

Zuckerheu als Alternative zu Kälber-TMR in der Kälberfütterung – Effekte auf Futteraufnahme und Tageszunahme

High quality hay as alternative to concentrate-rich calf starters – Effects on feed intake and daily gain

Georg Terler^{1*}, Gregor Poier², Daniel Eingang¹, Fenja Klevenhusen³ und Qendrim Zebeli²

Zusammenfassung

In der Kälberfütterung werden oftmals Kraftfutter-reiche Starterfutter eingesetzt. Der geringe Strukturgehalt solcher Starterfutter kann jedoch bereits bei Kälbern zu Stoffwechselproblemen führen und die Entwicklung des Verdauungstrakts beeinträchtigen. Hochqualitatives Heu könnte eine Alternative sein, die sowohl einen hohen Protein- und Energiegehalt als auch einen ausreichend hohen Strukturgehalt aufweist. In einem Forschungsprojekt wurde daher untersucht, wie sich Heuqualität (Heu mittlerer Qualität – „MQH“, Heu hoher Qualität – „HQH“) und Kraftfuttereinsatz (kein Kraftfutter, 70 % Kraftfutter – „+KF“) auf Futter- und Nährstoffaufnahme, Tageszunahme, Verdaulichkeit der Ration sowie Stoffwechselfparameter im Blut auswirken. 40 Kälber der Rasse Holstein Friesian wurden unmittelbar nach der Geburt einer der vier Versuchsgruppen zugeordnet (MQH, HQH, MQH+KF, HQH+KF). Von der ersten bis zur 14. Lebenswoche wurden die Aufnahme an angesäuertem Milchtränke, Festfutter und Wasser täglich und das Lebendgewicht wöchentlich erhoben. In der ersten Lebenswoche und am Ende von Woche 3, 7, 11 und 13 wurden Blutproben genommen. In der 14. Lebenswoche wurden zudem Kotproben rektal gezogen, um die Verdaulichkeit der Ration untersuchen zu können. In den ersten 8 Lebenswochen unterschieden sich Futteraufnahme und Tageszunahme nicht zwischen den Versuchsgruppen. Ab der 10. Lebenswoche waren dagegen Trockenmasse-, Protein- und Energieaufnahme der mit MQH gefütterten Kälber deutlich niedriger als bei den anderen Gruppen, die sich nicht voneinander unterschieden. Ein Grund für die hohe Futteraufnahme der HQH-Kälber lag in der hohen Verdaulichkeit des Heus. Nach dem Absetzen am Ende der 12. Lebenswoche wiesen die MQH- und MQH+KF-Gruppen niedrigere Tageszunahmen auf als die HQH- und HQH+KF-Tiere. Der Gehalt an β -Hydroxybuttersäure und Cholesterin im Blut war nach dem Absetzen bei den nur mit Heu gefütterten Kälbern deutlich höher als bei den Heu-Kraftfutter-Gruppen, was auf eine bessere Entwicklung der Pansenschleimhaut hinweist. Die Ergebnisse dieses Projekts zeigen, dass Kraftfutter-reiche Kälberstarter durch hochqualitatives Heu ersetzt werden können, ohne dass es zu Rückgängen in Futteraufnahme und Tageszunahme kommt. Weiters dürfte sich diese Fütterungsstrategie auch positiv auf die Entwicklung des Verdauungstraktes auswirken.

Schlagwörter: Kälberaufzucht, Heuqualität, Kraftfutter, Struktur, Verdaulichkeit, Entwicklung des Verdauungstrakts

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

³ Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Lebensmittelsicherheit, Max-Dohrn-Straße 8-10, D-10589 Berlin

* Ansprechpartner: Dr. Georg Terler, email: georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

Summary

Concentrate-rich starter feeds are often used in calf feeding. However, the low content of physically effective fiber in such feeds can increase the risk of metabolic disorders and jeopardize gut development. High quality hay could be an alternative having both a high protein and energy content and a high content of physically effective fiber. Therefore, a research project aimed to study the effects of hay quality (medium quality hay – “MQH”, high quality hay – “HQH”) and concentrate inclusion (no concentrate, 70% concentrate – “+C”) on feed and nutrient intake, daily weight gain, apparent total tract digestibility (ATTD) of the ration and blood metabolites. Immediately after birth, 40 calves were randomly allocated to one of four experimental groups (MQH, HQH, MQH+C, HQH+C). Intake of acidified milk, solid feed and water was recorded daily and live weight was measured once a week from week 1 to 14 of life. Blood samples were collected in the first week and at the end of weeks 3, 7, 11 and 13. Furthermore, rectal fecal samples were collected in week 14 of life to analyze ATTD of the ration. Feed intake and daily weight gain did not differ between feeding groups in the first eight weeks of life. However, from week 10 on, dry matter, protein and energy intake of calves fed MQH was significantly lower than in all other groups, which did not differ from each other. A reason for higher feed intake of HQH fed calves was the high ATTD of the hay. After weaning at the end of week 12, daily weight gain was lower in the MQH and MQH+C groups than in calves fed HQH or HQH+C. Content of β -hydroxybutyrate and cholesterol was higher in calves fed only hay than in those offered hay and concentrate after weaning, which indicates a better development of the rumen epithelium. The results of the project show that concentrate-rich starter feeds can be replaced by high quality hay without negative effects on feed intake and daily weight gain. Furthermore, this feeding strategy may positively affect gut development.

Keywords: calf rearing, hay quality, concentrate, physically effective fiber, digestibility, gut development

Einleitung

Eine adäquate Ernährung von Aufzuchtälbern in den ersten Lebensmonaten schafft die Grundlage für entsprechende Leistungen der Milchkuh. Neben einer ausreichenden Versorgung mit Milch in den ersten Lebenswochen kommt auch der frühzeitigen Gewöhnung an die Aufnahme von Festfutter eine große Bedeutung zu. Eine frühe und hohe Aufnahme von Festfutter gewährleistet nicht nur hohe Tageszunahmen während des Absatzprozesses von der Milch sondern fördert auch die Entwicklung des Verdauungstrakts und im Speziellen des Pansens (BALDWIN et al. 2004, CASTELLS et al. 2013, KHAN et al. 2016). In der Kälberaufzucht werden daher häufig Kraftfutter-reiche Kälberstarter eingesetzt (ARAGONA et al. 2020, MITCHELL und HEINRICHS 2020), da man annimmt, dass faserreiches Futter weniger schmackhaft ist und von den Kälbern weniger gern gefressen wird und Kraftfutter die Ausbildung der Pansenzotten fördert. Allerdings enthalten Kraftfutter-reiche Starter wenig physikalische effektive Faser (peNDF), welche die Kälber für die frühe Entwicklung des Pansens und der Verdauungsprozesse benötigen (KHAN et al. 2016). Zudem haben Studien gezeigt, dass hohe Stärkegehalte im Futter auch bei Kälbern das Risiko für Pansenazidosen erhöhen (TERRÉ et al. 2015, KHAN et al. 2016).

Ein vorangegangenes Projekt hat gezeigt, dass Kraftfutter in Milchviehrationen durch hochqualitatives Heu (sogenanntes Zuckerheu) ersetzt werden kann, ohne dass es zu Leistungsrückgängen kommt (KLEVENHUSEN et al. 2021). Ein solches, früh geerntetes Heu ist reich an Zuckern, Energie und Eiweiß, ist sehr schmackhaft und enthält aus-

reichend peNDF. Es zeigte sich, dass die Verfütterung von Zuckerheu anstatt von konventionellem Heu die Futteraufnahme von Milchkühen und die Verdaulichkeit der Ration erhöhte (KLEEFISCH et al. 2017). Weiters förderte die Fütterung von Zuckerheu auch die Vermehrung von faserabbauenden Mikroorganismen im Pansen und somit die Verdaulichkeit der Neutral-Detergentien Faser (NDF) im Vergleich zu Heu-Kraftfütterationen (KLEVENHUSEN et al. 2017). Auf Basis dieser vielversprechenden Ergebnisse wurde daher ein Projekt durchgeführt, in welchem die Eignung von Zuckerheu als Alternative zu Kraftfutter-reichen Startern in der Kälberfütterung untersucht wurde. Unsere Hypothese war, dass durch den Einsatz von Zuckerheu Kraftfutter-reiche Starter in der Kälberfütterung ersetzt werden können, ohne dass es zu nachteiligen Effekten auf Futteraufnahme, Tageszunahme und Tiergesundheit kommt.

Material und Methoden

Fütterung und Haltung

Der Fütterungsversuch wurde von März 2019 bis September 2020 an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit dem Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe der Veterinärmedizinischen Universität Wien durchgeführt. 40 Kälber der Rasse Holstein Friesian (je 20 männlich und weiblich) wurden dabei unmittelbar nach der Geburt einer von vier Fütterungsgruppen zugeteilt (n = 10 Kälber pro Gruppe): I) 100 % Heu mittlerer Qualität (MQH), II) 100 % Heu hoher Qualität (HQH), III) 30 % Heu mittlerer Qualität + 70 % Kraftfutter (MQH+KF), IV) 30 % Heu hoher Qualität + 70 % Kraftfutter (HQH+KF). Das MQH stammte von einem Dauergrünlandbestand der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und wurde im Ähren-Rispenschieben geerntet (2. Schnitt, Unterdachrocknung). Das HQH stammte von einem Wiesenbestand aus vorwiegend Englischem Raygras im Rheintal (Vorarlberg) und wurde zu Beginn des Ährenschiebens geerntet (Mischung aus 1. und 2. Schnitt, Unterdachrocknung). Das Kraftfutter setzte sich aus 36 % Weizen, 35 % Gerste, 17 % Sojaextraktionsschrot, 10 % Leinextraktionsschrot und 2 % Mineralstoffmischung zusammen. Eine Übersicht über die Nährstoffzusammensetzung der Futtermittel gibt *Tabelle 1*.

Tabelle 1: Nährstoffzusammensetzung der eingesetzten Futtermittel (g/kg TM, wenn nicht anders angegeben)

Inhaltsstoff	Milch	MQH	HQH	Kraftfutter
Trockenmasse, g/kg Frischmasse	130 ± 2	899 ± 24	887 ± 30	891 ± 13
Rohprotein	260 ± 3	149 ± 29	210 ± 11	193 ± 9
Rohfett	322 ± 6	18 ± 3	24 ± 3	18 ± 2
Rohasche	58 ± 1	76 ± 7	86 ± 3	39 ± 11
Neutral-Detergentien-Faser (NDF)	-	522 ± 24	455 ± 15	204 ± 12
Säure-Detergentien-Faser (ADF)	-	329 ± 15	247 ± 11	66 ± 5
Lignin (ADL)	-	49 ± 7	23 ± 3	13 ± 2
Nicht-Faser-Kohlenhydrate	360 ± 6	235 ± 34	225 ± 16	547 ± 16
Wasser-lösliche Kohlenhydrate	-	124 ± 34	205 ± 10	-
Ethanol-lösliche Kohlenhydrate	-	99 ± 27	167 ± 4	-
Fruktane	-	25 ± 10	38 ± 10	-
Umsetzbare Energie, MJ/kg TM	19,2 ± 0,1	9,4 ± 0,4	11,2 ± 0,2	13,5 ± 0,2
peNDF _{>8 mm} % der TM	-	38,0 ± 6,3	43,1 ± 0,5	-

MQH = Heu mittlerer Qualität, HQH = Heu hoher Qualität, TM = Trockenmasse, peNDF_{>8mm} = physikalisch effektive NDF inklusive Partikel größer als 8 mm

Unmittelbar nach der Geburt wurden die Kälber mit Kolostrum (mindestens 2,5 L) versorgt. Danach wurden sie in eingestreute Liegeboxen gebracht, in welchen sie den gesamten Versuchszeitraum über gehalten wurden. Ab dem zweiten Lebenstag wurde den Kälbern eine angesäuerte Vollmilchtränke verabreicht, welche zweimal täglich frisch vorgelegt wurde. In den ersten vier Lebenswochen wurde die Milch *ad libitum* angeboten und danach wurde die täglich angebotene Milchmenge bis zum Absetzen am Ende der 12. Lebenswoche schrittweise reduziert. Bereits ab dem ersten Lebenstag hatten die Kälber freien Zugang zu Festfutter und Wasser, welche jeden Morgen frisch vorgelegt wurden. Die Milch-, Festfutter- und Wasseraufnahme wurde täglich erfasst. Die MQH+KF- und HQH+KF-Rationen wurden täglich vor der Verfütterung händisch gemischt. Nach der Rückwaage wurden die Mischrationen durch ein 5-mm-Sieb gesiebt, um die Heu- und Kraftfutteraufnahme getrennt ermitteln zu können und das Selektionsverhalten der Tiere zu erfassen. Das Lebendgewicht der Kälber wurde einmal wöchentlich ermittelt.

Futter-, Kot- und Blutprobennahme

Einmal pro Woche wurden Futterproben von MQH, HQH und Kraftfutter gezogen und die Trockenmasse (TM) für 24 Stunden bei 105 °C bestimmt. Weiters wurden 4-wöchige Sammelproben erstellt, welchen nach den Methoden der VDLUFA (2012) chemisch analysiert wurden (TM: Methode 3.1, Rohprotein (XP): 4.1.2, Rohfett: 5.1.1, Rohasche: 8.1, Neutral-Detergentien-Faser (NDF): 6.5.1, Säure-Detergentien-Faser (ADF): 6.5.2, Lignin: 6.5.3, enzymlösliche Organische Substanz (ELOS): 6.6.1, Salzsäure-unlösliche Asche: 8.2). Der Gehalt an Nicht-Faser-Kohlenhydraten (NFC) wurde nach SNIFFEN et al. (1992) und der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) nach GFE (2008) und GFE (2009) berechnet. Für die Milchinhaltsstoffe wurden die Ergebnisse der Tankmilchproben herangezogen. Der Zuckergehalt wurde mit einem ELISA-Gerät analysiert und nach der Methode von YEMM und WILLIS (1954) (adaptiert durch GREGER et al. (2018)) berechnet.

In der letzten Versuchswoche (14. Lebenswoche) wurden täglich morgens und abends Kotproben von den Kälbern gezogen. Diese wurden getrocknet und nach denselben Methoden, wie für die Futtermittel beschrieben, analysiert. Der Stickstoffgehalt wurde jedoch im frischen Kot analysiert (VDLUFA-Methode 4.1.1), um Stickstoffverluste bei der Trocknung zu vermeiden. Mit Hilfe der Salzsäure-unlöslichen Asche als Marker wurde die Verdaulichkeit der Rationen berechnet (KIRCHGESSNER et al. 2008). Um Informationen über den Ernährungszustand der Kälber zu bekommen, wurden an den Lebenstagen 1, 3, 7, 21, 49, 77 und 91 vor der Morgenfütterung Blutproben aus der Halsvene gezogen. Diese Blutproben wurden zentrifugiert und anschließend bei -80 °C tiefgefroren. Nach dem Auftauen wurden an der Veterinärmedizinischen Universität Wien der Gehalt an Glucose, Insulin, Laktat, Cholesterol, Triglyceriden, nicht-veresterten Fettsäuren (NEFA), β -Hydroxybutyrat (BHB), und Totalprotein im Blut bestimmt.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Inst. Inc., Cary, NC) durchgeführt. Da die Daten zur Futter- und Nährstoffaufnahme nicht normalverteilt waren, wurde der gesamte Datensatz in drei Teildatensätze geteilt (Datensatz 1: 1.-4. Lebenswoche (LW), Datensatz 2: 5.-8. LW, Datensatz 3: 9.-14. LW). Danach wurden die einzelnen Datensätze auch noch mit Hilfe des Logarithmus oder der Quadratwurzel transformiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit der Prozedur MIXED und einem Modell, das die fixen Effekte Heuqualität und Kraftfutterergänzung, deren Wechselwirkung sowie die fixen Effekte Alter und Geschlecht der Tiere enthielt. Kalb innerhalb der Fütterungsgruppe wurde als zufälliger Effekt und Messungen am selben Tier zu unterschiedlichen Zeitpunkten als wiederholte Messungen berücksichtigt. Bei der Auswertung der Verdaulichkeit der Rationen wurde ein etwas abgeändertes Modell

verwendet, welches die fixen Effekte Heuqualität und Kraftfutterergänzung, deren Wechselwirkung sowie den fixen Effekt des Geschlechts enthielt. Multiple Mittelwertvergleiche wurden mit dem Tukey-Test durchgeführt. Signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen wurden angenommen, wenn der p-Wert unter 0,05 lag und wurden durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse

Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse dieses Fütterungsversuchs dargestellt. Die vollständigen Ergebnisse sind der Veröffentlichung von TERLER et al. (2022) zu entnehmen.

Futter- und Nährstoffaufnahme

Die Milchaufnahme stieg bis zur 4. Lebenswoche auf durchschnittlich rund 10 kg/Tag an und war bei der MQH-Gruppe etwas niedriger als bei den anderen Fütterungsvarianten. Ab Woche 5 wurde die angebotene Milchmenge wöchentlich um 1 kg reduziert, wobei keine Unterschiede in der Milchaufnahme zwischen den Futtergruppen auftraten. Die Festfutteraufnahme lag bei allen Gruppen bis Woche 8 unter 0,5 kg TM/Tag. Danach stieg die Festfutteraufnahme bis zum Ende des Versuchs kontinuierlich an. In der 14. Lebenswoche (2. Woche nach dem Absetzen) lag die Futteraufnahme der Gruppen HQH, MQH+KF und HQH+KF jeweils bei rund 3,1 kg TM/Tag, während sie in der Gruppe MQH mit 2,3 kg TM/Tag deutlich niedriger war (Abbildung 1).

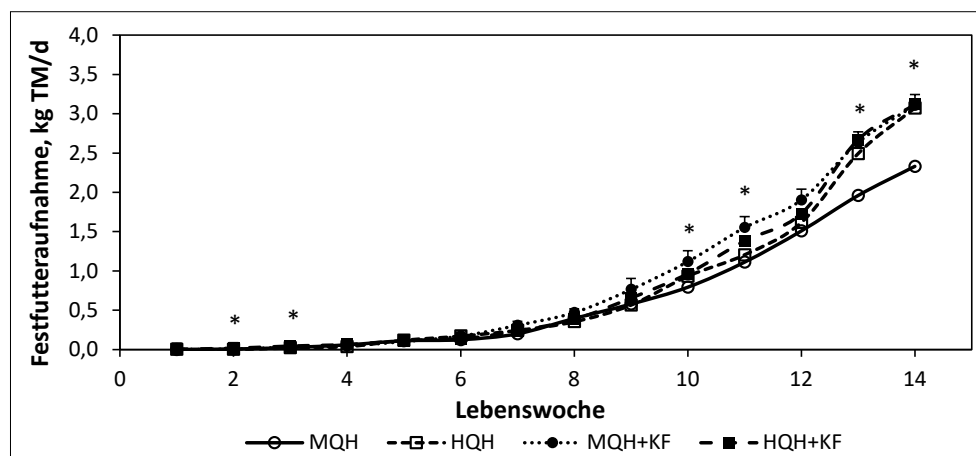


Abbildung 1: Effekt der Heuqualität und der Kraftfutterergänzung auf die Festfutteraufnahme von Kälbern in Lebenswoche 1 bis 14 (MQH = Heu mittlerer Qualität, HQH = Heu hoher Qualität, KF = Kraftfutter, TM = Trockenmasse). Der Stern (*) kennzeichnet signifikante Unterschiede zwischen den Futtergruppen innerhalb einer Lebenswoche

In *Abbildung 2* ist die Nährstoffaufnahme der Kälber in der Zeit von 4 Wochen vor bis 2 Wochen nach dem Absetzen (Lebenswoche 9 bis 14) dargestellt. Die XP-Aufnahme aus dem Gesamtfutter war bei den Gruppen HQH, MQH+KF und HQH+KF über die gesamte Dauer auf ähnlichem Niveau. Dagegen war die ME-Aufnahme der mit HQH gefütterten Kälber von Woche 11 bis 13 niedriger als bei den beiden Gruppen, die Heu und Kraftfutter erhielten. Die XP- und ME-Aufnahme der MQH-Gruppe war deutlich niedriger als bei allen drei weiteren Fütterungsvarianten. Speziell ab der 12. Lebenswoche fraßen die Kälber, die nur Heu erhielten, deutlich mehr NDF. Dagegen war bei den mit Kraftfutter gefütterten Kälbern die NFC-Aufnahme von Woche 9 bis 14 deutlich höher. Die Verdaulichkeit der organischen Masse (OM) der HQH-Ration lag, wie die Verdaulichkeit der beiden Heu-Kraftfutterrationen, bei rund 80 %, während die OM-Verdaulichkeit des MQH nur 61,8 % betrug. Besonders stach die NDF- und ADF-Verdaulichkeit des HQH heraus (83,2 und 78,2 %), welche signifikant höher war als bei allen deren Rationen (NDF-Verdaulichkeit: 59,4-66,7 %, ADF-Verdaulichkeit: 50,3-56,0 %).

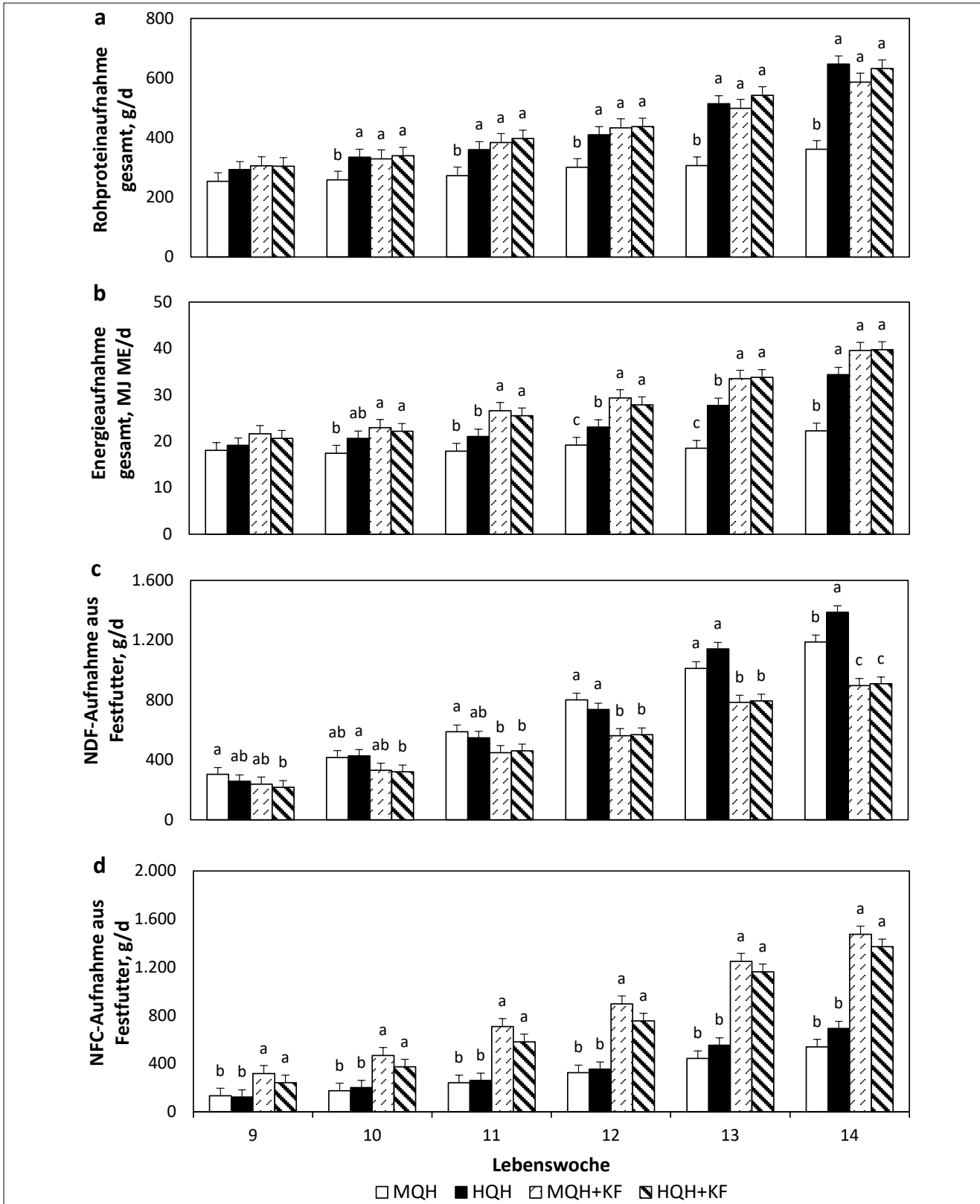


Abbildung 2: Effekt der Heuqualität und der Kraftfuterergänzung auf die Rohproteinaufnahme (a), Energieaufnahme (b), NDF-Aufnahme aus Festfutter (c) und NFC-Aufnahme aus Festfutter von Kälbern in Lebenswoche 9 bis 14 (MQH = Heu mittlerer Qualität, HQH = Heu hoher Qualität, KF = Kraftfutter, ME = umsetzbare Energie, NDF = Neutral-Detergentien-Faser, NFC = Nicht-Faser-Kohlenhydrate). Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Futtergruppen innerhalb einer Lebenswoche

Tageszunahme

Bis zur 11. Lebenswoche unterschied sich die Tageszunahme nicht signifikant zwischen den Fütterungsgruppen. Ab der 12. Lebenswoche (Woche des Absetzens) nahmen jedoch die Kälber der MQH-Gruppe deutlich weniger zu als alle anderen Kälber. In Woche 13 und 14 war auch die durchschnittliche Tageszunahme der MQH+KF-Gruppe niedriger als bei den beiden Zuckerheu-Gruppen. Am Ende von Woche 14 lag das Lebendgewicht der Kälber der HQT-, MQH+KF- und HQT+KF-Gruppen im Mittel bei 123 bis 128 kg. Die nur mit MQH gefütterten Kälber waren mit 108 kg Lebendgewicht deutlich leichter.

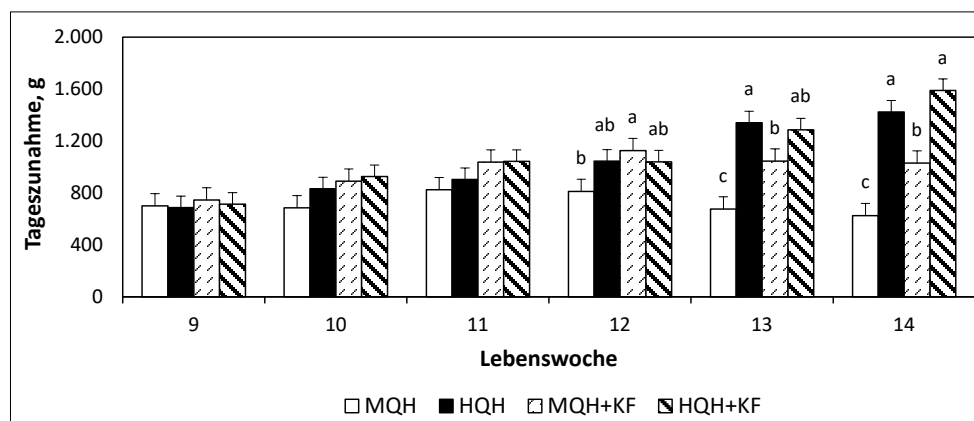


Abbildung 3: Effekt der Heuqualität und der Kraftfutterergänzung auf die Tageszunahme von Kälbern in Lebenswoche 9 bis 14 (MQH = Heu mittlerer Qualität, HQT = Heu hoher Qualität, KF = Kraftfutter). Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Futtergruppen innerhalb einer Lebenswoche

Blutparameter

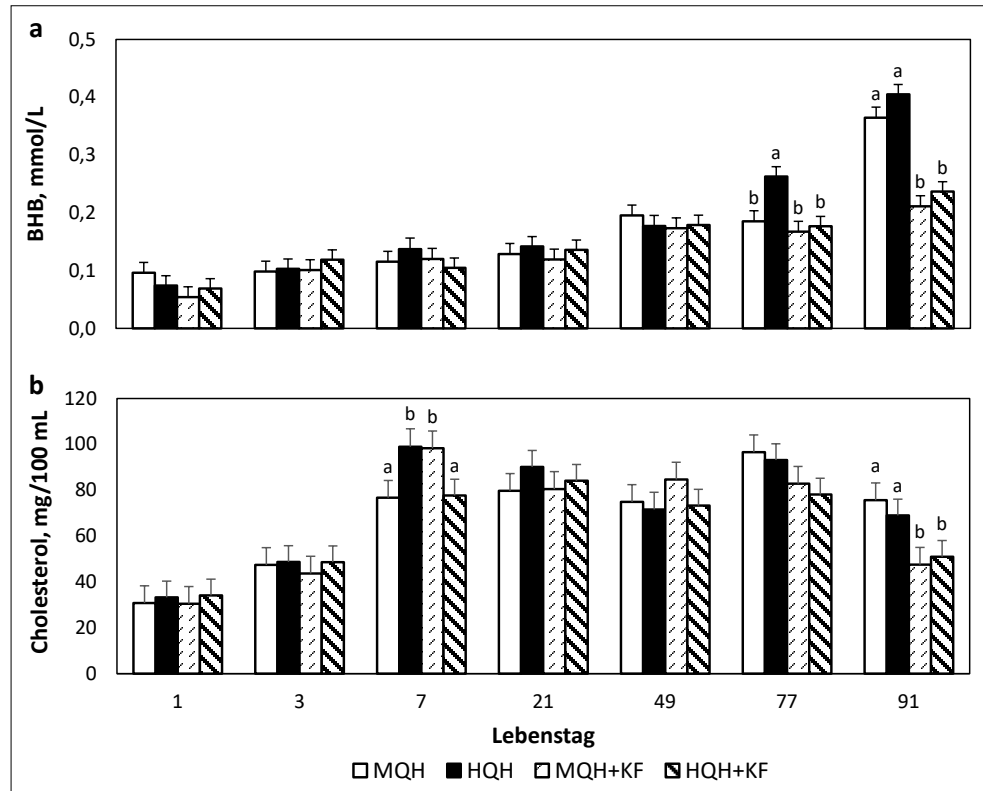
Die meisten Blutparameter unterschieden sich nur in den ersten Lebenstagen zwischen den Fütterungsgruppen, was auf unterschiedliche Kolostrumaufnahme oder unterschiedlichen Geburtsverlauf zurückzuführen ist. Ein Einfluss der Festfutteraufnahme auf die Blutparameter kann ausgeschlossen werden, da diese in der ersten Lebenswoche im Durchschnitt unter 10 g/Tag lag. Einzig im Gehalt an BHB und Cholesterol im Blut wurden auch nach der ersten Lebenswoche Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen festgestellt. Am 77. Lebenstag hatten die Kälber der HQT-Gruppe im Vergleich zu allen anderen Gruppen höhere BHB-Gehalte im Blut. In der Woche nach dem Absetzen (Tag 91) waren sowohl der BHB-Gehalt als auch der Cholesterol-Gehalt im Blut der Kälber, die nur Heu erhielten, deutlich höher als bei jenen, die Heu und Kraftfutter fraßen.

Diskussion

Die Heuqualität hatte in diesem Versuch einen wesentlichen Einfluss auf die Futteraufnahme von Kälbern. Mit HQT gefütterter Kälber erreichten ähnlich hohe TM-, XP- und ME-Aufnahmen wie Kälber, die 70 % Kraftfutter und 30 % Heu erhielten. Dagegen war die Futteraufnahme von Kälbern, denen MQH gefüttert wurde, deutlich niedriger. Zu beachten ist, dass das HQT außergewöhnliche Qualität aufwies (210 g XP und 11,2 MJ ME/kg TM). Für die Erzeugung von solch hochqualitativem Heu braucht es grasreiche Pflanzenbestände, entsprechende Düngung, einen frühen Schnittzeitpunkt und eine leistungsstarke Unterdachdrehung, wie unter Material und Methodik beschrieben. Das im Versuch verwendete MQH wies ebenfalls eine gute Qualität auf (149 g XP und 9,4 MJ ME/kg TM) und lag in etwa im Durchschnitt österreichischer Heuqualitäten der letzten zehn Jahre (RESCH 2019). Solches Heu kann Kraftfutter-reiche Starterfutter in der Kälberfütterung jedoch nicht gleichwertig ersetzen.

Die hohe Futteraufnahme bei Verfütterung von HQT hängt vermutlich auch mit der hohen NDF- und ADF-Abbaubarkeit dieses Futters im Pansen zusammen. Eine hohe NDF-Abbaubarkeit im Pansen stimuliert die Futteraufnahme (GRUBER et al. 2005). Weiters könnten auch die sensorischen Eigenschaften des Zuckerheus (z.B. Schmackhaftigkeit, Aroma) die Futteraufnahme positiv beeinflusst haben. Darauf deuten die Ergebnisse

Abbildung 4: Effekt der Heuqualität und der Kraftfutterergänzung auf den Gehalt an β -Hydroxybuttersäure (BHB) und Cholesterol im Blut von Kälbern in Lebenswoche 9 bis 14 (MQH = Heu mittlerer Qualität, HQH = Heu hoher Qualität, KF = Kraftfutter). Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Futtergruppen innerhalb einer Lebenswoche



zur Futterselektion der beiden Gruppen mit Kraftfutterergänzung hin. Die Kälber der HQH+KF-Gruppe selektierten die gesamte Versuchsperiode über gegen Kraftfutter, das heißt Kraftfutter machte weniger als 70 % ihrer gesamten Festfutteraufnahme aus. Bei den Kälbern der MQH+KF-Gruppe lag dagegen der Kraftfutteranteil in der tatsächlich gefressenen Ration ab der 11. Lebenswoche über 70 %. Das ist auch der Grund, warum TM-, XP- und ME-Aufnahme der MQH+KF- und HQH-KF-Gruppe in Woche 9 bis 14 annähernd gleich hoch waren, obwohl das Heu mittlerer Qualität einen niedrigeren XP- und ME-Gehalt hatte.

Auffallend waren die höheren BHB-Gehalte im Blut der Kälber mit reiner Heufütterung kurz vor (nur HQH-Gruppe) und nach dem Absetzen von der Milch. Hohe BHB-Gehalte im Blut werden bei Milchkühen mit Fettmobilisation infolge eines Energiemangels im Blut (Ketose) in Verbindung gebracht. In diesem Versuch war jedoch die Glucosekonzentration im Blut bei allen Gruppen im Normalbereich (MOHRI et al. 2007). BHB wird aber auch in der Pansenschleimhaut aus Buttersäure gebildet, welche aus den Abbauprozessen des Futters im Pansen stammt (BERGMAN 1990). Dieses BHB geht danach in die Blutbahn über und dient dem Tier als Energiequelle (SUTTON et al. 1963). Die Ergebnisse zum BHB-Gehalt deuten also auf eine hohe Buttersäureproduktion im Pansen bei nur mit Heu gefütterten Kälbern hin, welche auch die Entwicklung der Pansenschleimhaut fördert (SUTTON et al. 1963). Neben dem Blut-BHB-Gehalt war auch der Blut-Cholesterolgehalt im Blut der nur mit Heu gefütterten Kälber höher als bei den Tieren, die Heu und Kraftfutter erhielten. Der Grund dafür könnte eine höhere Essigsäureproduktion im Pansen der Kälber mit reiner Heufütterung sein. Essigsäure ist eine Ausgangssubstanz für die Cholesterolproduktion (BIONAZ et al. 2020). Die Ergebnisse dieses Versuchs deuten daher darauf hin, dass die höhere NDF-Aufnahme bei reiner Heufütterung zu einer höheren Essigsäurebildung im Pansen führte und somit die Cholesterolbildung in der Pansenschleimhaut förderte (STEELE et al. 2011). Die Ergebnisse zum BHB- und Cholesterolgehalt lassen daher den Schluss zu, dass die Pansenschleimhaut der Kälber mit reiner Heufütterung zu Versuchsende besser entwickelt war als jene der Kälber, die Heu und Kraftfutter erhielten.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts zeigen, dass Kraftfutter-reiche Starter in der Kälberfütterung durch hoch qualitatives Heu ersetzt werden können, ohne dass es zu Einbußen in Futteraufnahme und Tageszunahmen kommt. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass der XP-Gehalt des Heus über 200 g/kg TM und der Energiegehalt über 11 MJ ME/kg TM liegt. Mit durchschnittlichem österreichischen Heu lassen sich diese Ergebnisse nicht erzielen und es ist mit deutlich niedrigerer Futteraufnahme und Tageszunahme zu rechnen, wenn ausschließlich Heu mittlerer Qualität an die Kälber verfüttert wird. Höhere BHB- und Cholesterolgehalte im Blut der Kälber deuten zudem darauf hin, dass sich die Pansenschleimhaut bei reiner Heufütterung rascher entwickelt als bei Fütterung von Kraftfutter-reichen Startern.

Danksagung

Die Autoren danken der ARGE Heumilch (Obmann: Karl Neuhofer) für die Bereitstellung des Zuckerheus und dem Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus für die Finanzierung des Forschungsprojekts.

Literatur

ARAGONA, K.M., F.X. SUAREZ-MENA, T.S. DENNIS, J.D. QUIGLEY, W. HU, T.M. HILL und R.L. SCHLOTTERBECK, 2020: Effect of starter form, starch concentration, and amount of forage fed on Holstein calf growth from 2 to 4 months of age. *J. Dairy Sci.* 103, 2324-2332.

BALDWIN, R.L., K.R. McLEOD, J.L. KLOTZ und R.N. HEITMANN, 2004: Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. *J. Dairy Sci.* 87, E55-E65.

BERGMAN, E.N., 1990: Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Rev.* 70, 567-590.

BIONAZ, M., E. VARGAS-BELLO-PÉREZ und S. BUSATO, 2020: Advances in fatty acids nutrition in dairy cows: from gut to cells and effects on performance. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 11, 110.

CASTELLS, L., A. BACH, A. ARIS und M. TERRÉ, 2013: Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. *J. Dairy Sci.* 96, 5226-5236.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2008: New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-198.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2009: New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 143-146.

GREGER, M., M. SCHLIENZ und P.C. BENITO MARTIN, 2018: Kohlenhydratanalyse beim Gärprozess mit einer angepassten Anthron-Methode. *Landtechnik* 73, 81-94.

GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGAB, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2005: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. *VDLUFA-Schriftenr.* 60, 484-504.

- KHAN, M.A., A. BACH, D.M. WEARY und M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2016: Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99, 885-902.
- KIRCHGESSNER, M., F.X. ROTH, F.J. SCHWARZ und G.I. STANGL, 2008: Tierernährung. 12., neu überarbeitete Ausgabe, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, 635 S.
- KLEEFISCH, M.-T., Q. ZEBELI, E. HUMER, I. KRÖGER, P. ERTL und F. KLEVENHUSEN, 2017: Effects of the replacement of concentrate and fibre-rich hay by high-quality hay on chewing, rumination and nutrient digestibility in non-lactating Holstein cows. *Arch. Anim. Nutr.* 71, 21-36.
- KLEVENHUSEN, F., R.M. PETRI, M.-T. KLEEFISCH, R. KHIAOSA-ARD, B.U. METZLER-ZEBELI und Q. ZEBELI, 2017: Changes in fibre-adherent and fluid-associated microbial communities and fermentation profiles in the rumen of cattle fed diets differing in hay quality and concentrate amount. *FEMS Microbiol. Ecol.* 93.
- KLEVENHUSEN, F., M.-T. KLEEFISCH und Q. ZEBELI, 2021: Zuckerreiches Heu für Milchkühe: Heu und Kraftfutter in einem Trog. 48. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 25-31.
- MITCHELL, L.K. und A.J. HEINRICHS, 2020: Increasing grass hay inclusion level on weaned dairy calf growth, intake, digestibility, and ruminal fermentation. *J. Dairy Sci.* 103, 9012-9023.
- MOHRI, M., K. SHARIFI und S. EIDI, 2007: Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Res. Vet. Sci.* 83, 30-39.
- RESCH, R., 2019: Heuqualität auf österreichischen Praxisbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Feld- und Lagerpilzflora. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 111-132.
- SNIFFEN, C.J., J.D. O'CONNOR, P.J. VAN SOEST, D.G. FOX und J.B. RUSSELL, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.
- STEELE, M.A., G. VANDERVOORT, O. ALZAHAL, S.E. HOOK, J.C. MATTHEWS und B.W. McBRIDE, 2011: Rumen epithelial adaptation to high-grain diets involves the coordinated regulation of genes involved in cholesterol homeostasis. *Physiol. Genomics* 43, 308-316.
- SUTTON, J.D., A.D. MCGILLIARD, M. RICHARD und N.L. JACOBSON, 1963: Functional development of rumen mucosa. II. Metabolic activity. *J. Dairy Sci.* 46, 530-537.
- TERLER, G., G. POIER, F. KLEVENHUSEN und Q. ZEBELI, 2022: Replacing concentrates with a high-quality hay in the starter feed in dairy calves: I. Effects on nutrient intake, growth performance, and blood metabolic profile. *J. Dairy Sci.* 105, 2326-2342.
- TERRÉ, M., L. CASTELLS, M.A. KHAN und A. BACH, 2015: Interaction between the physical form of the starter feed and straw provision on growth performance of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 98, 1101-1109.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 2012: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch) – Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2190 S.
- YEMM, E.W. und A.J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* 57, 508-514.