

BESKRYWING VAN 'N APPARAAT OM GASWISSELING OOR KORT PERIODES BY LAMMERS TE BEPAAL

H.S. Hofmeyr, P. W. Vorster en P.J. de la Rey

Instituut vir Vee- en Suiwelkunde, Irene

SUMMARY: DESCRIPTION OF AN APPARATUS FOR SHORT TERM MEASUREMENTS OF GAS EXCHANGES IN LAMBS

A simple apparatus, based on the confinement principle as described by Charlét-Lery (1958) and modified by Turner & Thornton (1966) for short term gas exchange measurements in lambs is described.

OPSOMMING

'n Eenvoudige apparaat vir gaswisselingsmetings by jong lammers word beskrywe. Dit funksioneer op die toekas-prinsiep ("confinement system") wat deur Charlét-Lery (1958) vir varke beskrywe is en later deur Turner en Thornton (1966) gewysig is vir gebruik met beeste.

Gaswisseling by diere kan op verskillende wyses bepaal word. Daar is die bekende Pettenkofer-Tigerstedt oop sisteme, die Regnault-Reiset geslote sisteme en al die verbeterde sisteme wat op die genoemde twee sisteme gebaseer is. Dan is daar nog die sisteme waar gesigsmaskers, eenrigting asemhalingskleppe, Douglassakke en spirometers gebruik word. Van die genoemde sisteme bied slegs die metodes waar van gesigsmaskers gebruik gemaak word die moontlikheid om gaswisseling oor periodes van minder as 'n uur te bepaal. In die ander sisteme geskied gaswisseling-meting gewoonlik oor 'n periode van 24 uur of langer om die "dooie ruimte" probleem te oorkom wat ontstaan as gevolg van die relatiewe groot volume van die kapsule waarin die dier staan in verhouding tot die absorpsiesisteme in die toe-sisteme en die lugomset in die oopsisteme. Die gesigsmasker daarenteen is vir die dier onnatuurlik en kan sy asemhalingspatroon beïnvloed of opgewondenheid veroorsaak. In beide gevalle sal dit die gaswisselingsbepaling waardeloos maak.

Charlét-Lery (1958) het 'n eenvoudige sisteem vir varke beskrywe waarin gaswisseling oor tydperke van 'n uur en minder gemeet kan word. Die dier word in 'n lugdigte kas geplaas en die konsentrasie veranderinge in O₂ en CO₂ word met gereelde tussenposes bepaal.

Vanaf die konsentrasieveranderinge oor tyd kan die hoeveelhede CO₂ geproduseer en O₂ verbruik dan bereken word. Turner en Thornton (1966) het 'n soortgelyke apparaat vir beeste beskrywe, egter met ingeboude temperatuur en vogbeheer. Dit is vanselfsprekend dat met hierdie sisteem metings net oor kort tydperke gedoen kan word, daar die konsentrasies CO₂ voortdurend toeneem en O₂ afneem totdat dit die dier se metabolisme beïnvloed. Die lug moet dan eers weer ververs word.

Ons wou die vastende, rustende metabolisme van 'n groot getal lammers vanaf geboorte met gereelde tussenposes tot die ouderdom van een jaar meet. Die tydsfaktor was belangrik vanweë die getal wat gedoen moes word en daarom is besluit om die toe-kasprinsiep van Charlet-Lery, soos gewysig deur Turner en Thornton te gebruik.

Beskrywing van die Apparaat

Twee toe kaste is gebou, een vir lammers van geboorte tot op 'n ouderdom van twee maande, en die ander vir ouer lammers en volwasse skape. Net die kleiner kas word hier in besonderhede beskrywe.

In Fig. 1 word die hele sisteem skematies voorgestel. Dit bestaan basies uit:

- (a) Raamwerk
- (b) gaswisselingskas
- (c) hok
- (d) lugreëlingsisteme
- (e) lugmonsteringsisteme
- (f) meetapparaat

Raamwerk

Die gaswisselingskas bestaan uit 'n dop van 0.914 mm dikte plaatmetaal, 100 cm lank, 60 cm hoog, 80 cm wyd en oop aan die onderkant. Dit is aan die buitekant versterk met stroke hoek-yster en oorgetrek met polistyrene, 2,5 cm dik. Aan die bokant is 'n perspex-venster aangebring ten einde die proefdier in die kas te kan sien. Die dop se onderste kante pas presies in 'n watergevulde gegleufde kant van 'n platform wat die vloer van die kas vorm so dat 'n minimum wateroppervlakte aan kaslug blootgestel word. Die platform is dubbelwandig met polistyrene tussen die wande vir insulasie. Die platform is aangebring op 'n staal-raamwerk 40 cm van die grond af gelig. Daar is niks aangebring in of aan die dop self nie en dit is absoluut lugdig. Alle verbindings na buite gaan deur die vloer, deur groot rubberproppe wat daarin aangebring is.

Op die platform staan 'n stewige los draadhokkie, 61 cm lank, 37 cm wyd en 44 cm hoog binne in 'n plat pan wat as opvangbak vir urine en mis dien. Die vloer van die draadhokkie is ook van ruitjesmaasdraad 20 x 20 x 0,002 cm, 5 cm van die vloer gelig sodat die lam nie in sy eie uitskeidings kan lê nie. Die hokkie is bo oop, en is voorsien van 'n los deksel van ruitjesmaasdraad wat met behulp

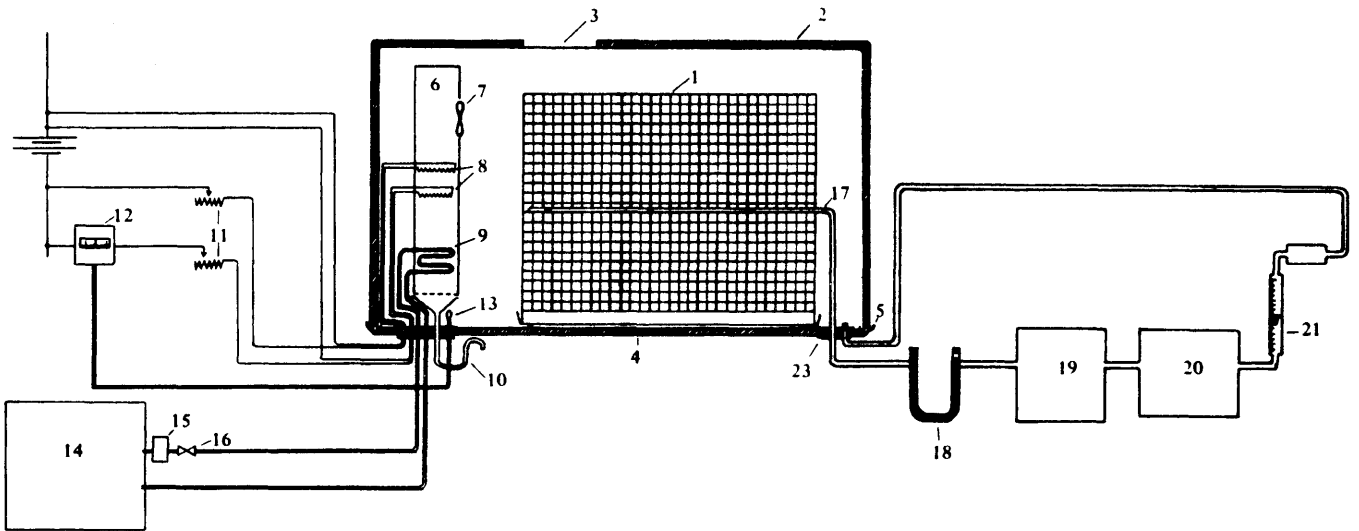


Fig. 1. — Skematiese voorstelling van toe kas:

1 - Draadhokkie; 2 - dubbelwandige kasdop; 3 - deursigtige ruit; 4 - urine opvangpan; 5 - waterseël; 6 - lugversorgingseenheid; 7 - waaier; 8 - verwarmingselemente; 9 - verkoelingsklos; 10 - trechter met U-buis vir gekondenseerde vog; 11 - veranderbare weerstande; 12 - temperatuur kontrole-eenheid; 13 - weerstandstermometer; 14 - koue waterbad; 15 - sentrifugale pomp; 16 - klep; 17 - monsternemingspyp; 18 - U-buis met CaCl_2 -korrels; 19 - CO_2 analiseerder; 20 - O_2 analiseerder; 21 - rotameter; 22 - diafragma pompie.

van los ysterpenne op enige hoogte geplaas kan word sodat die lam, indien nodig, geforseer kan word om te bly lê in die hokkie.

Lugreëlingsstelsel

Aan die een kant op die platform is 'n lugreëlings-eenheid aangebring (Reco model WT 100). Die kaslug word deur middel van 'n waaier eers oor 'n verkoelingsklos getrek en daarna gaan dit oor twee 1 Kilowatt-verwarmingselemente. Koue water word met behulp van 'n sentrifugale pomp vanaf 'n eksterne koue waterbad deur die verkoelingsklos gesirkuleer. Die vloeiensnelheid van die water kan gereguleer word met behulp van 'n kraan in die toevoerpyp en sodoende kan die voggehalte van die kaslug binne perke beheer word. Aanvanklik is saamgeperste freon in die verkoelingsklos gesirkuleer om daar te verdamp soos in 'n yskas, maar dit het nie goeie temperatuur kontrole tot gevolg gehad nie. Die twee verwarmingselemente is elk in 'n afsonderlike stroombaan. Die eerste klos dien as basiese hittebron en word met behulp van 'n veranderbare weerstand so gestel dat dit net te min hitte tot die lugstroom voeg om dit by die vereiste temperatuur te bring. Die tweede verwarmingselement dien as hulpverhitter en is in series geskakel met 'n weerstandsdraad-temperatuursensor (Honeywell), veranderbare weerstand en proporsionele band outomatiese kontrole-eenheid met 'n aan-af skakelaar (Versipak, Honeywell). Deur verstellinge aan die veranderbare weerstand kan die hoeveelheid hitte vrygestel wanneer die stroombaan geslote is gereguleer word. Dit tesame met die beheer deur die kontrole-eenheid bring mee dat die kaslug se temperatuur beheer kan word tot plus minus $0,5^\circ\text{C}$.

Lugmonsterneming en gaskonsentrasiemeting

Langs die lengte van die draadhokkie op 'n hoogte van 20 cm is 'n 4 mm deursnee kopermonsternemingspypie

aangebring. Die een punt is toegemaak maar op gereelde afstande in die wand is monsternemingsgate geboor, van groot na klein om eweredige monsterneming oor die lengte van die kas te verseker. In series met die pypie is die volgende geskakel: U-vormige buis met CaCl_2 korrels om die lug te droog, stofafsluiter, infrarooi CO_2 -analiseerder (Beckman IR0215A) paramagnetiese O_2 -analiseerder (Beckman Model E2), rota-meter vir lugvloei-meting en diafragma-pompie. Die diafragma-pompie pomp die lug deur die hele lug-analise reeks en weer terug in die kas. Die CO_2 -analiseerder se lesings word outomaties op 'n Beckman registreerder geregistreer. Die betrokke O_2 -analiseerder kan egter nie met 'n registreerder verbind word nie en lesings moet dus direk vanaf die analiseerder geneem word. Die hele stelsel moet absoluut lugdig wees. Dit word getoets deur 'n negatiewe druk in die kas te bewerkstellig en vas te stel of dit gehandhaaf word. Dit word ook getoets deur CO_2 in die kas in te laat sodat die CO_2 en O_2 -konsentrasies binne-in die kas verskil van die van die omringende atmosfeer. Daar word dan vasgestel of die konsentrasies gehandhaaf word. Hierdie stelsel beantwoord aan die vereistes.

Lugdruk in die kas word bepaal deur die kasruimte te verbind met 'n waterge vulde U-buis. Barometriese druk word met 'n kwikbarometer bepaal en die lesings word gekorrigeer vir die waargenome drukverskille tussen kas en atmosfeer.

Werkings van die apparaat

Die dier word in die apparaat gelaat totdat die persentasie O_2 gedaal het van 20,9% (atmosferiese lugkonsentrasie) tot nie laer nie as 19%. Die CO_2 -konsentrasie behoort nie hoër as 1,5% te styg nie. Binne hierdie perke word die dier fisiologies nie beïnvloed nie (Blaxter, 1962). Voor die volgende metings moet die lug in die kas eers weer ververs word. Die volume O_2 by N.T.D. op enige stadium in die kas is gelyk aan

$$\frac{(V_1 - V_2) \times 273 \times (D - H) \times \% O_2}{T \times 760 \times 100} \quad (1)$$

waar V_1 = Volume van die kas
 V_2 = Volume van die dier*
 D = Barometiese druk
 H = Parsiële waterdampdruk
 T = Absolute temperatuur in die kas

* Volume van die dier word soos volg bereken:
 Liggaamsamestelling word beraam deur die tritiumverdu-
 ningsmetode of deur regressieverwantskappe met liggaams-
 massa (Hofmeyr, ongepubliseerd). Digtheid van vet word as
 0,912 geneem (Bieber *et al*, 1961) en vetvrye liggaam as
 1,100 (Morales *et al*, 1945).

Die volume CO_2 in die kas word op soortgelyke
 wyse as die O_2 -volume bereken.

In Fig. 2 word 'n tipiese voorbeeld gegee van die ver-
 andering in O_2 -konsentrasie oor tyd, soos dit met skaap-
 lammers in die kas bepaal is.

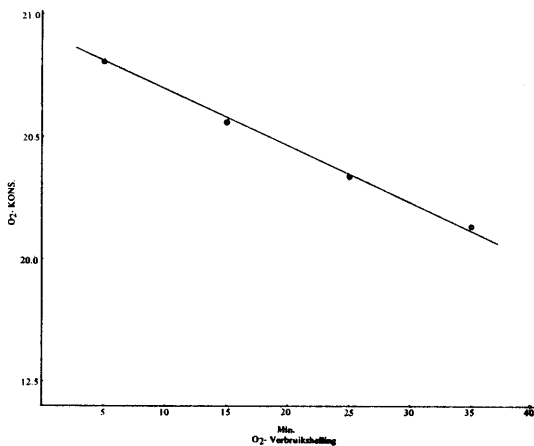


Fig. 2. — Voorbeeld van verwantskap tussen O_2 konsentra-
 sie in kas en tyd as gevolg van O_2 -verbruik deur 'n lam.
 ● = werklike O_2 -waardes soos met die O_2 -analiseerder
 bepaal.

Kalibrasie van die Apparaat

Die apparaat moet gekalibreer word vir totale volu-
 me van die kas plus monsternemingsstelsel. Dit is gedoen
 deur 'n bekende volume gas met 'n bepaalde O_2 -konsentra-
 sie in die kas in te pomp. Die volume van die kas is dan:

$$\frac{V_1 \times D_1 \times a \times T_3 \times T_2}{(T_2 D_3 C - T_3 D_2 b) T_1} \quad (2)$$

waar

V_1 — volume kalibrasiegas in kas ingelaat.
 D_1, D_2 en D_3 — druk in kalibrasiegas, kas voor en
 kas na kalibrasiegas ingelaat is.
 T_1, T_2 en T_3 — temperatuur van kalibrasiegas en
 kas voor en na kalibrasiegas ingelaat
 is.
 a, b en c — O_2 konsentrasie in kalibrasiegas en
 kas voor en na kalibrasiegas inge-
 laat is.

Indien die temperatuur in die kalibrasiegas dieselfde
 is as in die kas en indien die kalibrasiegas so 'n hoë persen-
 tasie suurstof bevat dat slegs 'n klein hoeveelheid gas ge-
 bruik word, verval T_1, T_2 en T_3 en kan drukverskille ge-
 ignoreer word. Dan word die volume van die kas

$$\frac{V_1 \times a}{c - b} \quad (3)$$

Die mate van akkuraatheid wat vereis word sal bepaal
 of (2) of (3) gebruik sal word. Die O_2 -analiseerders word ge-
 kalibreer met standaardgasse waarvan die samestelling vol-
 gens fisiese metodes bepaal is.

Verwysings

- BIEBER, D.D., SAFFLE, R.L. & KAMSTRA, L.D., 1961.
 J. Anim. Sci. 20, 239.
 BLAXTER, K.L., 1962. The Energy metabolism of rumi-
 nants, London: Hutchinson.
 CHARLET-LERY, G., 1958. First Symposium on Energy
 Metabolism, p. 194. Rome: European Association for
 Animal Production.
 MORALES, M.F., RATHBUN, E.N., SMITH, R.E. & PACE,
 N., 1945. J. biol. Chem. 158, 677.
 TURNER, H.G. & THORNTON, R.F., 1866. Proc. Aust.
 Soc. Anim. Prod. 6, 413.