

**THE ESSENTIAL AMINO ACID REQUIREMENTS OF SOUTH
AFRICAN MUTTON MERINO LAMBS**

by

Abraham Vlok Ferreira

**Dissertation submitted to the Faculty of Agriculture, Department of Animal
Sciences, University of the Orange Free State**

In partial fulfilment of the requirements for the degree

Philosophiae Doctor

Promotor: Prof. H.J. van der Merwe

Bloemfontein

May, 1998

ABSTRACT

The EAA composition of the whole empty body and duodenal digesta content of South African Mutton Merino ram lambs fed a standard diet was investigated. The standard diet consisted (%) of 30 lucerne, 8 wheat straw, 56.25 maize meal, 3.5 molasse meal, 1 urea, 0.5 salt and 0.75 ammonium chloride. Twenty lambs were randomly allocated to four pre-assigned average slaughter weights (30, 35, 40 and 45 kg live weight). The composition of the whole empty body remained similar regardless of slaughter weight. The concentration of the following EAA's increased significantly ($P < 0.05$) with increasing live weight (30, 35, 40 and 45 kg): head & feet valine (3.87^a , 5.56^{ab} , 5.68^{ab} , 6.70^b), spleen phenylalanine (4.96^a , 5.00^a , 5.07^{ab} , 5.56^b) and valine (5.31^a , 5.50^{ab} , 5.69^{ab} , 6.03^b) as well as GIT phenylalanine (5.00^a , 6.50^a , 11.10^a , 18.78^b). The amino acid composition of the carcass, skin & wool and GIT played a predominant role in regression equations used to predict the whole empty body EAA composition. The whole empty body EAA composition (gAA/100g protein) was as follows: 7.72 arginine; 4.54 histidine; 3.06 isoleucine; 8.53 leucine; 6.46 lysine; 3.56 methionine; 5.22 phenylalanine; 4.65 threonine and 5.18 valine. This composition can serve as an example of the ideal EAA requirements for the EAA's examined for growth between 30 and 45 kg live weight in the whole empty body of South African Mutton Merino ram lambs.

With the exception of phenylalanine, significant ($P < 0.05$) differences between the EAA concentrations of the duodenal digesta and whole empty body occurred. According to chemical score, it was concluded that the duodenal digesta was first-limiting in histidine and second-limiting in methionine, followed by threonine and arginine for the whole empty body growth of South African Mutton Merino ram lambs fed a standard finishing diet. A calculated EAA composition to rectify imbalances in duodenal digesta was as follows (%): 11.21 arginine; 14.53 histidine; 8.17 isoleucine; 9.97 leucine; 8.64 lysine; 13.87 methionine; 9.97 phenylalanine; 12.54 threonine and 11.11 valine.

The EAA composition of nitrogen passage, absorption and synthesis along the gastrointestinal tract of South African Mutton Merino ram lambs fed a standard finishing diet was also investigated. The total nitrogen and EAA flow showed quite a dramatic decrease ($P < 0.05$) from the feed to the abomasum. The flow of all the EAA's increased ($P < 0.05$) from the feed to the duodenum with the highest increase for methionine (118 %). The ileal EAA flow differed significantly ($P < 0.05$) from that in the duodenum with the exception of threonine which was constant. Of the EAA's available in the duodenum, only 38 % was absorbed in the small intestine. The highest absorption was recorded for methionine (77 %). Based on the low average gross EAA metabolic efficiency rate (55 %), the EAA patterns of the duodenal digesta was disproportionate to that of the whole empty body protein. Threonine and histidine were the only EAA's deficient for the whole empty body protein synthesis for a growth rate of 200 g/day.

In order to study N utilization in South African Mutton Merino ram lambs, twenty-eight lambs (± 38 kg live weight) fitted with abomasal cannulas, were randomly allocated to four groups of seven each. They were fed a standard finishing diet supplemented with EAA's to eliminate imbalances in the duodenum. The EAA mixture, previously calculated, was infused at the following levels (g/lamb/day): 0.00, 38.27, 51.02 and 63.78, with adaptation and collection periods of 2 and 4 days each. Glisine was used to bring the various mixtures to a nitrogen equivalent base. The effect of the omission of the first (histidine), second (methionine) or third (threonine) limiting EAA from the mixture on utilization of N was also investigated on the same lambs. Infusion of 51.02 g/lamb/day of the EAA mixture resulted in an increase ($P < 0.07$) in N retention expressed as a percentage of N intake. On the other hand, the respective omission of histidine, methionine and threonine from the mixture (51.02 g/lamb/day), non-significantly ($P > 0.05$) reduced N retention with 13.5 %, 5.32 % and 11.42 %, respectively. The serum urea and whole blood EAA concentrations were not significantly ($P > 0.05$) influenced by the various treatments.

The results of the present study clearly indicate that the ideal protein concept prove promising but need further refinement in future.

OPSOMMING

Ondersoek is ingestel na die totale leë liggaam en duodenale essensiële aminosuursamestelling van Suid-Afrikaanse Vleismerino ramlammers, wat 'n standaard dieet ontvang het. Die fisiese samestelling van die dieet het (%) uit 30 lusern, 8 koringstrooi, 56.26 meliemeel, 3.5 melassemeel, 1 ureum, 0.5 sout en 0.75 ammoniumchloried bestaan. Twintig lammer is ewekansig aan vier voorafbepaalde slagmassas (30, 35, 40 en 45 kg lewende gewig) toegewys. Die essensiële aminosuursamestelling van die totale leë liggaam is nie deur slagmassa beïnvloed nie. Die konsentrasie van die volgende essensiële aminosure het betekenisvol ($P < 0.05$) met 'n toename in slagmassa (30, 35, 40 en 45 kg) verhoog: kop & pote valien (3.87^a , 5.56^{ab} , 5.68^{ab} , 6.70^b), milt fenielalanien (4.96^a , 5.00^a , 5.07^{ab} , 5.56^b) en valien (5.31^a , 5.50^{ab} , 5.69^{ab} , 6.03^b) asook die leë spysverteringskanaal fenielalanien (5.00^a , 6.50^a , 11.10^a , 18.78^b). Die aminosuursamestelling van die karkas, vel & wol en leë spysverteringskanaal het 'n belangrike bydrae in regressieformules vir die voorspelling van die totale leë liggaam essensiële aminosuursamestelling gelewer. Die totale leë liggaam essensiële aminosuursamestelling (g aminosuur/100g proteïen) was soos volg: 7.72 arginien; 4.54 histidien; 3.06 isoleusien; 8.53 leusien; 6.46 lisien; 3.56 metionien; 5.22 fenielalanien; 6.65 treonien en 5.18 valien. Hierdie aminosuursamestelling kan as 'n aanduiding dien van die ideale aminosuurbehoeftes van Suid-Afrikaanse Vleismerino ramlammers vir totale leë liggaamsgroei vanaf 30 tot 45 kg lewende massa.

Met die uitsondering van fenielalanien, het daar betekenisvolle ($P < 0.05$) verskille in die essensiële aminosuur konsentrasies van die duodenale-inhoud en totale leë liggaam voorgekom. Volgens die chemiese telling was die duodenale-inhoud eerste beperkend in histidien en tweede beperkend in metionien, gevolg deur treonien en arginien vir totale leë liggaamsgroei in Suid-Afrikaanse Vleismerino ramlammers. Die berekende essensiële aminosuursamestelling om die aminosuur wanbalans in die duodenum reg te stel was soos volg (%): 11.21 arginien; 14.53 histidien; 8.17 isoleusien; 9.97 leusien; 8.64 lisien; 13.87 metionien; 9.97 fenielalanien; 12.54 treonien en 11.11 valien.

'n Onderzoek is ingestel na die stikstof en essensiële aminosuurverteerbaarheid, -vloei en absorpsie deur die spysverteringskanaal van Suid-Afrikaanse Vleismerino ramlammers, wat 'n standaard dieet ontvang het. Die data van 20 lammers is gebruik. Die totale stikstof en essensiële aminosuurvloei het drasties verlaag ($P < 0.05$) vanaf die voer na die abomasum. Die vloei van al die essensiële aminosure het betekenisvol ($P < 0.05$) vermeerder vanaf die voer na die duodenum, met die hoogste toename in metionien (118 %). Die ileale essensiële aminosuurvloei, met die uitsondering van treonien, het betekenisvol ($P < 0.05$) van die in die duodenum verskil. Slegs 38 % van die beskikbare essensiële aminosure in die dunderm is verteer en geabsorbeer. Die hoogste absorpsie was vir metionien (77 %). Gebaseer op die lae bruto essensiële aminosuur metabolisme doeltreffendheid (55 %), was die essensiële aminosuurprofiel in die duodenale-inhoud ongebalanseerd in vergelyking met die totale leë liggaamsamestelling. Treonien en histidien was die enigste beperkende essensiële aminosure vir totale leë liggaamsproteïensintese teen 'n groeitempo van 200 g/dag.

Die stikstofbenutting van Suid-Afrikaanse Vleismerino ramlammers wat 'n standaard dieet ontvang het en aangevul is met essensiële aminosure om die wanbalans in die duodenum reg te stel is ondersoek. Agt-en-twintig lammers (± 38 kg lewende gewig) met abomasale kannulas is ewekansig aan vier groepe van sewe elk toegewys. Die aminosuurmengsel, voorheen reeds bepaal, is teen die volgende peile ingedrup (g/lam/dag): 0.00, 38.27, 51.02 en 63.78 met aanpassings en kolleksie periodes van 2 en 4 dae elk. Die onderskeie aminosuurmengsels is op 'n stikstof-ekwivalente basis met glisien gebring. Die effek van die weglating van die eerste (histidien), tweede (metionien) en derde (treonien) beperkende essensiële aminosuur vanuit die mengsel op die benutting van stikstof is ook ondersoek. Die indrupping van 51.02 g van die aminosuurmengsel/lam/dag het met 'n statisties betekenisvolle ($P < 0.07$) verhoging in stikstofretensie, uitgedruk as 'n persentasie van inname, gepaard gegaan. Die weglating van onderskeidelik histidien, metionien en threonien vanuit die mengsel (51.02 g/lam/dag) het 'n nie-betekenisvolle ($P > 0.05$) verlaging van 13.5 %, 5.32 % en 11.42 % in stikstofretensie tot gevolg gehad. Die serum-ureum en volbloed essensiële

aminosuurkonsentrasies is nie deur die onderskeie behandelings betekenisvol ($P > 0.05$) beïnvloed nie.

Die resultate van die huidige studie bewys dat die ideale proteïen beginsel belowend is hoewel verdere verfyning noodsaaklik blyk te wees.