

추파(chufa) 괴경 첨가 식이가 흰쥐의 성장 및 혈액학치의 변화에 미치는 영향

황 의 경¹

상지대학교 생명자원과학대학 동물자원학과

The Effect of Feeding of Tubers of *Cyperus esculentus* on Growth and Hematological Changes in Rats

Eui-kyung Hwang¹

Department of Animal Science, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University

Abstract : This study was conducted to investigate the growth rate and hematological changes of the rats when supplemented with the powdered tubers of chufa(*Cyperus esculentus*) for four weeks. Nutritional composition of the powdered tuber of chufa is crude lipid(22.3%), crude protein(7.0%), crude fiber(8.8%), ash(5.1%), nitrogen free extract(48.9%) and water(7.9%), respectively. Sixteen Sprague-Dawley male rats(173.1±3.8 g) were randomly divided into two groups, control group and chufa group. Rats in control group were fed with American Institute of Nutrition(AIN)-76 diet and rats in chufa group were fed with modified AIN-76 diet contained the powdered tubers of chufa at the proportion of 26% of total diet in order to substitute the oil content of AIN-76 diet. Final body weight, gain of body weight and feed intake of rats in chufa group were larger than those of rats in control group significantly. But feeding efficiency of rats in chufa group was less than that of rats in control group significantly. All hematological values such as hemoglobin concentration and hematocrit and serological values such as glucose, total protein, albumin, AST, ALT, cholesterol, high density lipoprotein-cholesterol and triglyceride were not significantly different between control and chufa group, respectively. Thus powdered tuber of chufa showed good tastefulness and did not provoke any adverse effect to the health indicators of rats. Therefore tuber of chufa would be used as new adequate feed resource for animals and possibly as suitable food resource for humans.

Key words : chufa, *Cyperus*, rat, hematology, serology.

서 론

추파(Chufa: *Cyperus esculentus* L.)는 사초과(莎草科) 식물의 한 종으로서 저수지 주변이나 습지의 사질토양에서 잘 자라며 지상부는 화분과와 비슷한 모양으로 단면이 삼각형이고 속이 차 있는 줄기와 잎으로 구성되어 있고 지하부는 수염뿌리 끝에 괴경(tuber)을 가진 다년생 초본이다^{13,14,20}. 추파의 자생지인 남유럽과 아프리카 등에서는 추파를 오래전부터 재배하여 왔으며 이를 earth almond, earth nut, ground nut, tiger nut, yellow nut sedge 또는 edible rush 등으로도 부르고 있다^{6,7,9}.

추파의 섬유상의 가는 뿌리(수염뿌리) 끝에 달린 괴경은 길이가 1.0~2 cm이고, 지름은 0.5~1.7 cm이며 특히 조지방이 많고 조섬유가 풍부하며 그 외 단백질, 탄수화물 등을 고루 함유하고 있어 가축의 사료로 사용되었을 뿐만 아니라 사람의 식용으로도 이용되었다^{6,9,11,12,13}.

추파는 아직까지는 국내에 잘 알려져 있지 않아 일부 시

험적인 재배 외에 상업화된 재배는 아직까지 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이와 황²⁰은 추파 괴경에 함유되어 있는 풍부한 식물성 지방성분과 조섬유성분에 주목하고 이 식물의 국내 재배 가능성과 사료자원 및 건강식품 제조 원료로서의 이용성을 알아보기 위하여 이를 시험포장에 재배하고 수확하여 그 영양성분을 검사한 결과 수확성과 영양성분이 양호함을 확인하였다^{6,9}.

본 연구는 추파 괴경을 가축의 사료용 또는 건강식품 제조 원료로 사용하기 위한 기초자료를 얻고자 추파 괴경 분말을 흰쥐 사료에 첨가하여 급여한 후 흰쥐의 성장과 혈액학적 및 혈청학적 생리치에 미치는 영향을 조사함으로써 추파 괴경의 기호성, 사료가치 및 생리적 건강에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시 사료

추파 괴경은 2001년 상지대학교 내 작물 시험 포장에서 재배하여 수확한 것을 그늘에 말려 곱게 분쇄한 후 표준망체(ATSM No. 20, 850 µm)를 통과시킨 다음 사료로 이용하였다.

¹Corresponding author.

E-mail : ekhwang@mail.sangji.ac.kr

이 논문은 2002년도 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것임

시료에 대한 영양성분 분석

시료의 일반성분은 AOAC법¹⁾에 의해 분석하였는데, 이를 간략히 소개하면 수분은 105°C 건조기에서 건조 후 측정하였으며, 조단백은 Kjeldahl 법²²⁾으로, 조지방은 Soxhlet 추출법²²⁾으로, 회분은 회화법²²⁾으로 각각 측정하였으며, 가용무질소물(nitrogen free extract ; NFE)은 전체에서 조단백질, 조지방, 수분, 회분 함유량을 제함으로서 계산하였다^{22,23)}.

실험동물 및 식이

평균체중이 104±4.9 g인 생후 4주령인 수컷 흰쥐 Sprague-Dawley종 16마리를 (주)대한 바이오링크(충북 음성)로부터 구입하여 1주간 상용 펠렛 사료(제일제당, 한국)로 예비사양한 후 이들(173.1±3.8 g)을 무작위로 2개의 군으로 나누어 각각 4주간 사육하였다.

두 식이군의 식이조성은 추파 괴경 분말의 영양성분 분석 결과를 참고로 하여 두 군간 영양성분 함량이 동일하도록 조정하였다. 이에 따라 대조군에 속한 흰쥐에 대해서는 표준식으로 Ad Hoc Committee¹⁰⁾에서 권장한 AIN-76 식이조성에 의거 전체 사료 중 5%를 corn oil로 구성하였고, 처리군인 추파괴괴이군에 속한 흰쥐에 대하여는 대조군의 지방 성분과 같이 전체 사료 성분 중 지방 성분이 5%가 되게 하기 위하여 추파 괴경 분말을 전체의 26%가 되게 첨가하였다. 다른 영양성분에 대하여는 전체 영양성분 요구량 중 첨가된 추파 괴경 분말의 영양성분 함유량을 빼고 계산하였다. 실험에 사용된 대조군과 추파괴괴이군의 식이조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of experimental diets (g/100g)

	Control group	Chufa group
Chufa	-	26
Casein	20	18.4
Sucrose	50	37.5
Corn starch	15	10
Corn oil	5	-
Crude fiber	5	3.1
DL-methionine	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2
AIN Mineral mix ¹⁾	3.5	3.5
AIN Vitamin mix ²⁾	1	1

¹⁾AIN mineral mixture 76(Contents in g/ kg of mixture) : calcium phosphate, dibasic 500, sodium chloride 74, magnesium oxide 24, manganese carbonate(43-48% Mn) 3.5, ferric citrate(16-17% Fe) 6, zinc carbonate(70% ZnO) 1.6, cupric carbonate(53-55% Cu) 0.3, potassium iodate 0.01, sodium selenite 0.01, chromium potassium sulfate 0.55, sucrose, finely powdered, 390.

²⁾AIN vitamin mixture 76(contents in g/kg of mixture) : thiamine HCl 0.6, riboflavin 0.6, pyridoxine HCl 0.7, nicotinic Acid 0.003, d-calcium pantothenate 0.0016, folic acid 0.2, D-biotin 0.02, cyanocobalamin (vitamin B-12) 0.001, retinyl palmitate(vitamin-A) 1.6, DL-alpha tocopherol acetate 20, cholecalciferol(vitamin D3) 0.25, menaquinone(vitamin K2) 0.05, sucrose, finely powdered, 972.9.

실험에 사용한 영양성분들은 설당(제일제당, 한국)과 옥수수 기름(제일제당, 한국)을 제외하고는 모두 ICN Biomedicals, Inc(Costa Mesa, California, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

사양관리

실험동물을 수용하기 전에 케이지를 세척 소독하였으며, 케이지 바닥에는 깔짚으로 대패밥을 깔아주었다. 동물의 사육실 조건은 온도 22±2°C가 되게 하였으며, 해당 식이와 물은 제한하지 않고 자유롭게 섭취하도록 하였다. 흰쥐의 식이 섭취량은 주 2회 사료급여량에서 잔량을 빼주는 방법으로 측정하였으며, 체중은 주 1회 측정하였다.

시료 채취

실험동물은 희생하기 12시간 전부터 절식시킨 후 에테르로 가볍게 마취하여 복부를 절개한 다음 복부대동맥으로부터 혈액을 채취하였다. 또 간, 신장, 심장 및 비장을 떼어낸 다음 생리식염수로 장기를 씻은 후 여과지로 물기를 제거하고 무게를 각각 측정하였다. 채취한 혈액의 일부는 EDTA-2K 처리된 병(CBC bottle, 녹십자)을 사용하여 응고를 방지하였고, 나머지는 혈액생화학적 검사를 위해 혈청분리관에 옮겨 담았다. 전혈은 실온에 30분간 방치하여 혈액이 응고한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다가 공시하였다.

시료 분석

혈액학치로 헤모글로빈 농도는 Sahli-Hellige법¹⁸⁾으로 측정하고, 헤마토크리트치는 고속원심 침전법에 의한 모세관법¹⁹⁾으로 Hematocrit centrifuge(한일과학산업 HA-200, 한국)를 이용하여 각각 측정하였다.

혈청의 포도당 농도는 glucose oxidase법¹⁹⁾, 총단백 농도는 biuret법¹⁹⁾, 알부민(A) 농도는 brom cresol green법¹⁹⁾에 따라 조제된 시약 kit(아산제약, 한국)로 측정하였으며 글로부린(G) 농도는 총단백 농도에서 알부민 농도를 뺀으로써 구하였고 A/G 비율은 알부민 농도를 글로부린 농도로 나뉘므로써 계산하였다. 총콜레스테롤(TC), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C) 및 중성지방(triglyceride, TG) 농도는 각각 효소법에 의한 kit(아산제약, 한국)를 사용하여 측정하였으며, 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C) 값은 Friedewald식 [LDL-C] = [TC] - {[HDL-C] + [TG/5]} 을 이용하여 계산하였다^{4,19)}. aspartate aminotransaminase (AST) 및 alanine aminotransaminase (ALT) 활성도는 Reirman-Frankel법에 따라 조제된 시약 kit(아산제약, 한국)로 측정하였다.

통계처리

각 처리구의 측정값에 대해 평균치와 표준편차를 구하였으며, 각 군간의 통계적 유의성은 Student's t-test 통계처리용 프로그램으로 처리하여 검증하였다.

결 과

추파 괴경 분말의 이화학적 성분

추파 괴경 분말의 이화학적 성분은 수분 7.9%, 조단백질 7.0%, 조지방 22.3%, 조섬유 8.8%, 회분 5.1% 및 가용무질소물(nitrogen free extract) 48.9%이었다(Table 2).

식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율

4주간의 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이효율은 Table 3에 나타난 바와 같다. 식이 섭취량은 추파군이 552.5±17.9 g인데 비해 대조군은 438.2±34.7 g으로 추파군이 대조군에 비해 아주 매우 유의적으로 높았다(p<0.001). 시험 개시 체중은 추파군과 대조군간의 유의적인 차이가 없었으나 최종 체중은 추파군이 331.8±13.7 g인데 비해 대조군은 315.6±14.5 g으로 추파군이 대조군에 비해 유의적으로 높았다(p<0.05). 체중 증가량은 추파군이 157.6±12.1 g 인데 비하여 대조군은 143.8±10.6 g으로 추파

군이 대조군에 비해 유의적으로 높았다(p<0.05). 반면 식이효율은 추파군은 0.285±0.015인데 비해 대조군은 0.329±0.027로 대조군이 추파군에 비해 매우 유의적으로 높게 나타났다(p<0.01).

혈액의 헤모글로빈 농도 및 헤마토크리트치

헤모글로빈 농도의 경우 추파군은 평균 13.8±0.9 g/dl로서 대조군의 평균 13.0±0.9 g/dl 보다 약간 높았으나 유의성은 없었으며, 헤마토크리트치는 추파군이 평균 46.9±2.8%로 대조군의 평균 47.0±1.5%와 차이가 없었다(Table 4).

혈청의 포도당, 총단백 및 알부민 농도

해당 실험 식이를 4주간 섭취한 흰쥐의 혈청의 포도당과 총단백, 알부민(A), 글로부린(G) 농도 및 A/G 비율은 Table 5와 같다. 포도당 농도는 추파군이 평균 85.1±23.5 mg/dl로 대조군의 평균 79.0±15.7 mg/dl보다 조금 높았으나 두 군간의 유의차는 없었다. 총단백, 알부민, 글로부린 농도 및 A/G 비율 또한 두 군간의 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다.

Table 2. General composition of tuber of chufa

Composition	Contents (%)
Water	7.9
Crude protein	7.0
Crude lipid	22.3
Crude fiber	8.8
Nitrogen free extract(NFE)	48.9
Ash	5.1

Table 4. Hemoglobin and hematocrit contents of rats fed with experimental diets for 4 weeks

Group	Hb (g/dl)	HCT (%)
Control	13.0±0.9	47.0±1.5
Chufa	13.8±0.9	46.9±2.8

Each value represents mean ± SD.

Table 3. Cumulative feed intake, weight gain and food efficiency ratio of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group	Body weight (g)			Feed intake (g/4wk)	Feeding efficiency
	Initial	Final	Gain (g/4wk)		
Control	171.9±4.3	315.6±14.5*	143.8±10.6*	438.2±34.7***	0.329±0.027**
Chufa	174.3 3.0	331.8±13.7*	157.6±12.1*	552.5±17.9***	0.285±0.015**

Each value represents mean ± SD.

*, **, ***: Values between groups are significantly different at p<0.05, P<0.01 and p<0.001, respectively.

Table 5. The values of glucose, total protein, albumin, glucose and globulin of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group	Glucose (mg/dl)	Total protein (g/dl)	Albumin (g/dl)	Globulin (g/dl)	A/G ¹⁾ ratio
Control	79.0±15.7	6.7±0.6	3.9±0.4	2.8±0.3	1.40±0.14
Chufa	85.1±23.5	6.7±0.5	3.8±0.3	2.9±0.5	1.38±0.36

¹⁾A/G: albumin/globulin.

Each value represents mean ± SD.

Table 6. The concentration of serum lipid levels of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group	TC (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	LDL-C (mg/dl)	TG (mg/dl)
Control	100.3±10.0	20.9±2.6	67.2±9.8	60.5±16.2
Chufa	107.3±6.9	24.2±5.5	69.4±6.6	68.6±14.5

TC: total cholesterol, HDL-C: high density lipoprotein-cholesterol, LDL-C: low density lipoprotein-cholesterol, TG: triglyceride

Each value represents mean ± SD.

혈청 지질 성분

TC, HDL-C, LDL-C 및 TG의 농도는 Table 6과 같다. TC, HDL-C, LDL-C 및 TG 측정값은 추파급이군이 모두 대조군에 비하여 약간 높은 수준을 나타내었으나 두 군간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

혈청 AST 및 ALT 농도

혈청 AST, ALT의 값은 Table 7과 같다. ALT와 AST 값은 모두 두 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 7. The values of aspartate aminotransaminase(ALT), and alanine aminotransaminase(ALT) of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group	AST (IU/l)	ALT (IU/l)
Control	63.6±26.6	17.2±13.5
Chufa	63.8±29.3	15.6±12.5

Each value represents mean ± SD.

고 찰

추파의 잎과 줄기에서 생산된 영양분의 저장소인 괴경은 갈색의 얇은 섬유질의 겉껍질에 싸여 있으며 속의 육질은 연한 노랑색내지 백색이고 이삭아삭하고 단단하며 영양성분으로 전분과 당 등 탄수화물을 가장 많이 함유하고 있으며 이와 다량의 지방과 섬유소를 비롯하여 단백질 등을 고루 함유하고 있어 닭과 토끼와 같은 가축의 사료로 이용되었으며, 특히 불포화지방산과 식이섬유를 다량 함유하고 있기 때문에 건강식품의 제조 원료로도 이용되어 왔다^{2,3,6,7,9,13}.

추파 괴경 분말의 영양성분에 대한 분석 결과 가용무질소물의 함량이 48.9%로 가장 높았으며 조지방이 22.3%로 함량이 높은 반면 조섬유는 8.8%, 조단백은 7.0%로 비교적 낮았고 조회분은 5.1%, 수분은 7.9%이었는데 이를 Linssen 등⁶이 추파 괴경에 대해 보고한 분석성적(가용무질소물 47.9%, 조지방 25.5%, 조단백 5.1%, 조회분 2.2%, 수분 9.7%)과 비교하여 보면 대체로 비슷하지만 조지방 함량은 조금 낮은 반면 조단백 함량은 조금 낮았는데 이는 추파의 종자와 재배 환경에 따른 차이에 기인한 것으로 여겨졌다. 또한 이를 콩 및 땅콩과 비교하여보면 조단백 함량은 콩이 39.0~40.3%이고 땅콩은 22.5~26%로 추파 괴경이 이들에 비해 매우 낮은 반면에 조지방 함량은 땅콩이 44.3~47.5%이고 콩이 11.5~13.2%로 추파 괴경이 땅콩보다는 낮았지만 콩보다 현저히 높았고, 조섬유 함량은 땅콩이 11.1~11.4%이고 콩이 4.5~4.8%로 추파 괴경이 땅콩에 비하여는 다소 낮았고 콩에 비하여는 다소 높았다^{13,15,21}.

식이 섭취량에 있어 추파급이군이 대조군에 비해 높게 나타난 것은 추파급이군 급여 식이의 기호성이 대조군의 급여 식이에 비하여 높다는 것을 의미하며 이는 추파 괴경 분말의 기호성이 높은 것으로 추정할 수 있었다. 그러나 사료효율에 있어서는 대조군에 비하여 추파급이군이 유의적으로 낮

았는데, 이는 추파 괴경 분말의 성분분석을 통하여 대조군과 추파급이군의 식이에 함유된 영양성분이 서로 같도록 조정하여 배합했을지라도 추파 괴경 분말의 소화흡수율이 순수하게 정제된 급이 원료에 비하여 낮은데 기인한 것으로 생각되었다²³.

혈액의 헤모글로빈 농도는 추파급이군이 경미하게 높았지만 헤마토크리트치는 두 군이 거의 같았고 모두 정상범위에 속하였으며, 두 군 사이에도 유의적인 차이가 없었으나, 이를 같은 품종이고 주령도 비슷한 10주령 정상 랫트에 대해 송 등¹⁷이 조사 보고한 검사 성적과 비교하여 보면, 헤모글로빈 농도는 두 군이 모두 조금 낮은 반면 헤마토크리트치는 두 군이 모두 조금 높아 차이를 보였는데, 이는 시험에 사용된 흰쥐의 주령, 사육환경, 마취방법, 절식시간, 채혈시간, 채혈부위, 채혈방법 및 측정방법의 차이에서 비롯한 것으로 여겨졌다^{5,8,14}.

생체내 주요 에너지원인 탄수화물 대사의 지표가 되는 혈청의 포도당 농도는 추파급이군이 대조군에 비하여 다소 높았으나 모두 정상범위에 속하였고 두 군 사이에 유의적인 차이가 없었으며, 혈청 중 총단백, 알부민과 글로부린 농도 및 알부민/글로부린 비율도 두 군이 매우 유사한 값을 보였고 모두 정상범위에 속하였으며 이는 추파 괴경 분말 첨가 급이가 흰쥐 혈청의 포도당 및 단백질 농도를 정상적으로 유지하는데 별 다른 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다^{5,8,19}.

혈청 지질 성분인 TC, HDL-C, LDL-C 및 TG 농도는 관상동맥경화증을 비롯한 각종 동맥경화증 등 심혈관질환과 밀접한 연관이 있는 인자로 여겨지고 있는 데 모두 추파급이군이 대조군에 비하여 다소 높았으나 두 군 사이에 유의차는 없었으며, TC 농도는 송 등이 보고한 10주령 흰쥐의 평균값과 강 등이 보고한 13주령 흰쥐의 평균값보다는 다소 높았고, TG 농도는 추파급이군이 69.6±14.5 mg/dl이고 대조군이 60.5±14.5 mg/dl로 송 등이 보고한 142.6±31.1 mg/dl 및 강 등의 보고한 114.1±58.6 mg/dl에 비하여는 현저히 낮았지만 김 등¹⁶이 12주령 흰쥐에 대해 보고한 74.9±17.1 mg/dl와는 큰 차이가 없었다.

간세포에 다량 존재하는 효소로 간손상시 세포외로 다량 유출되어 혈액에 증가됨으로써 간손상의 지표로 이용되는 효소인 AST와 ALT 농도는 AST의 경우 두 군의 평균농도가 거의 같았고 ALT의 경우 대조군이 추파급이군에 비하여 조금 높았으나 두 군 사이에 유의차가 없었으며 모두 정상범위에 속하였고 송 등의 10주령 흰쥐 및 강 등의 13주령 흰쥐의 평균값에 비하여서는 현저하게 낮았다^{8,17,19}.

이상의 결과로 볼 때 추파급이군에서 추파 괴경 분말의 첨가로 인해 대조군에 비하여 사료의 기호성이 높아져서 사료 섭취량이 증가하고 이에 따라 체중량이 높아지는 효과가 나타났고, 그 외 혈액과 혈청학적 검사에서 대조군과 유의한 차이를 보이지 않음으로써 추파 괴경이 가축의 사료 및 건강식품 원료로서의 이용 가능성이 있음을 알 수 있었으며, 앞으로 이에 대해 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

결론

사초과 식물의 한 종으로서 지하부에 괴경(tuber)을 형성하는 특성을 가진 추파(chufa)의 괴경을 가축의 사료용 또는 건강식품 제조 원료로 사용하기 위한 기초자료를 얻고자 추파 괴경 분말의 영양성분을 분석하고 이를 흰쥐 사료에 첨가(전체 사료 중 26% 첨가)하여 4주간 급여한 다음 흰쥐의 성장 및 혈액과 혈청의 주요 생리학적 지표에 미치는 영향을 관찰하고자 체중변화, 사료 섭취량, 사료효율, 혈액의 헤모글로빈 농도와 헤마토크리트치, 혈청의 포도당과 단백질 농도 및 혈중 지질 성분 등을 조사하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 추파 괴경 분말의 영양성분 구성은 조지방 22.3%, 조단백질 7.0%, 조섬유 8.8%, 회분 5.1%, 가용무질소물(NFE) 48.9% 및 수분 7.9%였다.

2. 흰쥐의 최종체중과 증체량은 추파급여군이 대조군에 비하여 유의적($P < 0.05$)으로 높았고, 사료섭취량은 추파급여군이 대조군에 비하여 아주 매우 유의적($P < 0.001$)으로 많았으나 사료효율에 있어서는 추파급여군이 대조군에 비하여 매우 유의적($P < 0.01$)으로 낮았다.

3. 혈액의 헤모글로빈 농도와 헤마토크리트치, 혈청의 포도당 농도, 총단백, 알부민 및 글로부린치와 A/G 비율은 모두 시험군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

4. 혈청 지질 성분인 총콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C), 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C) 및 중성지방치와 혈청 alanine aminotransferase(AST)와 aspartate aminotransferase(ALT) 값은 모두 시험군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

참고 문헌

1. Association of official analytical chemists(AOAC). Official methods of analysis, 13th ed. Washington DC. 1980: 31.
2. Bamgbose AM, Eruvbetine D, Dada W. Utilization of tigernut (*Cyperus rotundus*, L) meal in diets for cockerel starters. Bioresource Technol 2003; 89: 245-248.
3. Bamgbose AM, Nwokoro SO, Kudi AC, Bogoro S, Egbo ML, Kushwaha S. Effect of feeding tigernut (*Cyperus rotundus*, L) meal on the performance of rabbits. Tropical Animal Health Production 1997; 29: 60-62.
4. Friewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of concentration of low density lipoprptein cholesterol without use of the preparation of ultracentrifuge. Clin Chem 1972; 28: 499-502.

5. Holmes DL. Clinical laboratory animal medicine. Ames: Iowa State University Press. 1984: 110-111.
6. Linssen JPH, Cozijnsen JL, Pilnik W. Chufa(*Cyperus esculentus*) : A new source of dietary fibre. J Sci Food Agric 1989; 49: 291-296.
7. Linssen JPH, Kielman GM, Cozijnsen JL, Pilnik W. Comparison of chufa and olive oils. Food Chem 1988; 28: 279-285.
8. Mitruka BM, Rawnsley HM. Clirical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals and normal humans. 2nd ed. New York: Masson Publising USA, Inc. 1981: 58-166.
9. Oderinde RA, Tairu OA. Evaluation of the properties of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber oil. Food Chem 1988; 28: 233-237.
10. The American Institute of Nutrition : Report of the American Institue of Nutrition Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies. J Nutr 1977; 107: 1340-1348.
11. Umerie SC, Enebeli JN. Malt caramel from tubers of *Cyperus esculentus*. Bioresource Technol 1996; 57: 215-216.
12. Umerie SC, Obi NAN, Okafor, EO. Isolation and characterization of starch from *Cyperus esculentus* tubers. Bioresource Technol 1997; 62: 63-65.
13. Umerie SC, Okafor, EO, Uka AS. Evaluation of the tubers and oil of *Cyperus esculentus*. Bioresource Technol 1997; 61: 171-173.
14. 강부현, 손화영, 하창수, 이현숙, 송시환. Ktc: Sprague-Dawley 랫드의 혈액학·혈액생화학치의 자료분석. 한국실험동물학회지 1995; 11: 141-145.
15. 고미경, 권대완, 송영선. 노란콩과 검정콩 식이가 흰쥐의 체내 지질 함량과 분변으로의 지질배설에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 1998; 27: 126-131.
16. 김제영, 오세원, 고진복. 고들빼기가 흰쥐의 성장률, 단백질 및 지질농도에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 1998; 27: 525-530.
17. 송창우, 황화선, 한상섭. Ktc: SD 랫드의 주령에 따른 기초 연구 I. 체중변화, 혈액·혈액생화학적 변화 및 노분석. 한국실험동물학회지 1990; 6: 33-43.
18. 이삼열. 임상병리검사법. 서울: 연세대학교 출판부. 1979: 72-73.
19. 이삼열, 정운섭, 권오현, 송경순. 임상병리검사법. 7판. 서울: 연세대학교 출판부. 2000: 224-315.
20. 이성규, 황의경. 사료자원으로서의 Chufa(*Cyperus esculentus* L.)의 생장특성과 사료가치. 한국초지학회지 2002; 22: 1-8.
21. 조규성. 땅콩의 초형별 화학성분 조성 비교. 한국영양식량학회지 1993; 22: 576-580.
22. 채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현. 표준 식품분석학. 서울: 지구문화사. 2000: 219-276.
23. 한인규, 최성식, 이영철. 가축영양학. 서울: 문운당. 1977: 46-248.