



Doctoral Thesis

The ambiguous role of condensed tannins from temperate forages in sheep nutrition

Author(s):

Scharenberg, Anna

Publication Date:

2007

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005477833> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO: 17379

**The ambiguous role of condensed tannins from temperate forages
in sheep nutrition**

A dissertation submitted to the

ETH ZÜRICH

for the degree of

Doctor of Science, ETH Zürich

presented by

ANNA SCHARENBERG

M.Sc. and B.Sc., Christian Albrechts Universität, Kiel

Born 16.12.1977

German

accepted on the recommendation of

Professor Dr. Michael Kreuzer, examiner

Professor Dr. Wolfgang Langhans, coexaminer

Dr. sc. nat. Frigga Dohme, coexaminer

Dr. med. vet. Andreas Gutzwiller, coexaminer

2007

1 Summary

Condensed tannins (CT) are secondary plant compounds with different effects on sheep when fed. On one hand, CT were responsible for beneficial effects including anthelmintic effects against gastrointestinal nematodes, higher body weight gain and wool production, higher fertility, and lower methane emissions. On the other hand, CT are reported to lower voluntary feed intake and productivity because of lower protein- and fibre digestibilities. To understand better the potentials of temperate tanniferous forage plants, three plants that contain different amounts of CT were analysed for their effect on sheep. Special emphasis was laid on their effects on palatability, protein metabolism, and infection with gastrointestinal nematodes in consideration of the influence of ensiling on CT. The focus was laid on tanniferous plants instead of CT in general for a more appropriate application in organic farming systems. The two legumes sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) and birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) had moderately high and low contents of CT, respectively, while the asteracea chicory (*Cichorium intybus*) contained low amounts of CT.

Condensed tannins are assumed to affect the foraging behaviours of animals, through their impact on palatability and digestion. Influence is dependent on type and concentration of CT in different plants. Therefore, in a first study, the palatability of the three plants was measured with 18 wethers ($n = 6$). The results showed no relation between CT content and palatability of the three test plants. Sainfoin was preferred over the grass-clover control forage, especially when ensiled. While the adaptation time needed for birdsfoot trefoil was twice as long as that of the other two plants, chicory showed no differences in palatability versus the control, both dried and ensiled. Nevertheless, the in-vitro evaluation of the impact of the CT content of the three plants on ruminal proteolyses with a modified Hohenheim Gas Test (HGT) protocol showed decreased protein degradation in sainfoin and birdsfoot trefoil, while in chicory no effect on proteolysis could be detected.

Since the HGT experiment only shows effects occurring in the rumen, a further study was carried out to understand effects of CT in and throughout the whole gastrointestinal tract. Sainfoin was chosen for this experiment because it had the highest CT content and showed a clear effect on ruminal protein degradation but has a high palatability, too. Concentration on one plant allowed including ensiled material to assess influences of the ensiling process on the activity of CT. The study was conducted with 12 lambs. Six different forage diets were compared ($n = 6$). Sainfoin was tested in dried and ensiled form in comparison to dried and

ensiled sainfoin supplemented with polyethylene glycol (PEG), which neutralises the CT-effect by binding CT. To verify that the effect of adding PEG is only an effect of neutralising CT, a CT-poor grass-clover forage, dried and ensiled, served also as control. The outcome of this experiment indicated a broad influence of sainfoin CT on protein metabolism. Condensed tannins lowered protein degradation in the rumen and therefore ammonia content in rumen fluid, plasma-urea concentration and urinary excretion of N. Yet, faecal excretion of nitrogen was higher in sainfoin-fed sheep without supplementation of PEG. Since the higher faecal and lower urinary losses of N balanced each other, no differences in body N-retention could be shown. Besides, in the blood-plasma, more essential amino acids were found after feeding sainfoin compared to the controls. Ensiling enhanced the effects of CT in the sainfoin. Less protein was degraded in the rumen with feeding ensiled sainfoin but also more N-compounds were excreted through the faeces, resulting in the lowest N-retention among the 6 diets.

To understand the response to CT plants of parasite-infected sheep, dried sainfoin was fed with and without PEG in a further study to with *Haemonchus contortus* infected lambs. The study was conducted with 24 lambs in four treatments (n = 6). Three treatments comprised infected lambs which were fed sainfoin, sainfoin supplemented with PEG, or a grass-clover mixture. Lambs of the fourth treatment remained uninfected and were also fed with grass-clover mixture. The PEG addition demonstrated that there was no effect of sainfoin CT on resilience (packed cell volume, serum-protein, serum-albumin, N-retention) or worm burden (abomasal worm count, faecal egg count) in the lambs. In comparison to feeding grass-clover mixture with a lower protein content, the feeding of sainfoin treated with PEG increased serum-albumin slightly in the infected lambs. Beside that, no positive effect of a higher protein supply was found. The unexpectedly low effect of CT is probably a result of the lower CT content of the sainfoin compared to the experiment with uninfected lambs.

In conclusion, sainfoin, the most promising among the plants investigated, is well accepted by sheep. It has a high nutritive value and the effect of its CT on protein metabolism in sheep is more beneficial than detrimental. The present work, however, did not clarify the question if sainfoin is an appropriate plant for an anthelmintic control strategy. The advantages of chicory and birdsfoot trefoil were lower than that of sainfoin. Using chicory showed no obvious effect mediated by its content of CT, and the influence of birdsfoot trefoil CT on palatability indicated that these plants seemed to have less beneficial effects on sheep. Even though, no detrimental effects occurred in the three forages. Further research is needed to finally clarify the role of temperate tanniferous forage plants in diets for sheep.

2 Zusammenfassung

Kondensierte Tannine (CT) sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die beim Verfüttern an Schafe unterschiedliche Wirkungen aufweisen können. Zum einen zeigen CT positive Effekte, wie anthelmintische Wirkung gegen Magen-Darm-Nematoden, höhere Lebendgewichtszunahmen, höhere Wollproduktivität, gesteigerte Fruchtbarkeit und verringerte Methanemissionen. Zum anderen sind CT dafür bekannt geworden, dass sie die Futteraufnahme reduzieren und die Produktion durch Verringerung der Protein- und Faserverdaulichkeit senken. Um den möglichen Nutzen tanninreicher Futterpflanzen der gemässigten Breiten besser zu verstehen, wurden drei Futterpflanzen mit unterschiedlichen CT-Gehalten bezüglich ihrer Wirkungen auf Schafe untersucht. Der Ansatz, die Wirkung tanninhaltiger Pflanzen anstatt die Wirkung von kondensierten Tanninen (CT) im Allgemeinen zu untersuchen, wurde gewählt, um Lösungen für die Praxis des organischen Landbaus anbieten zu können. Die untersuchten Futterpflanzen, zwei Leguminosen, Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) und Hornklee (*Lotus corniculatus*) haben moderat hohe bzw. niedrige Gehalte an CT, während der Korbblütler Chicorée (*Cichorium intybus*) geringe Gehalte an CT aufweist.

Kondensierte Tannine können das Futteraufnahmeverhalten von Tieren durch ihre Effekte auf Schmackhaftigkeit und Verdauung beeinflussen. Diese Effekte sind abhängig von der Struktur und der Konzentration der CT im Futter. Deswegen wurde eine Schmackhaftigkeitsuntersuchung mit 18 Hammeln ($n = 6$) durchgeführt. Für die drei Futterpflanzen konnte keine Beziehung zwischen dem Gehalt an CT im Futter und der Schmackhaftigkeit bei Schafen festgestellt werden. Esparsette, besonders als siliertes Futter, zeigte die höchste Schmackhaftigkeit. Die Angewöhnungszeit für Hornklee dagegen war doppelt so lange wie für die anderen beiden Pflanzen. Chicorée wurde, weder getrocknet noch siliert, im Vergleich zur Kontrolle besser oder schlechter gefressen. Die in-vitro Bestimmung des ruminalen Proteinabbaus mit einem modifizierten Hohenheimer Futterwerttest (HGT) ergab einen verringerten Proteinabbau für Esparsette und Hornklee, während für Chicorée kein Effekt messbar war.

Der HGT jedoch kann nur Einflüsse zeigen, die im Pansen auftreten. Daher wurde eine Studie durchgeführt, die die Wirkungen der CT über den gesamten Verdauungstrakt erfasste. Für diese Studie wurde Esparsette aufgrund ihres hohen CT-Gehalts, ihres deutlichen Effekts auf den ruminalen Proteinabbau und ihrer hohen Akzeptanz durch die Schafe ausgewählt. Die

Beschränkung auf eine Pflanze ermöglichte die Integration von siliertem Material in den Versuch. Die Studie wurde mit 12 Lämmern durchgeführt. Sechs verschiedene Raufuttervarianten wurden in einer Cross-over Studie in ihren Wirkungen auf die Tiere verglichen (n = 6). Getrocknete und silierte Esparsette, getrocknete und silierte Esparsette mit dem Zusatz von Polyethylenglykol (PEG), welches durch Binden der CT den CT-Effekt neutralisiert, und eine getrocknete und silierte Gras-Klee-Mischung, die als Kontrolle eines möglichen PEG-Effekts, der von CT unabhängig ist, dienen, wurden verfüttert. Dieser Versuch zeigte einen deutlichen Einfluss der Esparsette-CT auf den Proteinstoffwechsel. Sie verringerten den ruminalen Proteinabbau, die Ammoniakkonzentration im Pansensaft, die Harnstoffkonzentration im Blut und die Stickstoff-(N)-ausscheidung über den Harn. Es wurden jedoch mehr N-Verbindungen mit dem Kot ausgeschieden. Die höheren Ausscheidungen im Kot glichen die verringerten N-Ausscheidungen im Harn aus, so dass die N-Retention nicht beeinflusst wurde. Dabei wurden in den Esparsettevarianten mehr essentielle Aminosäuren im Blutplasma gefunden als in den Kontrollvarianten. Silierung verstärkte den Effekt der CT. Die Lämmer, die mit siliertem Esparsette gefüttert wurden, hatten die niedrigste N-Retention.

In einem weiteren Versuch wurde der Einfluss der Esparsette-CT auf Schafe untersucht, die mit *Haemonchus contortus*, einem Blut saugenden Labmagenparasiten, infiziert wurden. Im Versuch wurden vier verschiedene Varianten mit 24 Lämmern getestet (n = 6). Die Lämmer der ersten drei Varianten wurden mit *H. contortus*-Larven infiziert und entweder mit Esparsette, mit Esparsette und PEG oder mit einer Klee-Gras-Kontrolle gefüttert. Die Lämmer der vierten Variante blieben nicht infiziert und erhielten ebenfalls die Klee-Gras Kontrolle. Der Vergleich zur Behandlung mit Esparsette mit PEG zeigte keine Wirkung der Esparsette-CT auf Resilienz (Hämatokrit, Serumprotein, Serumalbumin, N-Retention) oder Nematodenbefall (Anzahl Nematoden im Labmagen, Eiausscheidung). Der Vergleich zwischen der rohproteinreichen Esparsette (behandelt mit PEG) und der rohproteinärmeren Klee-Gras-Variante erbrachte einen leichten, positiven Effekt auf die Serumalbuminkonzentration, zeigte sonst jedoch keinen Effekt auf Resilienz oder Parasitierung. Die Verfütterung von getrockneter Esparsette an mit *H. contortus* infizierte Lämmer zeigte die zuvor bei nicht infizierten Lämmern aufgetretenen CT-Effekte in einem deutlich geringeren Ausmass. Das Ausbleiben des erwarteten positiven Effekts der Verfütterung von Esparsette auf infizierte Lämmer ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die verfütterte Esparsette nur halb soviel CT enthielt, wie die im vorherigen Versuch verfütterte.

Esparsette, die vielversprechendste unter den untersuchten Futterpflanzen, wird von Schafen gerne gefressen und hat einen hohen Nährwert. Die Effekte der Esparsette-CT können aufgrund der vorliegenden Studien im Gesamten eher positiv als negativ bewertet werden, auch wenn die Frage nach der Wirkweise der Esparsette gegen Magen-Darm-Nematoden offen bleibt. Der Nutzen von Chicorée und Hornklee für Schafe war geringer als der der Esparsette. Beim Einsatz von Chicorée konnte keine Wirkung der CT gezeigt werden, während die begrenzte Schmackhaftigkeit des Hornklees darauf hindeutete, dass der Nutzen der Hornklee-CT für Schafe wahrscheinlich geringer ist als der der Esparsette. Weiteres Wissen über die Unterschiede zwischen CT von verschiedenen und innerhalb Pflanzenarten ist notwendig, um die Bedeutung der CT von Futterpflanzen der gemässigten Breiten für Schafe abschliessend beurteilen zu können.