2. Chlorid ion	144
	3. Strong ion difference	147
	g. Plasma hormones concentrations	147
	1. Triiodothyronin and thyroxin hormones	147
	2. Aldosterone	149
	3. Cortisol	149

Page

CONCLUSION 151
SUMMARY 153
REFERENCES 155
ABBRIVIATIONS 179
ARABIC SUMMARY .....

LIST OF ABBREVIATIONS

A/G	Albumen / globulin ratio
ADH	Antidiuretic Hormone
AG	Anion Gap
Alb	Albumin
Ald	Aldosterone hormone
ALT	Alanine amino transferase
AST	Aspartate amino transferase
AT	Ambient temperature
BUN	Blood urea nitrogen
BV	Blood volume
BW	Body weight
CC	Comfort conditions
Cl^-	Chloride ion
CR	Creatinine
dl	Deciliter (10^{-2} liter)
DMI	Dry Matter Intake
ECF	Extracellular fluids
FO	Fecal output
FWO	Fecal water output
g	Gram (10^{-3} kilogram)
GFR	Glomerular filtration rate
GIT	Gastrointestinal racts
Glb	Globulin
Glu	Glucose
Hb	Hemoglobin concentration
HCO_3^-	Bicarbonate ion
hr.	Hour
HS	Heat stress
HT	Hair Temperature

Ht %	Hematocrite value
ICF	Intracellular fluids
ISF	Interstitial fluids
IWO	Insensible water output
K^+	Potassium ion
l.	Litter (10^3 milliliter)
LCT	Lower critical temperature
MBW	Metabolic body weight ($BW^{0.82}$)
mg	Milligram (10^{-3} gram)
ml	Milliliter (10^{-3} liter)
mo.	Month(s)
Na^+	Sodium ion
nmol	Nanomol (10^{-9} mol)
P	Probability
P^-	Phosphorus ion
PCV	Packed cell volume
pg	Picogram (10^{-12} gram)
pmol	Picomol (10^{-12} mol)
PV	Plasma volume
r	Correlation coefficient
r.p.m	Revolution per minute
RBCs	Red blood cells count
RH	Relative humidity
RR	Respiration rate
RT	Rectal temperature
SH	Shade
SID	Strong ion difference
SR	Solar radiation
ST	Skin temperature
STB	Standard bicarbonate
SWO	Sensible water output