

Vortragstagung der DGfZ und der GfT am 17./18. September 2003 in Göttingen

Phänotypische Charakterisierung zweier Rindertypen hinsichtlich Wachstum, Hormonkonzentrationen und Fleischqualität als Ausgangspopulation für segregierende Familienstrukturen

Bellmann, O., Wegner, J., Schneider, F., Teuscher, F., Ender, K.

Einleitung

In den zurückliegenden Jahren wurden viele einzelne und in Verbindung stehende Regelmechanismen der Stoffumwandlung im tierischen Organismus erforscht. Umfassende Kenntnisse über die genetische Steuerung der komplex ablaufenden Stoffwechselsysteme bestehen jedoch nicht. In unserem Institut haben wir uns deshalb das Ziel gestellt, an einem Tiermodell verschiedene Wege der Stoffumwandlung im tierischen Organismus zu untersuchen. Als Tiermodell wurde eine segregierende Familienstruktur gewählt und die in Deutschland am stärksten vertretene Milch- bzw. Fleischrinderrasse, die Deutschen Holstein (DH) und Charolais (CH), verwendet (KÜHN et al., 2002). Beide großrahmige Rinderrassen unterscheiden sich im Stoffumsatz, der durch die stärkere Ausrichtung der Selektion und Züchtung auf wirtschaftlich bedeutende Merkmale, wie der Milch/Eiweißleistung bzw. dem Fleisch/Proteinansatz im starken Maße beeinflusst wurde.

Das unterschiedliche Wachstumspotential spiegelt sich auch auf zellulärer Ebene des Muskel- und Fettgewebes wider. Der Muskelfaserdurchmesser steigt zwischen Geburt und einem Alter von 24 Monaten bei Bullen um das bis zu 24-fache, während die Faseranzahl konstant bleibt (WEGNER et al., 2000).

Hormone der somatotropen Achse spielen eine wesentliche Rolle in der Koordinierung des Wachstumspotentials und die Anpassung an die Nährstoffversorgung (BREIER und SAUERWEIN, 1995). Grundsätzlich ist die Somatotropinkonzentration mit dem genetischen Vermögen der Milchleistung positiv korreliert, während die IGF-1-Konzentration zur Milchleistung negativ korreliert scheint (SNIJDERS et al., 2001). Es ergibt sich keine grundsätzlich einheitliche Aussage der hormonellen Regulation des Umsatz- oder des Ansatztyps. Mit Leptin wurde 1994 ein Hormon entdeckt, das vor allem in die Regulation des Körperfettes eingreift (ZHANG et al., 1994) und als ein guter Indikator für die Körperversorgung geeignet ist, da seine Konzentration mehr vom Fettgehalt als von der Rasse abhängt (CHILLIARD et al., 1998; DELAUAUD et al., 2002).

Das gewählte Untersuchungsspektrum soll einen Beitrag zur Aufklärung der Regulationsmechanismen der Nährstoffverteilung leisten.

Material und Methoden

In das Experiment wurden 18 DH- und 18 CH-Bullen einbezogen. Vom 5. bis zum 18. Lebensmonat standen die Bullen auf Einzelfutterplätzen. Die Futterration bestand aus einem

Mischfutter (44,8% Gerste, 36,9% Melasseschnitzel, 13,7% Sojaextraktionsschrot, 3% Melasse, 1,6% einer Prämixmischung) und gehäckselten Wiesenheu im Verhältnis der Originalsubstanz von 3:1. Beide Futtermittel wurden ad libitum angeboten. Die Wachstumsuntersuchungen am lebenden Tier erstrecken sich auf monatliche Feststellung des Lebendgewichtes und der Körpermaße in vierteljährlichen Abständen. Im Alter von 6, 8, 10, 13 und 16 Monaten wurden bei den 13 CH und 12 DH-Bullen je eine Blutprobe sowie eine Muskelprobe aus dem M. semitendinosus (mittels Schussbiopsie nach WEGNER und SCHÖBERLEIN, 1984) genommen. Im Alter von 9 Monaten, in der Phase des größten Wachstums, wurde eine intensive Blutentnahme aus der Vena jugularis mittels Venenkatheder durchgeführt (an je einem Tag vom 10.00 bis 16.00 Uhr alle 20 Minuten). Um einen Fütterungseinfluss zu verhindern, wurden die Tiere, nach einer Eingewöhnungsphase, während dieser Intensivbeprobung für zwei Wochen alle vier Stunden gefüttert. Die Bestimmung der Hormonkonzentrationen erfolgte wie kürzlich beschrieben (BELLMANN, et al, 2003).

Die Bullen wurden im Alter von 18 Monaten im institutseigenen Schlachthaus geschlachtet und zerlegt. Der Eiweiß- und Fettgehalt in der Schlachtkörperhälfte wurde analytisch bestimmt. Für die Versuchstierplanung und -auswertung wurde der t – Test angewendet. Neben der Errechnung der Mittelwerte (\bar{x}) und der Variation (s) erfolgte die Signifikanzprüfung bei $p \leq 0,05\%$ „+“, $\leq 0,01\%$ „++“, und $\leq 0,001\%$ „+++“.

Ergebnisse und Diskussion

Im Versuchszeitraum hatten die DH, obwohl sie leichter als die CH waren, einen gleich hohen Futtermittelverzehr. Der Energieaufwand/kg Lebendgewichtszunahme der CH lag um signifikant 14% niedriger als bei DH. Mit einem Mastendgewicht von 750,6 kg und durchschnittlich täglichen Gewichtszunahmen (LGZ) von 1377 g zeigten die CH ihr hohes genetisches Wachstumsvermögen. Die DH – Bullen waren 84,7 kg leichter und erreichten tägliche LGZ von etwa 1200 g.

Das postnatale Wachstum in einem Alter zwischen 6 und 16 Monaten ist gekennzeichnet durch eine 2,6-fache (CH von $2035 \pm 346 \mu\text{m}^2$ auf $5383 \pm 767 \mu\text{m}^2$) bzw. 2-fache (DH von $2114 \pm 285 \mu\text{m}^2$ auf $4280 \pm 543 \mu\text{m}^2$) Vergrößerung des durchschnittlichen Faserdurchmessers im M. semitendinosus. Die Faserverteilung ändert sich während des Wachstums kaum und weist auch keine rassebedingten Unterschiede auf. Wie schon bei anderen Untersuchungen an unserem Institut (Wegner et al., 2000) waren keine Unterschiede in der Muskelfaserverteilung zwischen den Rassen zu finden (Typ IIB 6 Monate: CH $76,7 \pm 5,8\%$, DH $76,2 \pm 4,2\%$; 16 Monate: CH $74,6 \pm 6,7\%$, DH $73,4 \pm 4,9\%$; Typ IIA 6 Monate: CH $16,1 \pm 3,8\%$, DH $13,8 \pm 5,1\%$; 16 Monate: CH $16,5 \pm 4,5\%$, DH $17,1 \pm 3,1\%$; Typ I 6 Monate: CH $7,2 \pm 4,4\%$, DH $10,1 \pm 4,4\%$; 16 Monate: CH $8,8 \pm 3,4\%$, DH $9,3 \pm 2,9\%$).

Um die Nährstoffverteilung im Körper zu kontrollieren, ist das Zusammenwirken eines regulatorischen Systems mit Hormonen wie Somatotropin, IGF-1, Insulin und Glukagon notwendig. Sowohl die mittleren Somatotropinkonzentrationen als auch die Basislinien zeigten bei unseren Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen.

Wichtig sind Unterschiede in der Sekretion des Hormons. Bekanntlich wird Somatotropin in Pulsen ausgeschüttet, die nicht von der Fütterung beeinflusst sind (Gluckman et al., 1987). Untersuchungen zeigten, dass zwischen der Pulsfrequenz und der Milchleistung eine negative Korrelation besteht (Klindt, 1988). Bei beiden von uns untersuchten Rassen waren die Somatotropinpulse gleichmäßig verteilt. Allerdings erfolgte die Sekretion des Somatotropins bei CH mit häufigeren Pulsen als bei DH, die zudem eine niedrigere Amplitude aufwiesen (CH: $4,7 \pm 0,9$ Pulse in 6h, Amplitude $6,3 \pm 2,8$ ng/ml; DH $3,5 \pm 1,2$ Pulse in 6h, Amplitude $10,1 \pm 7,7$ ng/l).

Scheinbar führt die Ausschüttung des Somatotropin mit niedriger Amplitude aber höherer Frequenz auf Grund der sehr kurzen Halbwertszeit des Hormons zu einer konstanteren Wirkung und damit letztendlich zu einem höheren Fleisch- und einem geringeren Fettansatz bei den CH. Dies wird durch die 1,5-fach höheren IGF-1-Konzentrationen bei DH (CH: $193,7 \pm 22,5$ ng/ml, DH: $293,0 \pm 19,5$ ng/ml, $P < 0,05$) in unseren und anderen Untersuchungen (Istasse et al., 1990) bestätigt.

Die Plasmakonzentration von Insulin zeigte während des Wachstums keine signifikanten Veränderungen, während Glukagon bei CH und Leptin bei beiden Rassen eine Zunahme der Konzentration mit steigendem Alter aufwies.

Grundsätzlich zeigten die CH niedrigere Konzentration bei Insulin, Glukagon und Leptin als DH, wobei die Unterschiede nicht zu allem Messpunkten signifikant waren (Insulin: CH $18,7 \pm 1,7$ μ U/ml, DH $28,1 \pm 1,7$ μ U/ml; Glukagon: CH $82,3 \pm 7,5$ pg/ml, DH $120,8 \pm 7,8$ pg/ml; Leptin: CH $2,4 \pm 0,16$ ng/ml, DH $3,0 \pm 0,17$ ng/ml; alle $P < 0,05$).

Höhere Plasmakonzentrationen von Insulin bei DH führen über die stimulierende Wirkung des Fetteinbaus zu mehr Körperfett, in dessen Ergebnis die Schlachtkörper der DH einen höheren Fettanteil hatten.

Die Schlachtleistungen sind das Resultat der genotypspezifischen Wachstumsleistungen im Versuchszeitraum. Aufgrund der signifikant höheren Schlachtausbeute der CH um absolut 6,3% bestand eine Differenz zwischen den Gruppen im Schlachtkörpergewicht von 93,6 kg. Die Schlachtkörper der CH wiesen eine stärkere Bemuskelung auf und wurden demzufolge höher bewertet. Das Innenfett- und Innereingewicht lag, obwohl die CH schwerer waren, signifikant niedriger. Die höchste Variabilität wurde beim Innenfett festgestellt. Die Schlachtkörperhälfte der CH war 46,3 kg signifikant schwerer. Im vergleichbaren Zeitraum setzten sie signifikant mehr Fleisch, Knochen und Protein an. Der Proteinansatz lag um 9,5 kg und damit um 39% höher als bei den DH – Bullen. Der Fettgehalt des Schlachtkörpers lag um signifikant 3,3% niedriger. Die den Nährwert entscheidend bestimmenden Gehalte an Protein und Fett konnten aus der Sicht der Humanernährung günstiger beurteilt werden. Ein kg Schlachtkörpergewicht enthielt 15,3% essbares Eiweiß und 14,1% essbares Fett und damit 1,4% mehr Eiweiß und 3,3% weniger Fett als das von DH – Bullen. Das Fleisch von CH war signifikant heller und es hatte einen höheren Feuchtigkeitsgehalt. Ihr M. longissimus dorsi enthielt weniger intramuskuläres Fett und die Marmorierung wurde mit einer niedrigeren Punktzahl bewertet.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die höhere LGZ und das höhere Schlachtgewicht

der CH auch auf regulatorischer Ebene wiederzufinden ist. Zeichen dafür sind eine konstantere Wirkung des Somatotropin durch niedrigere aber häufiger pulsatile Ausschüttung, niedrigere Plasmakonzentrationen an Insulin und Glukagon, die wiederum mit einem geringeren Ansatz an Fettgewebe einhergehen. Auf zellulärer Ebene zeigen größere Muskelfaserdurchmesser der CH ihr größeres Wachstumspotential an.

BELLMANN, O., Wegner, J., Teuscher, F., Schneider, F., Ender, K., 2003, Muscle characteristics and corresponding hormone concentrations in Different types of cattle. *Livest. Prod. Sci.*, im Druck

BREIER, B.H., Sauerwein, H., 1995. Regulation of growth in ruminants by the somatotropic axis. In: *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*. W. von Engelhardt et al. (Eds.). F. Enke Verlag, Stuttgart, 451-474.

CHILLIARD, Y., Ferlay, A., Delavaud, C., Bocquier, F., 1998. Plasma leptin in underfed or overfed adult Holstein and Charolais cows, and its relationship with adipose tissue cellularity. *Int. J. Obes.* 22 Suppl. 3, 171-171.

DELAUDAUD, C., Farley, A., Faulconnier, Y., Bocquier, F., Kann, G., Chilliard, Y., 2002. Plasma leptin concentration in adult cattle: effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake. *J. Anim. Sci.* 80, 1317-1328.

GLUCKMAN, P. D., Breier, B. H., Davis, S. R., 1987. Physiology of the somatotropic axis with particular reference to the ruminants. *J. Dairy Sci.* 70, 442.

ISTASSE, L., Van Eenaeme, C., Evrard, P., Gabriel, A., Baldwin, P., Maghuin-Rogister, G., Bienfait, J.M., 1990. Animal performances, plasma hormones and metabolites in Holstein and Belgian Blue growing-fattening bulls. *J. Anim. Sci.* 68, 2666-2673.

KLINDT, J., 1988. Relationships among growth hormone and prolactin secretory parameter estimates in Holstein bulls and their predicted differences for lactational traits. *J. Anim. Sci.* 66, 2784-2790.

KÜHN, C., Bellmann, O., Voigt, J., Wegner, J., Guiard, V., Ender, K., 2002. An experimental approach for studying the genetic and physiological background of nutrient transformation in cattle with respect to nutrient secretion and accretion type. *Arch. Tierz.* 45, 317-330.

SNIJDERS, S. E., Dillon, P. G., Farrell, K. J., Diskin, M., Wylie, A. R., Callaghan, D., Rath, M., Boland, M. P., 2001. Genetic merit for milk production and reproductive success in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 65, 17-31.

WEGNER, J., Schöberlein, L., 1984. Eignung des Schußbioplates für morphometrische und histochemische Untersuchungen des Muskelgewebes. *Monatshefte Veterinärmedizin* 39, 665-667.

WEGNER, J., Albrecht, E., Fiedler, I., Teuscher, F., Papstein, H.J., Ender, K., 2000. Growth- and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. *J. Anim. Sci.* 78, 1485-1496.

ZHANG, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., Friedman, J. M., 1994. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature.* 372, 425-432.