

Bestimmter und geschätzter Futterwert von Zichorie, Hornklee und Esparsette

Yves Arrigo, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, 1725 Posieux

Auskünfte: Yves Arrigo, E-Mail : yves.arrigo@alp.admin.ch, Tel. +41 26 407 72 64



Abb. 1 | Zichorie. (Foto: ALP-Haras)

Einleitung

Im Rahmen eines Projekts über Pflanzen, welche reich an kondensierten Tanninen (Scharrenberg 2007) sind, wurden bei Agroscope ALP-Haras Versuche zur Nährstoffverdaulichkeit und Rohproteinabbaubarkeit durchgeführt, um den Futterwert von Zichorie (*Cichorium intybus*, Abb. 1), Hornklee (*Lotus corniculatus*, Abb. 2) und Esparsette (*Onobrychis viciifolia*, Abb. 3) zu bestimmen. Die Tatsache, dass die kondensierten Tannine (KT) sich an bestimmte Nährstoffe wie Proteine binden können und deren Abbau durch Pansenmikroorganismen verringern (Barry und McNabb, 1999), lässt Differenzen zwischen

dem tatsächlichen und dem mittels Gleichungen aus dem Grünen Buch (GB, ALP 2011) vorhergesagten Futterwert vermuten. Während die scheinbare *in vivo* Verdaulichkeit bei Vorhandensein von KT mittels einer Bilanz zwischen den aufgenommenen und den im Kot analysierten Nährstoffen (nicht verdaute Rückstände und endogene Produkte) Auskunft über die globale Proteinassimilation gibt, lässt sich mit *in sacco* Versuchen zur Proteinabbaubarkeit die Schutzwirkung der KT auf das Rohprotein im Pansen genauer bestimmen. Durch einen Vergleich der bestimmten oder geschätzten Futterwerte lassen sich die am besten geeigneten Schätzgleichungen auswählen.

Material, Tiere und Methode

Zichorie (*Cyborium intybus*, Sorte Grassland's Puna) und Esparsette (*Onobrychis viciifolia*, Sorte Visnovsky) wurden von Agroscope Liebefeld-Posieux angebaut und im zweiten Anbaujahr untersucht. Beide Sorten wurden im Laufe des ersten Wachstumszyklus geerntet: Zichorie im Blattstadium und Esparsette zu Beginn der Blüte. Da die Hornkleekultur (*Lotus corniculatus*, Sorte Oberhaunstäter) in Posieux zu stark mit anderen Pflanzen kontaminiert war, untersuchten wir eine am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in Frick angebaute Kultur im 3. Schnitt zu Beginn der Blüte. Alle Futter wurden ohne vorgängiges Anwelken in Posieux in einer Pilotanlage getrocknet (Heisslufttrocknung bei 35 °C und < 40 % relativer Luftfeuchte).

Für die *in vivo*-Verdaulichkeitsversuche wurden 21 kastrierte erwachsene Hammel der Rasse braunköpfiges Fleischschaf (Typ Oxford) in Abhängigkeit ihres Alters (2 bis 7 Jahre) und ihres Gewichts (72,5 kg +/- 6,2 kg) auf die verschiedenen Behandlungen aufgeteilt. Die verschiedenen Versuchsfutter wurden, gemäss unseren üblichen Standardbedingungen (1,1 x 0,380 MJ UE/kg 0,75), rationiert verfüttert. Nach einer 21-tägigen Anpassungsperiode der Tiere an das Versuchsfutter wurden während zwei Phasen an je vier aufeinanderfolgenden Tagen täglich Kotproben genommen.

Die Abbaubarkeit des Rohproteins (aRP) wurde gemäss der *in sacco* Methode (Dohme et al. 2007) mit pansenfistulierten Kühen bestimmt. Bei dieser Methode werden Nylonsäckchen in den Pansen inkubiert, welche mit dem zu untersuchenden Futter gefüllt sind (je 4 g auf 3 mm gemahlene Trockensubstanz (TS) pro Nylon-

Zusammenfassung Die generell für die Futterwertschätzung verwendeten Schätzgleichungen sind nicht auf Pflanzen zugeschnitten, welche reich an kondensierten Tanninen (KT) sind. Um zu prüfen, wie sich das Vorhandensein kondensierter Tannine auswirkt, werden in der vorliegenden Studie die in Tierversuchen (*in vivo*, *in sacco*) oder über Schätzgleichungen ermittelten Futterwerte von Zichorie (*Cyborium intybus*), Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) und Hornklee (*Lotus corniculatus*) unter Berücksichtigung der KT-Gehalte miteinander verglichen.

Die *in vivo*-Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) der Zichorie (78,8 %) war höher ($p < 0,01$) als die vOS der beiden übrigen Pflanzen (jeweils 69,3 %). Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins (vRP) war bei Esparsette, welche die höchste Konzentration an KT aufwies, mit 58,7 % am tiefsten (vs. 69,7 % bei Zichorie und 76,5 % bei Hornklee, $p < 0,01$).

Die Abbaubarkeit des Rohproteins (aRP) von Pflanzen mit geringen KT-Gehalten ist vergleichbar mit den Werten von Zichorie und Hornklee (64,2 % et 65,1 %), nicht jedoch mit denjenigen der Esparsette (47,8 %, $p < 0,01$).

Bei den untersuchten Grünfuttern wurden die besten geschätzten Futterwerte bei Zichorie (1. Schnitt, Stadium Blätter ohne Stängel) mit der vOS-Gleichung für kräuterreiche, feinblättrige Mischungen erzielt, bei Hornklee (3. Schnitt anfangs Blüte) mit der für Leguminosen und bei Esparsette (1. Schnitt anfangs Blüte) mit derjenigen für unbestimmte botanische Zusammensetzung.



Abb. 2 | Hornklee (Quelle : FiBL)



Abb. 3 | Esparsette (Foto: ALP-Haras)

sack, Grösse 10x20 cm, (Porosität 53 μ) und während 2, 4, 8, 16, 24 und 48 Stunden im Pansen von drei fistulierten Kühen verbleiben. Die Kühe erhielten eine den Erhaltungsbedarf deckende Ration, welche aus 70 % (auf TS bezogen) Heu von guter Qualität (166 g Rohprotein (RP)/kg TS) und 30 % Kraftfutter (150 g RP/kg TS) bestand. Die Bestimmung der kondensierten Tannine erfolgte mit der HCL-Butanol Methode (Terril *et al.* 1992). Die Futterwerte wurden mit den im Grünen Buch (GB) publizierten Schätzgleichungen berechnet, wofür die *in vivo* bestimmten beziehungsweise zum Vergleich die mittels Gleichungen berechneten Verdaulichkeiten herangezogen wurden.

Die Trocknung der drei Arten war nicht identisch. Die am 24. Mai geerntete Zichorie wies breite Blätter auf (Abb. 1), welche aufgrund ihres geringen TS-Gehalts (10 %) eine kompakte, schwierig zu lüftende Masse darstellten. Um diese auf 90 % TS zu trocknen, wurden drei anstelle von üblicherweise zwei Tagen benötigt. Die zusätzlich benötigte Trocknungszeit hatte keinen Einfluss auf die physikalischen Eigenschaften der Pflanze, da bei der Trocknung keine mechanische Behandlung des Futters erfolgt. Eventuell auftretende Atmungsverluste sind nicht auszuschliessen, sollten jedoch bescheiden sein angesichts der Tatsache, dass der Schwellenwert von 35–40 % für die Trocknung (Baumont 2011) nach 42 Std. Trocknung erreicht wurde. Die Trocknung der beiden anderen Pflanzen erfolgte in 48 Stunden problemlos.

Resultate und Diskussion

Chemische Zusammensetzung der Pflanzen

Die Nährstoffgehalte der untersuchten Pflanzen sind in Tabelle 1 ersichtlich. Der Gehalt an organischer Substanz (OS) ist bei der Zichorie am niedrigsten. Dieser geringe

Tab. 1 | Nährstoffgehalte der Versuchsfutter

	Zichorie	Hornklee	Esparsette
Trockensubstanz in g/kg	900	906	909
g/kg in der TS:			
Organische Substanz	794	899	910
Rohprotein	149	225	123
Asche	206	101	90
Rohfaser	162	245	275
Lignocellulose (ADF)	221	311	350
Zellwandbestandteile (NDF)	253	349	424
Ca	9,4	13,1	6,8
P	4,2	3,7	3,2
Mg	2,6	3,8	2,4
K	50	34	34
Kondensierte Tannine (KT)	7	12	48
Bruttoenergie (BE) in MJ/kg	15,3	18,5	17,3

Durchschnittswerte von zwei Versuchen

Tab. 2 | Mit Schafen *in vivo* bestimmte Verdaulichkeitskoeffizienten in %

	Zichorie	Hornklee	Esparsette	$S_{\bar{x}}$	p
n	6	4	6		
vOS	78,8 ^a	69,3 ^b	69,3 ^b	0,5	<0,01
vRP	69,7 ^a	76,5 ^c	58,7 ^b	0,6	<0,01
vRF	74,7 ^a	54,2 ^c	58,2 ^b	0,9	<0,01
vADF	75,1 ^a	53,1 ^b	54,4 ^b	0,9	<0,01
vNDF	78,0 ^a	56,0 ^b	58,6 ^b	0,9	<0,01
vEB	74,2 ^a	65,6 ^b	64,9 ^b	0,6	<0,01

Mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichnete Werte in der gleichen Zeile weisen statistisch signifikante Unterschiede auf ($P < 0,01$).

$S_{\bar{x}}$: mittlere Standardabweichung

OS-Gehalt ist die Folge eines sehr hohen Aschegehaltes (RA, 206 g/kg TS), der sich teilweise auch mit Erdkontaminationen erklären lässt. Die Zichorie bietet dafür mit ihren breiten Blättern eine grosse Kontaktfläche. Die geringeren RA-Gehalte von Esparsette und Hornklee entsprechen den effektiven Gehalten ohne Erdverschmutzung, welche durch die feinere Form der Blätter dieser Pflanzen verhindert wurde.

Die Rohprotein (RP)-Gehalte variieren von einer Art zur anderen deutlich. Hornklee erweist sich mit 233 g RP/kg TS (im 3. Wachstumszyklus anfangs Blüte geerntet) als ausserordentlich proteinreich. Esparsette erreicht mit halb so viel Rohprotein einen Gehalt (123 g/kg TS), der tiefer ist als der im GB für Leguminosen im Wachstumsstadium 5 angegebene Wert (145 g).

In Bezug auf die Gehalte an Zellwandbestandteilen (Rohfaser [RF], Zellwände [NDF] und Lignocellulose [ADF]) treten Unterschiede zwischen den drei Pflanzentypen auf. Die Werte der Zichorie, welche bei einer Ernte anfangs Mai einen geringen Stängelanteil und einen hohen Anteil an Blättern aufwies, sind tief. Bei Esparsette lassen sich im Gegensatz dazu mit einem bedeutenden Stängelanteil die höchsten Werte verzeichnen.

Die KT-Gehalte der untersuchten Pflanzen variierten zwischen den Arten deutlich. So waren die Gehalte der Esparsette zwar siebenmal so hoch wie die der Zichorie, aber sie lagen dennoch tiefer als in anderen an Agroscope Liebefeld-Posieux mit Schafen und Michkühen durchgeführten Proteinstoffwechselversuchen (>70 g KT/kg TS, Scharenberg 2007; Arrigo und Dohme 2009). In unserem Versuch ist lediglich die Esparsette als KT-reiche Pflanze zu bezeichnen.

Was die Mineralstoffe betrifft, so ist zu bemerken, dass die Gehalte der beiden Leguminosen die Werte des GB untermauern. Bei der Zichorie, deren Werte nicht tabelliert sind, ist der Kaliumgehalt mit 50 g/kg TS vergleichsweise hoch. Wenn Zichorie Bestandteil der Futterration ist, ist bei einem solchen Wert der Mineralstoffbilanz und insbesondere der Magnesiumzufuhr besonders grosse Aufmerksamkeit zu schenken (Kessler 2000).

Nährstoffverdaulichkeit

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) ist bei der Zichorie mit 78,8% am höchsten und unterscheidet sich von der vOS der beiden untersuchten Leguminosen ($p < 0,01$, Tab. 2). Die vOS der beiden Leguminosen sind ähnlich, sie sind aber tiefer als die im GB angegebenen Werte (ca. 80%).

Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins (vRP) unterscheidet sich bei allen drei Pflanzen ($p < 0,01$). Sie ist bei Hornklee am höchsten, bei Esparsette am tiefsten. Die Zichorie weist einen dazwischenliegenden Wert auf. Die höchste KT-Konzentration tritt zusammen mit der geringsten vRP auf. Dies könnte einerseits an der geringeren Durchlässigkeit der Darmzellwände liegen, welche durch die Wirkung der KT auf die Proteinmoleküle bedingt ist, und andererseits an der Produktion endogener Proteine, welche durch die KT stimuliert wird (McLeod 1974 und Butler 1992, zitiert von Zimmer und Cordeuse 1996).

Tab. 3 | *In vivo* vOS, in sacco aRP und mittels Gleichungen des GB für Grünfutter bestimmte Werte

	Zichorie	Hornklee	Esparsette
vOS <i>in vivo</i> , %	78,8	69,3	69,3
vOS GB _{sp} , %	78,6	68,8	64,9
<i>in vivo</i> - GB _{sp} , %	-0,2	-0,7	-6,3
vOS LV _{indr} , %	78,4	76,2	69,4
en % <i>in vivo</i> - GB _{unb}	-0,5	10,0	0,2
aRP <i>in sacco</i> , %	64,2	65,1	47,8
aRP GB geschätzt, %	69,9	74,0	65,7
<i>in sacco</i> - GB, %	+8,9	+13,6	+37,4

Gleichung GB_{sp} mit spezifischen Gleichungen (je nach botanischer Zusammensetzung) des GB berechnete vOS
Gleichung für Leguminosen bei Esparsette und Hornklee
($vOS_L = 86,0 - 0,000231 RF_{OS}^2$)
Gleichung für kräuterreiche Mischbestände bei Zichorie
($vOS_{kr} = 58,9 + 0,0792 RP_{OS} + 0,1320 RF_{OS} - 0,000121 RP_{OS}^2 - 0,000428 RF_{OS}^2$)

Gleichung GB_{unb} vOS berechnet mit der Gleichung des GB für unbekannte botanische Zusammensetzung
($vOS = 56,7 + 0,1262 RP_{OS} + 0,0939 RF_{OS} - 0,000231 RP_{OS}^2 - 0,000312 RF_{OS}^2$)

Gleichung GB_{aRP} aRP = $51,2 + 0,126 RP_{OS} - 0,00014 RP_{OS}^2$

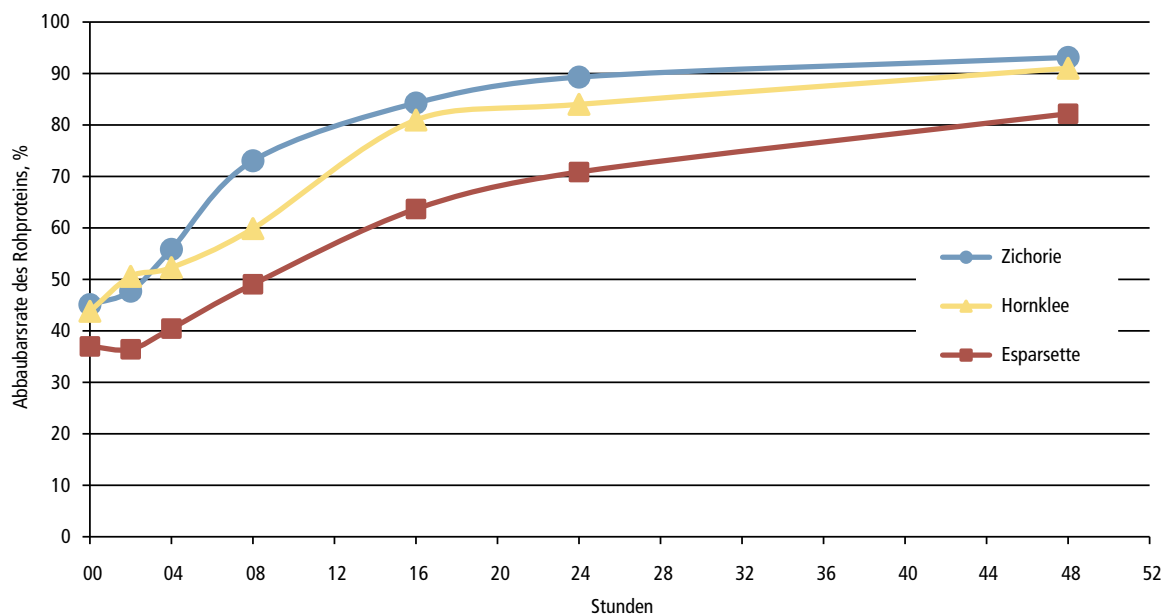


Abb. 4 | Abbaugeschwindigkeit des RP im Pansen.

Bezüglich der Verdaulichkeit der Zellwandbestandteile treten zwischen den Pflanzen Unterschiede bei der vRF auf. Die vADF und vNDF der beiden Leguminosen sind untereinander vergleichbar und weniger hoch als die der Zichorie. Betrachtet man die im Versuch bestimmten Verdaulichkeiten gesamtheitlich (Tab. 2), so zeigt sich, dass die Zichorie die Versuchspflanze mit der höchsten Verdaulichkeit ist.

In vivo bestimmte oder mittels Gleichungen des GB geschätzte vOS

Um die *in vivo* bestimmten mit den geschätzten vOS zu vergleichen, wurden letztere sowohl mit der Gleichung für «unbekannte botanische Zusammensetzung» als auch mit den spezifischen Gleichungen berechnet. Von den spezifischen Gleichungen wurde für die Zichorie die Gleichung für «kräuterreiche, feinblättrige Mischbestände» verwendet und für Esparsette und Hornklee die für «Leguminosen». Ein Vergleich der Ergebnisse ist in Tabelle 3 ersichtlich. Es wurden die Gleichungen für Grünfutter angewendet, da die in unserem Versuchstrockner behandelten Futter nicht angewelkt werden und sie somit ihre ursprünglichen Bestandteile und Eigenschaften bestmöglich bewahren (Arrigo 2007). In unserer Studie kommen die Schätzungen der vOS mit

den spezifischen Gleichungen bei Zichorie und Hornklee den *in vivo* bestimmten Werten am nächsten. Bei Esparsette scheint hingegen eine Schätzung mit der Gleichung für Mischbestände mit unbekannter botanischer Zusammensetzung passender zu sein als mit der Gleichung für Leguminosen. Um die Wahl der Regressions-

Tab. 4 | Anhand der *in vivo* Verdaulichkeiten und *in sacco* Abbaubarkeiten berechnete Futterwerte

	Zichorie	Hornklee	Esparsette
in 1 kg TS:			
NEL	5,6	5,7	5,5
NEV	5,8	5,7	5,4
APDE	100	125	107
APDN	102	157	87
MPP _{NEL} *	1,8	1,8	1,7
MPP _{PAI} *	2,0	2,5	2,1
RP/NEL g/MJ	27	40	23

*MPP= Milchproduktionspotenzial: es stellt das Äquivalent in kg Milch pro kg TS dar (NEL/3,14 und APD/50)

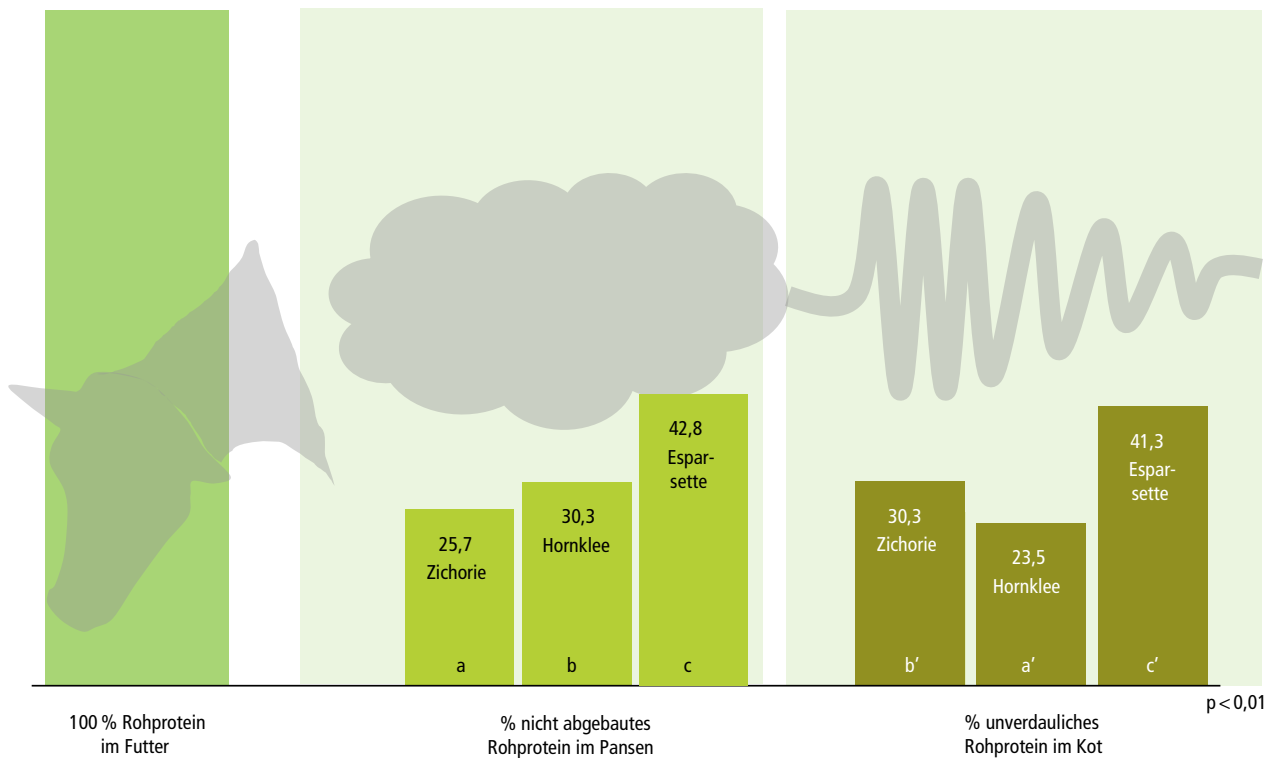


Abb. 5 | Fluss des nicht abgebauten und unverdaulichen Proteins beim Wiederkäuer.

gleichungen zur Schätzung der vOS dieser besonderen Arten zu validieren, wäre es erforderlich, weitere Bestimmungen unterschiedlicher Sorten und in verschiedenen Wachstumsstadien durchzuführen.

Abbaubarkeit des RP

Die Abbaubarkeitskoeffizienten des RP (aRP) der beiden Pflanzen mit geringen KT-Gehalten sind mit 64,2 % bei Zichorie und 65,1 % bei Hornklee recht ähnlich (Tab. 3). Diese Koeffizienten unterscheiden sich signifikant von

Tab. 5 | Vergleich der mit der *in vivo* Verdaulichkeit bestimmten und der mit den Gleichungen des Grünen Buchs geschätzten NEL-Werte

	Zichorie	Hornklee	Esparsette
In 1 kg TS:			
NEL _{vivo} MJ	5,6	5,7	5,5
NEL _{Gleichung} MJ	5,6	5,6	5,0
Gleichung/vivo, %	99,9	99,4	92,4

NEL_{vivo} berechnet mit der *in vivo* vOS
 NEL_{Gleichung} berechnet mit vOS Gleichungen des GB2006 für «kräuterreiche Mischbestände» bei Zichorie, «leguminosenreiche Mischbestände» für Hornklee und für «unbekannte botanische Zusammensetzung» bei Esparsette.

demjenigen der Esparsette, welcher 47,8 % beträgt (p < 0,01). Die durch komplexe Verbindungen mit den Tanninen auftretende Schutzwirkung (Hervas *et al.* 2004, Arrigo und Dohme 2007) scheint sich also zu bestätigen. Die mittels Gleichungen des GB geschätzten Abbaubarkeiten sind mit +10,9 % für Zichorie, +12,8 % für Hornklee und +38,1 % für Esparsette höher als die *in sacco* bestimmten Werte. Dies erstaunt nicht, da die Gleichung nicht spezifisch auf die botanische Zusammensetzung ausgerichtet ist und Schutzwirkungen durch sekundäre Stoffwechselprodukte wie die KT nicht berücksichtigt. Für diesen Futtertyp lassen sich die genaue Werte einzig mit einer aufwändigen *in sacco* Bestimmung ermitteln.

Bezüglich der Kurven der Abbaugeschwindigkeit treten Unterschiede zwischen den untersuchten Pflanzen auf (Abb. 4). Das RP der Zichorie wird sehr rasch abgebaut; in acht Stunden werden 74 % und in 24 Std. 90 % abgebaut. Bei Esparsette, der KT-reichsten Pflanze, erfolgt der Abbau am langsamsten und am wenigsten stark. Nur 70 % werden in 24 Stunden abgebaut, wohingegen ein 70 %-iger Abbau bei den beiden anderen Pflanzen bereits nach zwölf Stunden erreicht wird!

Der in Abbildung 5 dargestellte Proteinfluss fasst den Abbau des Rohproteins beim Wiederkäuer zusammen. Im Pansen scheint sich die Schutzwirkung der KT gegenüber den Mikroorganismen zu bestätigen, da Esparsette von allen drei Pflanzen den höchsten Gehalt an nicht abgebautem Rohprotein aufweist ($p < 0,01$). Die dadurch am Darmeingang zusätzlich zur Verfügung stehende RP-Menge wurde hingegen nicht genutzt, denn die Ergebnisse des Verdaulichkeitsversuchs zeigen, dass bei Esparsette die nicht verdauten RP-Rückstände im Kot am grössten sind.

Futterwerte

Die mit der vOS und vRP *in vivo* sowie die aRP *in sacco* erhaltenen Futterwerte zeigen anhand des Milchpotenzials (Äquivalente in kg Milch für Energie NEL/3,14 und für RP APDE/50, Tab.4), dass die Zichorie (-0,2 kg Milch / kg TS) und die Esparsette (-0,4 kg Milch / kg TS) Futter sind, welche leichte Energiedefizite aufweisen mit einem Verhältnis RP/NEL, das noch knapp innerhalb der Empfehlungen liegt (< 30 g MA/MJ NEL). Ihre Energiewerte (NEL) sind bescheiden und entsprechen einer ausgeglichenen Mischung im Wachstumsstadium 4 bis 5.

Der proteinreiche Hornklee mit seinem Energiewert in Höhe von 5,7 MJ NEL wies mit einem RP/NEL-Verhältnis von 40 g/MJ einen sehr hohen RP-Überschuss auf. Der Vergleich der mit den geschätzten vOS berechneten Energiewerte (Tab. 5) weist für Zichorie und Hornklee

eine gute Übereinstimmung auf, die Schätzung für Esparsette erwies sich als schwieriger. Ihr Wert wurde bei uns um 7,6 % unterschätzt.

Schlussfolgerungen

- Selbst wenn sie nur in geringen Mengen vorhanden sind, üben die kondensierten Tannine eine Schutzwirkung gegenüber dem Proteinabbau durch Pansenmikroorganismen aus. Die Abbaubarkeit des Rohproteins lag bei Esparsette signifikant unter derjenigen der anderen untersuchten Pflanzen.
- Der vorliegende Versuch zeigt auf, dass die von den Tanninen erzeugten komplexen Verbindungen die Nährstoffassimilation beim Wiederkäuer beeinflussen und die Futterwertschätzung mit Standardgleichungen verfälschen können.
- Die Bestimmung des Futterwertes für die drei Pflanzen, die als Reinbestände angebaut wurden, mit Hilfe von Gleichungen, die für Mischbestände aufgestellt wurden, bleibt fragil. Dies umso mehr, wenn die zu schätzende Pflanze nicht in den Mischungen enthalten war, die zur Bestimmung der Schätzgleichungen verwendet wurden.
- Einzig das aufmerksame Beobachten der Tierreaktionen ermöglicht es, den effektiven Futterwert zu bestätigen. ■

Literatur

- Agroscope Liebefeld-Posieux, 2012. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Zugang: <http://www.agroscope.admin.ch/futtermitteldatenbank/04834/index.html?lang=de>[30. Mai 2012].
- Arrigo Y., 2007. Influence du mode de conservation, du cycle et du stade sur la digestibilité et les teneurs en minéraux de l'herbe. *Revue suisse Agr.* 39 (4), 193–198.
- Arrigo Y. & Dohme F., 2009. Influence de la distribution d'espercette riche en tannins sur le métabolisme protéique des vaches au pâturage. *Renc. Rech. Ruminant* (16), 75. Zugang: [http://www.journees3R.fr.](http://www.journees3R.fr/) [17.9.2012].
- Barry T.N. & McNabb. W.C., 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British journal of Nutrition* 81, 263–272.
- Baumont R., Arrigo Y. & Niederkorn V., 2011. Transformation des plantes au cours de leur conservation et conséquences sur leur valeur pour les ruminants. *Fourrage* 205, 35–46.
- Dohme F., Graf C.M., Arrigo Y., Wyss U. & Kreuzer M., 2007. Effect of botanical characteristics, growth stage and method of conservation on factors related to the physical structure of forage – An attempt toward a better understanding of the effectiveness of fiber in ruminants. *Feed Science and Technology* 138, 205–227.
- Hervas G., Frutos P., Ramos G., Giraldez F.J. & Mantecon A.R., 2004. Intraruminal administration of two doses of quebracho tannins to sheep: effect on rumen degradation and total tract digestibility, faecal recovery and toxicity. *J. Anim. Feed Sci.* 13 (1), 111–120.
- Kessler J., 2000. Kaliumreiches Wiesenfutter belastet Stoffwechsel der Milchkuh. *Agrarforschung* 7 (10), 466–471.
- Scharenberg A., Arrigo Y., Gutzwiller A., Soliva C.R., Wyss U., Kreuzer M. & Dohme F., 2007. Palatability in sheep and *in vitro* nutritional value of dried and ensiled sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*), and chicory (*Cichorium intybus*). *Archives of Animal Nutrition* 61 (6), 481–496.
- Scharenberg A., Arrigo Y., Gutzwiller A., Wyss U., Hess H.D., Kreuzer M. & Dohme F., 2007. Effect of feeding dehydrated and ensiled tanniferous sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on nitrogen and mineral digestion and metabolism of lambs. *Arch. Anim. Nutr.* 61, 390–405.
- Terrill T.H., Rowan A.M., Douglas G.B. & Barry T.N., 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food Agr.* 58 (3), 321–329.
- Zimmer N. & Cordesse R., 1996. Influence des tannins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants. *INRA Prod. Anim.* 9 (3), 167–179.

Riassunto**Valore nutrizionale stimato di cicoria, ginestrino e lupinella**

Le equazioni di stima utilizzate generalmente per la stima del valore nutrizionale non sono adatte per le piante a elevato contenuto di tannini condensati (TC) Per verificare gli effetti della presenza di tannini condensati il presente studio mette a confronto i valori nutrizionali di cicoria comune (*Cichorium intybus*), lupinella (*Onobrychis viciifolia*) e ginestrino (*Lotus corniculatus*), ottenuti tramite dati ricavati con gli animali (*in vivo*, *in sacco*) o con equazioni di previsione tenendo conto dei tenori di TC.

La digeribilità della sostanza organica (DSO) *in vivo* della cicoria (78,8 %) è superiore ($p < 0,01$) alla DSO, simile, delle altre due piante (69,3 %). La lupinella, con il tenore di TC più elevato, presenta la digeribilità apparente della sostanza azotata più bassa, ovvero il 58,7 per cento (contro il 69,7 % della cicoria e il 76,5 % del ginestrino, $p < 0,01$).

La decomposizione della sostanza azotata (DSA) delle piante a basso contenuto di TC è simile nella cicoria e nel ginestrino (64,2 % risp. 65,1 %), ma differente da quella della lupinella, che è del 47,8 per cento ($p < 0,01$).

Dallo studio risulta che la qualità migliore di foraggio verde si ottiene per la cicoria (1° ciclo allo stadio di foglia senza stelo) con l'equazione DSO per miscugli ad alto contenuto di altre piante con foglie fini, per il ginestrino (3° ciclo all'inizio della fioritura) con l'equazione per le leguminose e per la lupinella (1° ciclo all'inizio della fioritura) con quella per miscuglio indeterminato.

Summary**Determined and estimated nutritive value of chicory, birdsfoot trefoil and sainfoin**

The assessment of the nutritional value of plants rich in condensed tannins (CT) stems from the models predicting the normal nutritional value. In order to verify the effects, this study compares the nutritional value of chicory (*Cichorium intybus*), sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) and lotus (*Lotus corniculatus*) obtained with data determined using animals (*in vivo*, *in sacco*) or with prediction equations with regard to levels of CT.

The organic matter digestibility (OMD) *in vivo* of chicory (78.8 %) was higher ($p < 0.01$) than the similar OMD of the two other plants (69.3 %). Sainfoin with the highest concentration of CT obtains the lowest content in digestible nitrogenous matter (DNM) with 58.7 % (vs. chicory with 69.7 and lotus with 76.5 % $p < 0.01$).

The degradability of the nitrogenous matter of plants with low CT values is comparable for chicory and lotus (64.2 % and 65.1 %) but is different to that of sainfoin 47.8 % ($p < 0.01$). The best forecasts for forage studied were obtained for chicory (1st cycle stage leaves without stalks) with OMD equations for a mixture with a high degree of other plants with thin leaves, for lotus (3rd cycle start of flowering) with that for legumes and for sainfoin (1st cycle start of flowering) with that for an unspecified mixture.

Key words: nutritive value of plants, digestibility, ruminal protein degradation, chicory, birdsfoot trefoil, sainfoin.