

Der Einfluss verschieden hoher Energie-  
und Proteinzufuhr auf den Energie-  
und Stoffumsatz bei Ferkeln

A B H A N D L U N G

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Technischen Wissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
Hans Melchior Halter  
dipl. Ing.-Agr. ETH  
geboren am 18. Februar 1950  
von Lungern (OW)

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. A. Schürch, Referent  
Prof. Dr. C. Wenk, Korreferent

Zürich 1984

## 8. ZUSAMMENFASSUNG

In vier Respirationsversuchen mit total 36 Kastraten in Gruppen zu je 3 Tieren wurde im Gewichtsbereich von 7 bis 25 bzw. 40 kg der Einfluss der Fütterungsintensität und der Protein- und Energiezufuhr auf das Wachstum, den Protein- und Energieansatz sowie die physische Aktivität untersucht.

In den Versuchen I und II mit Normalfutter (20,5 % Rohprotein, 14,2 MJ/kg verdauliche Energie) erhielt je eine Gruppe das Futter ad libitum vorgelegt. Den Ferkeln der zweiten Gruppe wurde das Futter rationiert zugeteilt, so dass sie, bezogen auf die erste Gruppe mit ad libitum Verzehr, im Versuch I 60 % und im Versuch II 40 % der Produktionsfuttermenge erhielten.

Versuch III umfasste 3 Versuchsgruppen und wurde in 2 Wiederholungen durchgeführt. Zwei Futtermischungen P 26 (26,4 % Rohprotein, 13,8 MJ/kg verdauliche Energie) und P 22 (21,6 % Rohprotein, 14,7 MJ/kg verdauliche Energie) wurden den Ferkeln rationiert zugeteilt. Die relative Protein- bzw. Energiemenge betrug in den drei Versuchsvarianten 130 bzw. 100 (Variante A, Futter P 26), 100 bzw. 100 (Variante B, Futter P 22) und 100 bzw. 70 (Variante C, Futter P 26).

Im Versuch IV wurden die beiden Futtermischungen P 26 und P 22 je einer Versuchsgruppe ad libitum vorgesetzt. Im Gegensatz zu den Versuchen I, II und III, die sich nur über den Gewichtsbereich von 7 bis 25 kg Lebendgewicht erstreckten, wurden im Versuch IV 2 von 3 Tieren der beiden Versuchsgruppen bis 40 kg gehalten.

### Ergebnisse

Die Futterrestriktion in den Versuchen I und II führte zu einem um 26 bzw. 47 % geringeren Tageszuwachs als bei ad libitum-Fütterung. Der Futteraufwand pro kg Zuwachs wurde durch die Futterrationierung nur geringfügig um 7 % erhöht. Der tägliche Stickstoffansatz betrug bei den ad libitum gefütterten Ferkeln im Gewicht von 20 kg rund 22 g. Die Restriktion des Produktionsfutters auf 40 % des ad libitum Wertes (Versuch II) hatte einen um

40 % geringeren täglichen Stickstoffansatz zur Folge. Bei den ad libitum gefütterten Ferkeln machte die Nettoenergie (Produktion) 45 bis 49 % der aufgenommenen umsetzbaren Energie aus, was an der oberen Grenze des nach Literaturangaben beobachteten Bereichs liegt.

Im Versuch III bewirkte die bei Variante A gegenüber B um 30 % höhere Proteinzufuhr bei gleicher Energiezufuhr einen um 9 % höheren Tageszuwachs. Der Futteraufwand pro kg Zuwachs blieb unbeeinflusst. Die Verminderung der Protein- und der Energiegabe in Variante C hatte gegenüber Variante A einen um rund 29 % geringeren Tageszuwachs und einen um 5 % tieferen Futteraufwand pro kg Zuwachs zur Folge. Bei 20 kg Gewicht betrug der tägliche Stickstoffansatz bei Variante A rund 22 g, bei Variante B etwa 17 g und bei Variante C etwa 15 g.

Im Versuch IV erreichten die Ferkel mit dem proteinreichen Futter P 26 den gleich hohen Tageszuwachs wie mit Futter P 22, obwohl die Tiere mit dem Futter P 22 bei Versuchsbeginn 1 kg schwerer waren. Zwischen 25 und 40 kg lag der Tageszuwachs der proteinreich gefütterten Ferkel um 17 % über demjenigen der mit Futter P 22 ernährten Tiere. Der Futteraufwand pro kg Zuwachs lag bei Futter P 26 durchwegs tiefer und der tägliche Stickstoffansatz um rund 10 bis 20 % höher als bei Futter P 22.

Der Anteil an der gesamten Wärmebildung, der durch physische Aktivität erklärt werden kann, machte bei den ad libitum gefütterten Ferkeln 10 bis 15 %, bei den restriktiv ernährten hingegen wesentlich mehr (bis 25 %) aus. Die Zusammensetzung des Futters beeinflusste diesen Wert nur geringfügig.

Die ad libitum gefütterten Ferkel setzten 35 bis 50 % der Nettoenergie (Produktion) in Form von Protein und den Rest in Form von Fett an. Bei restriktiver Fütterung war der Proteinansatz höher. Zu Beginn der Versuche machte er bis 75 % aus. Bis 25 kg Gewicht machte sich bei ad libitum-Fütterung ein positiver Einfluss des Proteingehalts im Futter auf den Proteinansatz geltend.

Die Berechnung des Erhaltungsbedarfs ergab 709 kJ pro kg  $G^{0,569}$  bzw. 505 kJ pro kg  $G^{3/4}$ . Der Energieaufwand für physische Aktivität belief sich im Mittel auf 23 % des Erhaltungsbedarfs. Dieser Anteil wurde weder durch die Fütterungsintensität noch durch das Gewicht der Ferkel massgebend beeinflusst. Der um den Energieaufwand für die physische Aktivität korrigierte Erhaltungsbedarf betrug 552 kJ pro kg  $G^{0,569}$  bzw. 391 kJ pro kg  $G^{3/4}$ .

Der partielle Wirkungsgrad für die Verwertung der umsetzbaren Energie für das Wachstum ( $k_w$ ) betrug bei Verwendung des Exponenten 0,569 zur Berechnung der metabolischen Körpergrösse 0,63 und bei Verwendung der 3/4-Potenz 0,69.

Zur Rationengestaltung bei Ferkeln kann aus den vorliegenden Ergebnissen abgeleitet werden, dass hohe Wachstumsintensität einen Proteingehalt in der Ration erfordert, der über den gebräuchlichen Bedarfsempfehlungen liegt.

## Résumé

Quatre essais en chambres respiratoires, avec au total 36 castrats pesant entre 7 et 25 voire 40 kg répartis en groupes de 3 animaux, ont été faits pour étudier l'influence du niveau d'alimentation et de l'apport protéique et énergétique sur la croissance, la fixation des protéines et de l'énergie, et l'activité physique.

Dans les essais I et II il a été utilisé de l'aliment normal (20,5 % de protéines brutes (PB), 14,2 MJ/kg d'énergie digestible (ED)). Dans chaque essai un premier groupe a été alimenté à volonté. Aux porcelets du second groupe l'aliment a été distribué d'une manière restrictive de telle sorte qu'ils ont reçu 60 % (essai I) et 40 % (essai II) de la quantité d'aliment à disposition pour les productions dans le groupe alimenté à volonté.

L'essai III comprenait 3 groupes et a été répété une fois. Deux mélanges d'aliment P 26 (26,4 % PB, 13,8 MJ/kg ED) et P 22 (21,6 % PB, 14,7 MJ/kg ED) ont été distribués d'une manière rationnée. Le taux relatif de protéines et d'énergie s'est élevé respectivement dans les trois variantes expérimentales à 130 et 100 (variante A, aliment P 26), 100 et 100 (variante B, aliment P 22), et à 100 et 70 (variante C, aliment P 26).

Dans l'essai IV les deux mélanges d'aliments (P 26 et P 22) ont été donnés à volonté chacun à un groupe expérimental. Au contraire de ce qui s'est passé dans les essais I, II et III, qui ont porté sur la séquence de poids de 7 à 25 kg, dans l'essai IV, 2 animaux sur 3 des deux groupes expérimentaux ont été gardés jusqu'à 40 kg.

## Résultats

La restriction alimentaire dans les essais I et II a provoqué respectivement une diminution du croît journalier de 26 % et 47 % par rapport à l'alimentation ad libitum. Le rationnement n'a que peu augmenté, d'environ 7 %, l'indice de consommation. La rétention azotée journalière s'est élevée chez les porcelets alimentés

à volonté pesant 20 kg à environ 22 g. La réduction de l'aliment pour les productions à 40 % de la valeur ad libitum (essai II) a eu pour conséquence une diminution d'à peu près 40 % de la rétention azotée journalière. Chez les porcelets alimentés ad libitum l'énergie nette (de production) a représenté 45 % à 49 % de l'énergie métabolisable ingérée, ce qui constitue des valeurs se situant à la limite supérieure des références bibliographiques comparables.

Dans l'essai III l'apport protéique de 30 % plus élevé dans la variante A que dans la variante B a provoqué pour un même apport énergétique une augmentation de 9 % du gain journalier. L'indice de consommation est resté inchangé. La réduction de l'apport protéique et énergétique dans la variante C a conduit par rapport à la variante A à une diminution d'environ 29 % du croît journalier et à une amélioration de 5 % de l'indice de consommation. Au poids de 20 kg la rétention azotée journalière s'est élevée dans la variante A à environ 22 g, dans la variante B à environ 17 g et dans la variante C à environ 15 g.

Dans l'essai IV les porcelets ont réalisé jusqu'à 25 kg avec l'aliment P 26 le même gain journalier qu'avec l'aliment P 22, bien que les animaux ayant reçu l'aliment P 22 aient pesé un kilo de plus au début de l'essai. Entre 25 et 40 kg le croît journalier des porcelets auxquels a été distribué l'aliment riche en protéines a accusé une augmentation d'environ 17 %, comparé à celui des animaux ayant reçu l'aliment P 22. L'indice de consommation a présenté avec l'aliment P 26 une nette amélioration et la rétention azotée journalière une augmentation d'environ 10 % à 20 % par rapport à l'aliment P 22.

La part de la production totale de chaleur qui peut être expliquée par l'activité physique a représenté chez les porcelets alimentés ad libitum 10 % à 15 %. Elle montait chez les animaux rationnés jusqu'à 25 %. La composition de l'aliment n'a que peu influencé ce paramètre.

Les porcelets ayant reçu de l'aliment à volonté ont fixé 35 à 50 % de l'énergie nette (de production) sous forme de protéines et le reste sous forme de graisse. Dans le cas de l'alimentation restrictive la rétention protéique a été plus élevée. Au début des essais il a représenté jusqu'à 75 % de l'énergie nette. Jusqu'à un poids de 25 kg il a été observé dans le cas de l'alimentation ad libitum un effet favorable de la teneur en protéines de l'aliment sur la rétention protéique.

La détermination du besoin d'entretien a donné comme résultats 709 kJ par kg de  $P^{0,569}$  et 505 kJ par kg de  $P^{3/4}$ . La dépense énergétique pour l'activité physique a représenté en moyenne 23 % du besoin d'entretien. Ni l'intensité d'alimentation, ni le poids des porcelets n'ont influencé d'une manière déterminante cette proportion. Le besoin d'entretien, corrigé pour l'activité physique, s'est élevé à 552 kJ par kg de  $P^{0,569}$  et à 391 kJ par kg de  $P^{3/4}$ .

Le rendement énergétique partiel de l'utilisation de l'énergie métabolisable pour la croissance ( $k_v$ ) atteint 0,63 si l'on utilise 0,569 comme exposant pour déterminer le poids métabolique et 0,69 en calculant avec à la puissance 3/4.

Il peut être déduit des résultats obtenus dans ce travail qu'une croissance élevée requiert une teneur en protéines de la ration supérieure aux recommandations usuelles.