
 総 説

小豆殻を水分調整剤として混合し長期間保存した ビートトップの羊における飼料価値

西田 武弘*, 森 洋志, 田中 歩, 高橋 潤一

国立大学法人 帯広畜産大学畜産衛生学研究部門

〒080-8555 帯広市稲田町西2線11番地

連絡著者名 西田 武弘

*連絡著者 (Corresponding author) : nishtake@obihiro.ac.jp

Effect of stem and stub of adzuki beans on nutritive value of sugar beet tops for sheep after long-term preservation

Takehiro NISHIDA, Hiroshi MORI, Ayumu TANAKA, Junichi TAKAHASHI

Animal and Food Hygiene Course, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

Inada-cho Nishi 2-11, Obihiro, Hokkaido, 080-8555, JAPAN

キーワード：ビートトップ, 小豆殻

Key words : sugar beet tops, stem and stub of adzuki beans

要 約

製糖用ビートの収穫残渣であるビートトップは未利用の農業系セルロースバイオマスの一つであり、ほぼ100%北海道で、年間355万トン生産されている。また、北海道で5.4万トン生産(全国の90%)されている、小豆収穫後の小豆殻(以下、豆殻)も未利用の農業系セルロースバイオマスである。ビートトップは、水分が多く腐敗しやすいことなどから、飼料としての利用は困難とされてきた。今までに我々は、ビートトップを簡易的に密封することによって長期間保存可能であり、チモシー乾草とほぼ同等の飼料価値を持つことを示した。そこで本実験では、豆殻を水分調整資材とし、ビートトップと混合したものを長期保存して、飼料価値に及ぼす影響を検討した。供試動物は去勢羊4頭(42.8±5.8kg)、供試飼料は国産のチモシー、ビートトップおよび豆殻とした。ビートトップと豆殻は、原物量で5:2の割合で混合し、常温で6ヶ月間簡易密封したものをを用いた。試験は馴致期7日間、消化試験5日間、呼吸試験1日間を一期とし、二期実施した。チモシーとビートトップ・豆殻混合発酵飼料は、乾物で1:1の割合で給与した。飼料給与量は、乾物で

55kg/BW^{0.75}(BWは体重)とした。残飼のほとんどが豆殻であった。各成分の消化率は、豆殻混合時にビートトップのみの消化率と比較して、低い傾向を示した。

Abstract

In Japan 3.55 million tons of sugar beets were harvested in 2011. Sugar beet tops also can be used for livestock feed. However, almost all beet tops are used for green manure now in Japan, because it is very difficult to harvest tops only. Furthermore beet tops contain a lot of water so it is necessary to mix with some dry materials or be windrowed in the field before ensiling. Sugar beets are harvested at the end of October and the beginning of November in Japan. At the same time, in Japan 54,000 tons of adzuki beans (*Phaseolus angularis*) were harvested in 2011. Almost all withered stem and stub of adzuki beans after harvest are burnt in their field. Therefore we thought that withered stem and stub of adzuki beans could be available for moisture control of beet tops for ensiling. Beet tops and stem and stub of adzuki beans were mixed as 5:2 ratios in fresh matter basis and then kept in room temperature for 6 months. Then they were mixed with Timothy hay in the proportion of 1:1 as dry matter basis

and fed to 4 castrated sheep (42.8 ± 5.8 kg). The in vivo digestion trials were carried out. Feed intake tended to decrease and stem and stub of adzuki beans were observed as residual feed. Digestibility of ration also decreased in stem and stub of adzuki beans mixed ration. Palatability seemed to be decreased by adding stem and stub of adzuki beans.

緒 言

日本の畜産業は、海外の飼料資源に依存しながらも着実に成長してきた。そのため、近年日本の飼料自給率の低下が問題になっている。飼料自給率とは、家畜の飼料消費が国内産でまかなわれている比率である。1975（昭和50）年の飼料自給率は34%（粗飼料自給率100%、濃厚飼料自給率14%）だったが、2010年では飼料自給率25%（粗飼料78%、濃厚飼料11%）にまで低下している。供給熱量自給率の算出では、畜産物は飼料自給率を掛けて、純国内生産分を算出数値に反映させている。食用穀物と飼料穀物の合計で算出する穀物自給率（2010年、27%）と合わせて、日本の畜産が国内の耕種農業と切り離されて発展してきた事実を示す数値である。

また、干ばつによる収量低下やバイオエネルギーとして消費されることによって、配合飼料の主原料であるとうもろこしが高騰し、それに伴い原油や船舶費等まで値上がりし、そして、今日の世界的不況の影響で高級牛肉をはじめとして、豚肉等の消費が落ち込むことで枝肉価格や子牛価格まで低迷するなど、外部要因により畜産経営体は厳しい状況に直面している。

さらに、世界的には爆発的な人口増加に伴い、食料問題が深刻化している。1995年には57億であった人口は2011年には70億、2025年には80億と推測されている。一方、農業増産率は農地面積の減少や土壌の劣化等で減少している。

これらの問題から、海外の情勢に左右されない未利用の農業系セルロースバイオマスの飼料への活用が注目されている。製糖に用いられるビートの収穫残渣であるビートトップもその一つであり、ほぼ100%北海道で年間355万トン（2011）生産されている（農林水産省、2012A）。また、北海道で5.4万トン生産（全国の90%、2011）されている（農林水産省、2012B）、小豆収穫後の小豆殻（以下、豆殻）も未利用の農業系セルロースバイオマスである。

水分含量が高いために、ビートトップのみでは腐敗しやすく、ロールペールサイレージの素材として単独では成形維持が難しい等の問題点があり、ビートトップ単体では飼料としての利用は困難とされてきた。現在では、ビートトップはそのまま畑に鋤き込まれて緑肥として利用され、豆殻は畑で焼却処分される例が多

い。そこで金子（2009）は、ビートトップ単体に混合微生物生菌剤を添加し、トランスバグに簡易的に密封することによって、好気的変敗を起こすことなく長期間保存可能であることを観察した。また、このビートトップを翌夏ヒツジに給与し、その栄養価について検討した。その結果、1) ビートトップの嗜好性は高く、残飼は観察されなかった。2) 対照区とビート区では、乾物摂取量、各一般成分消化率、可消化養分総量や可消化エネルギー摂取量には有意な差はなかった。3) ビートトップのタンパク含量はチモシー乾草よりも高かったため、対照区に比較してビート区では窒素摂取量および可消化窒素摂取量は有意に高かった（森保、2010）。これらの結果から、ビートトップはチモシー乾草とほぼ同等の飼料価値を持つものと考えられる。そこで本実験では、豆殻を水分調整資材とし、ビートトップと混合したものを長期保存して、飼料価値に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

供試動物は去勢羊4頭（ 42.8 ± 5.8 kg）、供試飼料は国産のチモシーおよび2009年11月に収穫されたビートトップ、豆殻とした。ビートトップと豆殻は、原物量で5:2の割合で混合し、常温で6ヶ月間簡易密封したものをを用いた。試験は馴致期7日間、消化試験5日間、呼吸試験1日間（24時間）を一期とし二期実施した。チモシーとビートトップ、豆殻混合発酵飼料を乾物で1:1の割合で給与した。飼料給与量は、乾物で55kg/BW^{0.75}（BWは体重）とした。消化試験は全糞採取法で行った。

結果および考察

表1にチモシーとビートトップ・豆殻混合発酵飼料のそれぞれの化学成分およびエネルギー含量を示した。発酵性状はpH4.43、乳酸1.5%、酢酸0.25%および酪酸0%であり、一般的なサイレージと比べて遜色ないといえる。表2には乾物給与量、残飼量、各成分の消化率を示した。また参考の為、ビートトップのみおよびチモシー乾草のみの消化率（森保、2010）も示した。残飼のほとんどが豆殻であった。なお、ビートトップ・豆殻混合発酵飼料のみの消化率は、チモシー+ビートトップ・豆殻給与時の糞の量からチモシーのみの消化率から算出したチモシーの糞の量を引き、残りの糞の量をビートトップ+豆殻由来の糞と仮定して、ビートトップ+豆殻の乾物摂取量と合わせて算出した。豆殻は低栄養であるため（阿部ら、1990、1992；熊瀬1983）、各成分の消化率は、ビートトップのみの消化率と比較して、低い傾向を示したと考えられる。

また、粗蛋白質消化率は、低い値を示した。これは、

表1 飼料の化学成分およびエネルギー含量

	ビートトップ +豆殻	ビートトップ	チモシー乾草
原物中%			
乾物	30.0	16.4	81.6
乾物中%			
有機物	82.2	84.5	93.1
粗蛋白質	8.84	18.2	5.48
NDF ¹	50.3	31.3	74.1
ADF ²	37.5	17.9	43.3
WSC ³	1.6	0.89	4.9
粗脂肪	1.6	5.13	1.8
MJ/kg DM			
GE ⁴	15.99	17.76	17.80

1 中性デタージェント繊維, 2 酸性デタージェント繊維,
3 可溶性炭水化物, 4 総エネルギー

表1で示したチモシーの乾物中の粗蛋白質含量が低く、本実験では、チモシーとビートトップ+豆殻混合発酵飼料を乾物当たり1:1で給与していたため、給与した飼料全体の粗蛋白質含量が8%を下回ってしまっただけでなく、一般的に給与飼料の粗蛋白質が乾物中8%を下回ると、蛋白源の不足のためルーメン微生物の増殖が抑制され、そのため、粗蛋白質の消化率が低くなってしまったと考えられる。今回の実験では、チモシー乾草とビートトップ+豆殻混合発酵飼料を乾物で1:1の割合で給与したため、消化率等の項目で豆殻の影響を大きく受けてしまったが、TMRの一部としての利用であれば、低栄養の豆殻の影響が小さくなると思われるため、有効に活用できるのではないかと考えられる。今後は、残留農葉やシュウ酸について検査を実施し、保存性の高い安全な飼料であることを明らかにしていく。また、実用化に向けては、ビートトップ収穫機械、コストや担い手についても検討する必要がある。

ビートと豆類は、畑作農家の輪作体系の中でジャガイモ、小麦と共に栽培され、土壌の保全や収量の維持を考える上で重要な作物となっている。しかし、現在日本は環太平洋パートナーシップ協定 (TPP) への参加を検討しており、もし仮に将来締結された場合には、ビートを原料として生産される砂糖は影響を受けると予想される。本研究が、未利用バイオマスの有効活用化による飼料の国内自給率向上と、北海道の畑作農家の経営安定化に向けて少しでも参考になれば幸いである。

表2 飼料の消化率およびエネルギー含量

	ビートトップ +豆殻	ビートトップ	チモシー乾草
乾物摂取量	388.0		
乾物残飼量	79.0		
消化率(%)			
乾物	56.0	72.2	68.8
有機物	59.4	73.1	70.5
粗蛋白質	42.2	69.0	66.9
NDF ¹	45.9	61.3	71.9
ADF ²	50.8	64.2	70.0
ヘミセルロース	29.9	57.5	25.9
セルロース	74.2	71.7	74.0
エネルギー	56.2	71.1	66.4
WSC ³	92.1	86.9	97.7
粗脂肪	95.7	68.7	45.4
可消化成分			
DE ⁴ (MJ/kg DM)	8.86	12.71	12.28
TDN ⁵ (%)	50.4	62.1	63.8

1 中性デタージェント繊維, 2 酸性デタージェント繊維,
3 可溶性炭水化物, 4 可消化エネルギー, 5 可消化養分総量

引用文献

- 大臣官房統計部生産流通消費統計課 (2012A) 平成23年産工芸農作物の収穫量てんさい (北海道) 農林水産省.
- 大臣官房統計部生産流通消費統計課 (2012B) 平成23年産豆類(乾燥子実)及びそばの収穫量 (全国農業地域別・都道府県別) 農林水産省.
- 金子志保 (2009) 混合微生物生菌剤 (BME) を用いた未利用バイオマスの糖化. 卒業論文. 帯広畜産大学
- 森保真 (2010) 混合微生物生菌剤を添加して長期間保存したビートトップの羊における飼料価値. 卒業論文. 帯広畜産大学
- 阿部英則・山川政明 (1990) 調整時に豆がらを添加したビートトップサイレージの乾物損失, 乾物密度, 消化率および取出しの難易. 滝川畜試研報, 25: 19-24.
- 阿部英則・山川政明・岡本全弘 (1992) 豆がらの栄養価改善に対するアンモニア処理の有効性. 滝川畜試研報, 27: 19-24.
- 熊瀬登 (1983) 豆殻の飼料価値に及ぼす無水アンモニア処理の効果. 帯広畜産大学後援会報告, 12: 52-56.