

섬유질배합사료 내 조단백질 수준이 임신초기 흑염소의 건물섭취량, 소화율 및 질소출납에 미치는 영향

황보순 · 최순호 · 이성훈* · 김상우 · 김영근 · 상병돈 · 조익환**

Effects of Crude Protein Levels in Total Mixed Rations on Dry Matter Intake, Digestibility and Nitrogen Balance in Early Pregnant Korean Black Goats

Soon Hwangbo, Sun Ho Choi, Sung Hoon Lee*, Sang Woo Kim, Young Keun Kim,
Byung Don Sang and Ik Hwan Jo**

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of different levels (10, 12 and 15%) of crude protein (CP) in total mixed ration (TMR) on dry matter intake, digestibility and nitrogen balance of Korean black goats in the stage of early pregnancy and to obtain information on their optimal dietary levels of CP. In the present study, 12 Does of Korean black goats in the early pregnancy were allotted to four unreplicated groups by dietary level of CP and then they were housed in individual metabolism cages with completely randomized design throughout 30 days with 20 days adaptation and 10 days collection periods. Does in Control were fed a conventional diet and does in TMR10, TMR12 and TMR15 were fed a diet adjusted to about 10, 12 and 15% CP, respectively.

Dry matter(DM) contents ranged from 89 to 91% in treatments. There were no differences for fiber contents among three CP levels of TMR, showing that ADF and NDF had 18.87 to 19.85, and 53.41 to 54.80, respectively. Crude protein contents for three TMR treatments had 10.61, 12.15 and 14.97%, respectively. However, non-fibrous carbohydrate (NFC) contents decreased with increasing CP levels in treatments.

Meanwhile, Intakes of DM, nutrients and digestible nutrients were significantly ($p<0.05$) higher in TMR15 and control than in TMR10 and TMR12. Moreover, DM intake per metabolic body weight and their ratio per body weight was significantly ($p<0.05$) higher for control and TMR15 than other treatments. DM digestibility was not significantly different among treatments, but ether extract digestibility of treatments was significantly ($p<0.05$) higher than that of control, but there was no significant difference among treatments. Nitrogen retention significantly ($p<0.05$) increased with increasing CP levels in TMR, and TMR15 was highest among treatments.

Our results showed that the increasing CP levels in TMR increased DM intake and nitrogen retention and suggested that the optimal dietary CP levels under TMR feeding system in early pregnant Korean black goats could be estimated for at least 15%.

(Key words : TMR, Crude Protein, Nutrient digestibility, Nitrogen retention, Early pregnant Korean black goats)

축산과학원(National Institute of Animal Science, RDA, Namwon 590-832, Korea)

* 경상남도 첨단양돈연구소(Gyeongnam Province Advanced Swine Research Institute, Sancheong, 666-962, Korea)

** 대구대학교(Daegu University, Kyungsan, 712-714, Korea)

Corresponding author : Sun Ho Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Namwon 590-832, Korea.

Tel : 063-620-3530, Fax : 063-620-3591, E-mail : choi7804@rda.go.kr

I. 서 론

국내 흑염소는 4만여 농가에서 약 52만두가 사육되고 있으며(농림부, 2006), 이들은 주로 산지에서 방목 형태로 대부분 사육되어 왔으나, 오늘날 국내 소비의 증가로 인하여 그 사육두수가 증가함에 따라 사육형태는 방목 보다는 집약적이며 다두 사육이 용이한 농후사료 중심의 사육형태로 전환되고 있는 실정이다.

하지만, 농후사료 중심의 사육은 흑염소의 반추위내 환경을 악화시킬 뿐만 아니라 각종 대사성 질병의 발생위험이 높으므로 이를 보완하기 위해 젖소에서 주로 이용되고 있는 섬유질배합사료(total mixed ration, TMR)의 적용급여가 필요한 것으로 사료된다. 섬유질배합사료는 사료의 선택채식을 방지하고 조사료와 농후사료의 균형있는 섭취를 유도하여 반추위내 발효를 안정화 시킬 뿐만 아니라 사료섭취량과 영양소 이용효율을 향상시키는 것으로 알려져 있다(이 등, 2003).

섬유질배합사료를 흑염소 사육에 적용함에 있어서는 각종 영양소의 공급수준 결정이 중요한데, 기존의 농후사료 내 함유되어 있는 영양소 수준 또한 정확하지 않아 흑염소의 생산성이 저하되는 것으로 알려져 있으며(최 등, 2005), 이로 인한 흑염소농가에 막대한 경제적 손실을 가져다 줄 것으로 판단된다.

한편, 임신 흑염소의 사양은 육성 및 비육단계의 흑염소보다 새끼의 안정적인 생산 공급에 중요한 것으로 사료되고, 특히 임신 흑염소에 대한 사료내 영양소 수준의 결정이 보다 중요시 되고 있으나, 이에 대한 영양소 수준 연구는 거의 전무한 실정이며, 특히 영양소 중 번식 흑염소에 대한 단백질 수준의 결정이 절실하다. 사료내 단백질은 임신기간 동안 태아의 성장 및 발육에 관여하기 때문에, 임신단계별 단백질 수준이 제시되어야 할 필요가 있는 것으로 판단된다. 기존의 임신기 단백질 수준에 대한 연구는 임신말기 연구가 보고된 바 있

나(Osuagwuh와 Akinsoyinu, 1990), 임신기간 중 유산 등의 문제가 발생하기 쉬운 임신초기의 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 섬유질배합사료 사양에서 임신초기 흑염소에 대한 적정 단백질 수준을 결정하기 위하여 세 수준의 단백질을 함유하는 섬유질배합사료를 임신초기 흑염소에 급여하였을 때, 사료 섭취량, 영양소 소화율, 질소 축적량에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

공시가축은 체중 38.0 kg 내외인 임신 1~2개월의 흑염소 12두(♀)를 공시하였고 시험장소는 축산연구소 가축유전자원시험장 흑염소사에서 수행하였다. 흑염소들은 개체별 대사 케이지에 수용하였으며 시험사료는 1일 2회(09:00, 16:00), 등량으로 나누어 급여하였다. 시험구의 섬유질배합사료는 자유급식하였고 대조구의 시판배합사료는 체중의 1%로 제한급여하였으며 건초는 자유채식토록 하였다. 물은 자유급수하여 충분히 음수하도록 하였다.

2. 시험사료 및 시험설계

섬유질배합사료의 배합비는 Table 1과 같다. 섬유질배합사료의 조단백질 수준은 10%(TMR10), 12%(TMR12) 및 15%(TMR15)로 하였으며, 대조구는 시판배합사료와 축산연구소 가축유전자원시험장의 혼파초지(오차드그라스, 티모시, 톨페스큐)에서 생산된 건초를 이용하였다.

시험설계는 TMR10, 12, 15%와 대조구로 하여 4처리에 처리구당 3두씩 개체별 대사케이지에 완전암의 배치하였고, 시험축은 20일 동안 개체별 대사케이지와 시험사료에 적응기간을 거친 후, 10일간의 본 시험 기간 동안 사료섭취량 및 분·뇨 배설량을 측정하였다.

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets

Items	Treatments ¹⁾			Control	
	TMR10	TMR12	TMR15	Hay	Concentrates, commercial
<i>Ingredients</i>					
Corn cracked	46.58	46.39	42.62		
Soybean meal	5.00	6.20	10.80		
Sesame meal	1.5	5.0	5.0		
Corn husk	8.0	8.0	8.0		
Corn bran	4.0	0	0		
Molasses	6.0	6.0	6.0		
Tall fescue	20.00	20.00	20.00		
Alfalfa hay	4.00	4.00	3.17		
Sunflower seed	3.5	3.0	3.0		
Ground limestone	0.9	0.9	0.9		
NaCl	0.37	0.36	0.36		
Vitamin mixture	0.05	0.05	0.05		
Mineral mixture	0.1	0.1	0.1		
Total	100	100	100		
<i>Chemical composition</i>					
Dry matter, %	89.00	90.80	91.00	94.00	90.00
Crude protein, %	10.61	12.15	14.97	10.62	15.43
ADF ²⁾ , %	18.87	19.85	19.38	40.95	17.53
NDF ³⁾ , %	54.80	54.17	53.41	76.23	41.37
Ether extracts, %	3.64	3.75	3.94	2.52	2.94
Crude ash, %	5.53	5.10	5.80	5.33	5.04
NFC ⁴⁾ , %	25.42	24.83	21.88	5.30	35.22

¹⁾ TMR10 : Total mixed ration containing 10% of crude protein, TMR12 : Total mixed ration containing 12% of crude protein, TMR15 : Total mixed ration containing 15% of crude protein

²⁾ ADF = Acid detergent fiber, ³⁾ NDF = Neutral detergent fiber, ⁴⁾ NFC = Non-fibrous carbohydrate.

3. 조사항목

(1) 사료 섭취량

사료 섭취량은 급여한 사료와 섭취후 잔량과의 차이로 구하였으며, 잔량은 다음날 오전 사료 급여 전에 수거하여 측정하였다.

(2) 화학적 분석

시료의 일반성분은 AOAC(1995)법에 의해 분석하였고 ADF와 NDF 함량은 Goering과 Van Soest(1970)의 방법에 의해 분석하였다.

(3) 분과 뇨 채취

분은 본 실험기간 동안 매일 총 배설량을 칭량하고 수거한 분을 잘 혼합한 후 이 중 10%를 채취하여 60℃ dry oven에서 48시간 건조한

후 중량을 측정, 환산하였으며 이들 일부는 Wiley mill의 40 mesh에서 분쇄하여 분석시료로 사용하였고, 뇨는 매일 질소성분의 휘발을 방지하기 위해 5N HCl을 투입한 용기에 수거하여 1일 배설량을 측정하고 이 중 10%를 채취하여, 뇨 중 질소분석을 위한 시료로 분석시까지 -20℃ 냉동고에 보관하였다.

4. 통계분석

본 실험의 결과는 SAS package program (version 8.1, USA, 2000)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리군의 평균간 비교는 Duncan's multiple range test(5% 수준)로 하였다(Steel과 Torrie, 1980).

III. 결과 및 고찰

1. 시험사료의 영양소 및 가소화 영양소 섭취량

임신후염소에 있어서 처리구별 영양소 섭취

량과 가소화 영양소 섭취량에 대한 결과를 Table 2에 나타냈다. 1일 두당 건물섭취량은 TMR15와 대조구가 각각 624.8과 609.4g으로 TMR10과 TMR12구 보다 유의하게 높았다(p<0.05). 조단백질 섭취량은 대조구가 81.73g, 처리구는 54.54~93.54g 범위로 TMR10과 TMR12구가 유의하게 낮았다(p<0.05). NDF 섭취량은 대조구와 TMR15구가 각각 341.1과 333.7g으로 TMR10과 TMR12구 보다 유의하게 높았다(p<0.05).

1일 가소화 건물 섭취량에서도 TMR15구와 대조구가 각각 433.2와 420.5 g으로 TMR10과 TMR12구 보다 유의하게 높았다(p<0.05). 가소화 조단백질 섭취량은 TMR15구가 64.74 g으로 가장 높았고 TMR10구가 39.37 g으로 가장 낮았다(p<0.05). 가소화 NDF 섭취량은 대조구와 TMR15구가 유의하게 높았다(p<0.05).

대사체중당 건물섭취량과 체중에 대한 건물 섭취비율은 대조구와 TMR15구가 각각 40.28, 44.58 g과 1.63과 1.79%로 유의하게 높았다(p<0.05).

단백질은 성장 및 번식에 꼭 필요한 영양소

Table 2. The effect of crude protein levels in total mixed ratios on nutrient intake and digestible nutrient intake in Korean native goats

Items	Treatments				SEM ¹⁾
	Control	TMR10	TMR12	TMR15	
Intake(g/d)					
Dry matter	609.4 ^a	514.1 ^b	543.4 ^b	624.8 ^a	56.32
Crude protein	81.73 ^a	54.54 ^b	66.03 ^b	93.54 ^a	8.40
NDF	341.1 ^a	281.7 ^b	294.4 ^b	333.7 ^a	33.03
Digestible nutrient Intake(g/d)					
Dry matter	420.5 ^{ab}	361.6 ^b	380.3 ^b	433.2 ^a	39.73
Crude protein	55.06 ^b	39.37 ^d	47.46 ^c	64.74 ^a	4.47
NDF	218.8 ^a	187.5 ^b	195.0 ^b	218.7 ^a	23.88
DM Intake, g/kg of BW ^{0.75}	40.28 ^a	32.03 ^b	34.06 ^b	44.58 ^a	2.48
DM Intake/BW(%)	1.63 ^a	1.29 ^b	1.38 ^b	1.79 ^a	0.09

¹⁾ Standard error of the mean.

^{a, b, c} Means in a row with different superscripts are significantly different(p<0.05).

로 체중 40 kg인 흑염소의 유지를 위한 1일 가소화 조단백질은 43 g이며 임신초기(중간 정도의 활동)에는 64 g이 요구되는데(NRC, 1981), 본 시험에서는 TMR15구 만이 임신초기 필요한 가소화 조단백질 수준에 근접하였고 TMR10과 TMR12구는 낮은 수준을 나타냈다.

한편, Osuagwuh와 Akinsoyinu(1990)는 임신후기 아프리카 염소의 적정 조단백질 함량은 17~20% 라고 보고하였고 본 시험에서는 가소화 조단백질 섭취수준을 고려할 때 임신초기 흑염소의 조단백질 수준은 15%가 적당하나 임신후기에는 단백질 요구량이 증가되므로 사료의 기호성을 높여 단백질 섭취량과 사료의 조단백질 수준을 높이는 것이 필요하다 사료된다.

또한, 반추동물의 사료섭취량은 사료의 품질과 같은 물리적 요인과 화학적 조성에 의해 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 특히, 사료의 조단백질 함량과 밀접한 관계가 있다. 반추위 미생물 성장을 위해서는 충분한 조단백질 공급이 되어야 하며 부족시에는 사료섭취량이 감소하는데(Milford와 Minson, 1965), 본 시험에서 사료섭취량은 조단백질 수준이 증가할

수록 높게 나타나 사료중 조단백질 수준이 높을수록 섭취량도 증가한다는 보고와 일치하는 것으로 나타났다(Jia 등, 1995; Osuagwuh와 Akinsoyinu, 1990)

2. 영양소 소화율

시험 사료를 임신흑염소에게 급여하였을 때 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 건물과 유기물 소화율은 각각 69.01~70.33과 71.16~72.37%의 범위로 처리구간에 따른 차이는 나타나지 않았다. 조단백질 소화율은 67.36~72.19%, ADF와 NDF 소화율은 각각 55.59~57.66과 64.14~66.55%의 범위로 처리구간 차이가 나지 않았고, 조지방 소화율은 섬유질배합사료구가 82.39~83.41%로 대조구의 72.93% 보다 유의하게 높게 나타났다(p<0.05). NFC 소화율은 83.67~86.18%의 범위로 나타났다.

본 시험에서 섬유질 배합사료의 건물 소화율은 섬유소 함량을 고정하여 배합하였기에 섬유질 배합사료간 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 건물 소화율 범위는 69.33~70.33%로 나타

Table 3. The effects of crude protein levels in total mixed rations on nutrients digestibilities in Korean native goats

Digestibility	Treatments				SEM ¹⁾
	Control	TMR10	TMR12	TMR15	
Dry matter	69.01	70.33	69.99	69.33	3.66
Organic matter	71.16	72.37	72.09	71.49	3.50
Crude protein	67.36	72.19	71.87	69.21	4.97
ADF	55.59	57.56	57.66	56.32	3.74
NDF	64.14	66.55	66.23	65.53	3.94
Ether extracts	72.93 ^b	83.41 ^a	82.98 ^a	82.39 ^a	4.61
NFC	86.18	85.67	84.53	83.67	4.06

¹⁾ Standard error of the mean.

^{a, b} Means in a row with different superscripts are significantly different(p<0.05).

나, 번식 흑염소에게 섬유질 배합 사료를 급여 하였을 때 건물 소화율이 57.3~60.1% 이었다 는 최 등(2006)의 결과 보다 높은 소화율을 보 였다. 이는 소화율에서 중요한 요인(Van Soest, 1994; Huston 등, 1986)으로 작용하는 ADF 함 량이 본 시험사료에서 상대적으로 다소 낮았 고, 또한 사료 섭취량이 낮았기 때문에 소화율 이 높았던 것으로 사료된다.

한편, 섬유질 배합사료는 조사료와 농후사료 의 균형된 섭취를 유도하여 반추위내 발효를 안정시켜 영양소 소화율을 높여주는 것으로 알 려져 있으나(McGilliard 등, 1983; Nocek 등, 1985), 본 시험에서는 대조구와 섬유질 배합사 료구간의 영양소 이용율에 대한 차이가 나타나 지 않았다. 이 등(2003)의 보고에 의하면 건식 섬유질 배합사료는 습식 및 발효 섬유질 배합 사료 보다 영양소 이용효율이 낮다고 보고하여 본 시험에서 공시사료로 이용된 섬유질 배합사 료가 건식형태로 인해 이와 유사한 결과가 나 타난 것으로 사료된다.

3. 질소축적

시험 사료를 임신흑염소에게 급여하였을 때 질소축적에 미치는 영향은 Table 4와 같다.

질소섭취는 8.73~14.97g의 범위로 TMR15구

와 대조구가 다른 구에 비하여 유의하게 높게 나타났(p<0.05). 분을 통한 배출 질소량은 TMR15구와 대조구가 각각 4.61과 4.27g으로 유의하게 높았으며(p<0.05), 뇨를 통한 질소 배 출은 4.45~5.38g으로 나타났다.

질소축적량 및 축적율은 1.85~4.98g과 21.19 ~33.26%의 범위로 TMR15구와 대조구가 유 의하게 높게 나타났(p<0.05).

일반적으로 질소 섭취량은 건물 섭취량에 비 례하며(Jia 등, 1995; Kadzere와 Jingura, 1993) 질소 섭취량이 증가할수록 분과 뇨로 배출되는 질소량도 증가한다(Osuagwuh와 Akinsoyinu, 1990). 본 시험에서도 건물 섭취량이 높은 대조구와 TMR15구가 질소 섭취량이 높았고 분과 뇨로 손실되는 질소량도 높게 나타났다. 또한, 질소 축적은 질소섭취량에 비례한다고 보고(Atti, 등, 2004; Lallo, 1996)되어 질소섭취량이 높은 대조 구와 TMR15구가 질소 축적율이 높게 나타난 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합하여 고려할 때 임신초기 흑염소의 조단백질 수준은 15%가 적정한 것으 로 판단되지만 임신후반기에는 조단백질 요구 량이 증가되므로 사료 섭취량을 증가하거나 사 료의 조단백질 수준을 높이는 것이 필요하다 사료된다.

Table 4. Nitrogen retention(%) of Korean native goats fed different crude protein levels of total mixed rations

Items	Treatments				SEM ¹⁾
	Control	TMR10	TMR12	TMR15	
Total N Intake (g/day)	13.08 ^a	8.73 ^b	10.56 ^b	14.97 ^a	1.62
Fecal N Loss (g/day)	4.27 ^a	2.43 ^b	2.97 ^b	4.61 ^a	0.44
Urinary N Loss (g/day)	4.85	4.45	4.97	5.38	0.55
Nitrogen retention (g/day)	3.96 ^{ab}	1.85 ^c	2.62 ^c	4.98 ^a	0.63
Nitrogen retention (%)	30.27 ^a	21.19 ^b	24.82 ^b	33.26 ^a	3.12

¹⁾ Standard error of the mean.

^{a, b, c} Means in a row with different superscripts are significantly different(p<0.05).

IV. 요약

본 연구는 섬유질배합사료의 조단백질 수준이 임신초기 흑염소의 사료섭취량, 영양소 소화율 및 질소 축적율에 미치는 영향을 조사하여 임신흑염소의 적정 조단백질 수준을 구명하기 위하여 실시하였다. 공시축은 임신초기흑염소 12두를 4처리구(관행사료구, 조단백질 10, 12 및 15%)로 나누어 처리구당 3두씩 대사케이지에 완전임의 배치법으로 배치하여 시험을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

섬유질배합사료의 일반 조성분은 건물 함량이 89.0~91.0%를 나타내었고, ADF와 NDF 함량은 18.87~19.85 및 53.41~54.80%로 나타나 조단백질 수준에 따른 섬유소 함량의 차이는 없었다. 조단백질 함량은 TMR10, TMR12 및 TMR14구가 각각 10.61, 12.15 및 14.97% 이었다. 하지만, NFC 함량은 섬유질배합사료내 단백질수준이 증가함에 따라 감소하였다. 건물섭취량, 영양소 섭취량 및 가소화 영양소 섭취량은 TMR15와 대조구가 TMR10과 TMR12구 보다 유의하게 높았으며($p<0.05$), 대사체중당 건물섭취량과 체중에 대한 건물섭취비율에서도 대조구와 TMR15구가 유의하게 높았다($p<0.05$). 건물소화율은 69.01~70.33% 범위로 나타났다. 에테르 추출물 소화율은 세 수준의 단백질을 함유하는 섬유질배합사료군이 대조군 보다 유의하게 높았으나($p<0.05$), 섬유질배합사료군간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 질소축적량 및 축적율에서는 TMR15구와 대조구가 다른 처리구 보다 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$).

이상의 결과에서 임신초기 흑염소사료 내 증가하는 수준의 조단백질 함량은 건물섭취량 및 질소 축적율을 증가시켰고, 특히 TMR 사양에서 임신초기 흑염소의 조단백질수준은 적어도 15% 이상은 되어야 할 것으로 추정된다.

V. 인용 문헌

1. 농림부. 2006. 농림통계연보
2. 이덕윤, 고종렬, 최낙진, 이상석, 송재용, 이세영, 박성호, 성하근, 하종규. 2003. 유형별 완전혼합 사료 급여가 반추위내의 발효성상 및 영양소 소화율에 미치는 영향. 동물자원지 45(5):805-812.
3. 최순호, 김상우, 박범영, 상병돈, 김영근, 명정환, 허삼남. 2005. 사료의 조단백질 수준이 육성기 흑염소의 발육과 육질에 미치는 영향. 한국동물 자원과학회지 47(5):783-788.
4. 최순호, 황보순, 김상우, 상병돈, 김영근, 조익환. 2006. 맥주박을 첨가한 섬유질 배합사료가 번식 흑염소의 영양소 이용율에 미치는 영향. 한초지 26(3):147-154.
5. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
6. Atti, N., Rouissi, H. and Mahouachi, M. 2004. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. Small Rumin. Res. 54: 89-97.
7. Goering, H.K. and P.K. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379: Washington, D. C.
8. Huston, J.E., B.S. Rector, W.C. Ellis and M.L. Allen. 1986. Dynamics of digestion in cattle, sheep, goats and deer. J. Anim. Sci. 62:208-215.
9. Jia, Z.H., T. Sahl, J.M. Fernandez, S.P. Hart and T.H. Teh. 1995. Effects of dietary protein level on performance of Angora and cashmere-producing Spanish goats. Small Rumin. Res. 16: 113-119.
10. Kadzere, C.T. and R. Jingura. 1993. Digestibility and nitrogen balance in goats given different levels of crushed whole soybeans. Small Rumin. Res. 10: 175-180.
11. Lallo, C.H.O. 1996. Feed intake and nitrogen utilisation by growing goats fed by-product based diets of different protein and energy levels. Small Rumin. Res. 22: pp193-204.

12. McGilliard, M.L., J.M. Swisher and R.E. James. 1983. Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding. *J. Dairy Sci.* 66:1084.
13. Milford, R. and D.J. Minson. 1965. Intake of tropical pastures species. *Proc. Internat. Grassl. Congr.* 9:815-822.
14. Nocek, J.E., R.L. Steele and D.G. Braund. 1985. Effect of mixed ration nutrient density on milk of cows transferred from high production group. *J. Dairy Sci.* 68:133.
15. NRC. 1981. Nutrient requirements of goats, National academy of sciences - National research council, Washington D. C.
16. Osuagwuh, A.I.A. and A.O. Akinsoyinu. 1990. Efficiency of nitrogen utilization by pregnant West African dwarf goats fed various levels of crude protein in the diet. *Small Rumin. Res.* 3: pp363-371.
17. SAS. 2000. SAS/STAT[®] User's guide (Release 8.1 ed.). Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
18. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach (2nd Ed.). McGraw-Hill Book Co., New York.
19. Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd edn. Cornell University Press, Ithaca, NY.