

赤クローバーおよびコモンベッチ乾草の育成豚およびラットに対する栄養価について

大島光昭, 景山博行, 中西耕治, 大野富美雄

赤クローバーおよびコモンベッチ両乾草の育成豚およびラットによる利用性に関して実験を行なった。従来、著者の一人は、これらの動物の赤クローバーサイレージの利用性に関する一連の研究⁽¹⁻³⁾を行なってきたが、もう一つの牧草貯蔵形態である乾草に関する研究を未だ行っていないため、赤クローバー乾草の栄養価の検討を計画した。コモンベッチ乾草について実験した理由は、さきに、鶏ヒナの蛋白質源としてコモンベッチが他の供試牧草に比し著しく優る成績を示すことを報告⁽⁴⁾したが、そのような結果が豚およびラットにおいてもえられるか否かを知ろうとしたことにある。

実験材料および方法

1. 供試草 本学部研究圃場に1973年10月20日に播種したコモンベッチ (*Vicia sativa*) および赤クローバー (*Trifolium pratense*) を、それぞれ開花盛期の1974年5月16日および28日に刈り取って供試した。

2. 乾草の調製 それぞれ一部を70°Cで一昼夜通風乾燥した。残りの大部分は天日乾燥に供した。すなわち、コモンベッチは5月16日から23日にかけて、赤クローバーは5月28日から6月2日にかけて、カラス温室内にひろげて乾燥させた。この間、コモンベッチは乾燥3日目に、ガラスの隙間より浸入した雨水にあたったため、仕上がった乾草は褐変していたが、赤クローバー乾草は緑度高く良質のものであった。これらをWiley millで粉砕して供試した。なお、1972年5月2日(生育後期)に刈り取った赤クローバーを上記の方法で通風乾燥・粉砕したのも供試した。

3. 栄養価の測定 1試験区当り、平均体重27kgのランドレース豚4頭を個別に代謝ケージに収容し、赤クローバー乾草あるいはコモンベッチ乾草を唯一の蛋白質源とする飼料あるいは無窒素飼料1kgを2ℓの水で粘って1日1回給与した。4日間の予備飼育ののち3日間、給餌直前に糞の一部および尿の全量を採集した。糞は採集後ただちに70°C通風乾燥器で乾燥し、尿は定容後その一部をトルエン存在下で冷蔵庫中に貯蔵した。代謝試験終了後飼料および糞尿を後述の方法にしたがって分析し、分析値より飼料中各成分の消化率、TDN、および粗蛋白質の生物価を算出した。さらに前報⁽⁵⁾に示した式にもとづき乾草成分のみの消化率を求め、これらの数値を用いて乾草のTDN含量を算出した。ついで1試験区当り、平均体重80gのラット4匹を配し、既報⁽⁵⁾の方法にしたがって乾草中粗蛋白質の真の消化率および生物価の測定を行なった。

4. 飼料および糞尿の分析 乾草の一般成分および加水解物中のアミノ酸の定量、豚の飼料および糞中の一般成分および酸化クロムの定量、豚の尿、ラット飼料、およびラットの糞尿中の窒素の定量を前報⁽⁵⁾の方法にしたがって行なった。

結果および考察

供試乾草の一般組成および供試乾草加水分解物のアミノ酸組成をそれぞれTable 1 および2に示す。

通風乾燥および天日乾燥コモンベッチは同一材料より調製したものであるが、肉眼的色調、一般組成、およびアミノ酸組成のいずれにおいても、前者に比し後者が著しく劣っていた。すなわち天日乾燥中に緑度、粗脂肪、NFEなどが著しく減少するとともに多くの必須アミノ酸も減少を示し、なかでも制限順位の高いMet, Lys, His, Trpなどの減少が著しかった。通風乾燥赤クローバーと天日乾燥赤クローバーとは材料を異にするため、両者の一般組成から品質差を論ずることは不可能である。しかし牧草の生育時期にもとづくアミノ酸組成の差はほとんどないことが知られているところから⁽⁶⁾、アミノ酸組成の比較から品質差を考察することは可能である。それによれば両赤クローバー

Table 1. Chemical composition of hays on dry matter basis

	Harvest date	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
Red clover hay, O. D.*	May 2, 1972	20.8	3.8	48.5	17.0	9.9
Red clover hay, S. C.**	May 28, 1974	18.1	4.4	43.6	22.9	11.0
Common vetch hay, O. D.*	May 16, 1974	21.9	3.5	38.0	26.5	10.1
Common vetch hay, S. C.**	May 16, 1974	21.1	2.2	35.7	29.7	11.3

* Oven dried.

** Sun cured.

Table 2. Amino acid composition of hays exhibited as percentage of amino acid nitrogen in total nitrogen

	Red clover		Common vetch	
	O. D.	S. C.	O. D.	S. C.
Lys	5.96	6.02	6.24	5.23
His	3.27	3.40	3.44	2.84
Arg	9.72	8.80	9.33	9.08
Asp	7.45	7.03	7.12	10.2
Thr	3.24	2.93	2.89	2.97
Ser	3.44	3.57	3.65	3.41
Glu	5.50	6.07	5.87	5.50
Pro	2.89	5.70	3.23	6.97
Gly	5.69	5.38	5.31	5.33
Ala	5.54	5.70	5.91	4.91
Val	3.67	4.02	3.81	3.88
Ile	2.76	2.87	2.77	2.62
Leu	4.87	4.82	4.55	3.70
Tyr	1.56	1.57	1.37	1.11
Phe	2.55	2.62	2.40	2.32
Cys	0.60	0.73	0.70	0.61
Met	1.08	0.88	0.91	0.68
Trp	1.59	1.56	1.13	0.89

のアミノ酸組成はよく一致し、天日乾燥においてもかなり良質な乾草がえられたものと判断された。緑度も、天日乾燥赤クローバーは天日乾燥コモンベッチに比し、かなり高かった。なお赤クローバーおよびコモンベッチのいずれにおいても、天日乾燥したものは通風乾燥したものに比し倍量の Pro を含んでいた。これは牧草を刈取後長時間放置している間に、Pro の生成が起ることを示すものであろう。また通風乾燥コモンベッチは天日乾燥コモンベッチに比し多量の Asp を含有する一方、Ala 含量が低い点が特徴的であった。サイレージにおいては逆に Asp の脱炭酸により Ala が著しく増加することを既に報告⁽¹⁾した。

育成豚による天日乾燥赤クローバーおよびコモンベッチの消化試験を行なった。供試飼料組成および動物試験成績を Table 3 および 4 に示す。なお Table 4 の各成分の消化率は、実験方法で述べたように、乾草のみの消化率を算出して示したものである。

乾草中各成分の消化率は赤クローバーに比しコモンベッチの方が高いにもかかわらず、両者の TDN の間には有意差が認められなかった。この結果は、Table 1 にみられるように、もっとも消化性のよい NFE が赤クローバーに、もっとも消化性の悪い粗繊維がコモンベッチに、より多く含まれていたことによる。しかしこれらの差は、草種のち

Table 3. Composition of diet for growing pigs

	%*
Hay**	40.0
Corn α -starch	39.0
Sucrose	11.8
Corn oil	6.0
KH_2PO_4	1.7
NaCl	0.5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.4
Mineral mixture***	0.12
Vitamin mixture***	0.24
Cr_2O_3	0.24

* Air-dried basis.

** Sun cured hay from red clover or common vetch.

*** Previous paper⁽²⁾.

Table 4. Nutritive value of sun cured hays for growing pigs

	Number of pigs	Digestibility				TDN/DM	Biological value
		Crude protein*	Crude fat*	NFE	Crude fiber*		
Red clover	4	51.5 \pm 1.3**	46.9 \pm 4.5	83.2 \pm 2.4	15.1 \pm 3.0	53.5 \pm 1.4	49.3 \pm 2.7
Common vetch	4	61.3 \pm 0.9	69.3 \pm 4.1	87.5 \pm 0.9	28.0 \pm 3.7	55.9 \pm 1.3	41.5 \pm 4.6

* The difference between the two values is significant.

** Mean \pm S. E.

がいにもとづく差ではなく、草の生育時期にもとづくものであろう。すなわち家畜に対する草の消化率およびTDNは草の生育時期によって大きく左右され、熟期が進むほど低下することが知られている⁽⁷⁾。よって草種間の消化率およびTDNの比較は、各草ごとに生育時期別に消化率の測定を行わないかぎり不可能である。

赤クローバー乾草の生物価は、さきに報告した良質赤クローバーサイレージのそれ⁽³⁾とよく一致し、また有意差は認められなかったがコンベッチ乾草のそれよりも若干高い値を示した。しかし既報⁽⁴⁾の鶏ヒナによる実験では、コンベッチ蛋白質は他の供試牧草蛋白質に比し著しく高いGPVを示した。よって本実験におけるコンベッチ乾草の低生物価は乾草の低品質化に由来することが考えられたので、この点に関し、さらにラットによる検討を加えた。ラットの供試飼料組成および消化試験成績をそれぞれ Table 5 および 6 に示す。

Table 5. Composition of diets for growing rats

	%*	%*
Common vetch hay, O.D. or S.C.	33	—
Red clover hay, O.D.	—	30
Corn α -starch	40	40
Sucrose	14	17
Corn oil	8	8
Mineral mixture**	4	4
Vitamin mixture***	0.9	0.9
Choline chloride	0.1	0.1

* Air-dried basis.

** HARPER, A. E.⁽⁸⁾.

*** 1 g contains vitamin A palmitate 2500 IU, calciferol 200 IU, thiamine nitrate 1 mg, riboflavin 1.5 mg, nicotinamide 10 mg, pyridoxine-HCl 1 mg, folic acid 0.5 mg, Ca-pantothenate 5 mg, cyanocobalamin 1 μ g, and α -tocopherol 1 mg.

Table 6. Nutritive value of nitrogen in hays for growing rats

	Number of rats	True digestibility**	Biological value**
Common vetch hay, O. D.	4	82.2±0.5 ^{a***}	43.2±1.8 ^a
Common vetch hay, S. C.	4	77.2±1.2 ^b	26.0±0.7 ^b
Common vetch hay, S. C. +Met*	4	78.0±0.3 ^b	71.3±0.7 ^c
Red clover hay, O. D.	4	74.3±0.5 ^c	24.5±2.4 ^b
Red clover hay, O. D. +Met*	4	76.3±1.1 ^{cb}	70.2±2.2 ^c

* L-methionine was added 0.2% of the diet.

** Mean±S. E.

*** Values in same column with different superscript letter differ significantly.

天日乾燥コモンベッチは通風乾燥コモンベッチに比し粗蛋白質の真の消化率および生物価が有意に劣り、その差は生物価においてとくに著しかった。豚およびラットの天日乾燥コモンベッチの利用性を比較すると、豚の方が高い粗蛋白質の消化率および著しく低い生物価を示した。同様の傾向がルーサンサイレージに関する実験⁽⁹⁾でもえられている。一方赤クローバーについては、豚に供試した天日乾燥物および同一材料より調製した通風乾燥物が不足したため、Table 1 に示した刈取時期を異にする通風乾燥物をラットによる消化試験に供試した。その生物価は天日乾燥コモンベッチと同じく24.5にすぎなかった。なお前報⁽⁹⁾で、豚およびラットを用い、牧草の生育時期による生物価の差は認められないことを明らかにしている。通風乾燥コモンベッチについては試料が不足したため行なわなかったが、天日乾燥コモンベッチおよび通風乾燥赤クローバーに Met を添加した結果、ラットに対する生物価はともに約70に向上した。既報⁽⁸⁾の Met 添加通風乾草赤クローバーもほぼ同じ成績を示したところから、常圧下で乾燥し、かつ Met を添加した赤クローバーのラットに対する生物価の限界はこの程度と考えられる。Table 6 のラットに対する生物価は、天日乾燥コモンベッチと通風乾燥赤クローバーが同じであり、通風乾燥コモンベッチはこれらよりも著しく高いところから、豚に対するコモンベッチの良品質乾草の生物価は、赤クローバーのそれよりも高い可能性が考えられた。次報⁽¹⁰⁾の大日乾草の生物価は、本実験終了後、同一の豚群を用いて求めたものであるが、65.4 という非常に高い値を示した。しかしこれらの草種間の、第1制限アミノ酸である含硫アミノ酸含量の差は、生物価の差に比して小さかった。よって乾草の生物価は、Met の絶対的な含量のほか、Met の有効性あるいは何等かの生理的因子の影響をうけていることが考えられた。EVANS and BANDEMER⁽¹¹⁾ は加熱した数種の豆について、Met 含量には大きな差はないにもかかわらず、これらを給与したラットの生長は著しく異なり、0.2~0.3%の Met を添加することによりはじめてほとんど同じ生長を示すことを報告している。一方 MYER and CHEEKE⁽¹²⁾ は、天日乾燥、95°C 通風乾燥、および凍結乾燥したルーサンのラットに対する栄養価の比較を行ない、飼料中乾草含量40%までは前二者に比し後者が著しく高い増体および飼料要求率を示すが、飼料中の乾草含量を60%にあげると3種の乾草の成績に差はなくなり、40%の場合のいずれの値よりも低い栄養価を示すことを報告している。凍結乾燥物において、飼料中の含量40%の場合には他の乾草より著しく栄養価が高いが、含量60%にあげると他との栄養価の差がなくなることは、何等かの生長抑制物質の存在を意味するものであろう。彼らはさらに、通風乾燥および凍結乾燥ルーサンを乳糖とともに2時間、加圧下で120°Cに加熱したものをラットに給与した結果、凍結乾燥物を給与したラットの生長は通風乾燥物を給与したラットに比し著しく劣ることを報告している。この結果について彼らは、凍結乾燥においては他の乾燥過程で起るカラメル化が防がれるためより高い栄養価を保持しうるが、一方において褐変反応に関与しうる未反応成分を多量に含有するため、糖の存在下で加熱することにより著しい栄養価の低下を示したものと考察している。いずれにしろ、乾草調製過程における他成分との反応が、牧草中窒素成分の動物による利用性に影響をおよぼしていることは事実であろう。

要 約

天日乾燥した赤クローバーあるいはコモンベッチを唯一の蛋白源とする飼料を調製し育成豚による消化試験を行った。天日乾燥赤クローバーは緑度高く良質なものであったが、コモンベッチは乾燥中に一度ぬれたために褐変し、

かなり悪質な乾草になった。よって乾草品質の栄養価におよぼす影響を知るため、上記の乾草とともに両牧草の通風乾燥物を唯一の蛋白質源とするラットによる消化試験をも行なった。

天日乾燥赤クローバーの豚に対する生物価は49であり、この成績は良品質赤クローバーサイレージでえられた価⁽²⁾とよく一致した。天日乾燥コモンベッチの豚に対する生物価は42であったが、赤クローバーとの間に有意差は認められなかった。

天日乾燥コモンベッチ中粗蛋白質のラットに対する真の消化率および生物価はそれぞれ77および26であったが、同一材料を通風乾燥したものの成績は有意に優り、それぞれ82および43であった。通風乾燥赤クローバーは天日乾燥コモンベッチに比し多量の含硫アミノ酸を含むにもかかわらず、ラットに対する両者の生物価は一致し、また、Metを添加することによりともに約70に向上した。

文 献

- | | |
|---|---|
| (1) 大島光昭：香大農紀， 26 ，1-68 (1971)。 | man and Company, San Francisco, (1969)。 |
| (2) 大島光昭，高原章兆，中村康則：日豚研誌， 10 ，111-117 (1973)。 | (8) HARPER, A. E.: <i>J. Nutr.</i> , 68 , 405-418 (1959)。 |
| (3) 大島光昭：日畜会報， 46 ，56-61 (1975)。 | (9) 大島光昭，景山博行，大野富美雄，中西耕治：日畜会報，投稿中。 |
| (4) 大島光昭，田先威和夫：日畜会報， 33 ，313-319 (1962)。 | (10) 大島光昭，景山博行，中西耕治，大野富美雄：香大農学報， 27 ，17-20 (1976)。 |
| (5) 大島光昭，田先威和夫：日畜会報， 37 ，1-6 (1966)。 | (11) EVANS, R. J., BANDEMER, S. L.: <i>J. Agr. Food Chem.</i> , 15 , 439-443 (1967)。 |
| (6) WILSON, R. F., TILLEY, J. M. A.: <i>J. Sci. Fd Agric.</i> , 16 , 173-178 (1965)。 | (12) MYER, R. O., CHEEKE, P. R.: <i>J. Animal Sci.</i> , 40 , 500-508 (1975)。 |
| (7) CRAMPTON, E. W., HARRIS, L. E.: <i>Applied Animal Nutrition</i> , 2nd ed., 478-723, W. H. Free- | |

NUTRITIVE VALUE OF RED CLOVER HAY AND COMMON VETCH HAY FOR GROWING PIGS AND RATS

Mitsuaki OHSHIMA, Hiroyuki KAGEYAMA, Koji NAKANISHI, and Fumio OHNO

Summary

Sun cured hays were prepared from red clover and common vetch in a glasshouse. Greenish hay was obtained from red clover. Common vetch hay was discolored by getting wet on the 3rd day of drying. These hays were fed to growing pigs and rats weighing about 27 kg and 80 g respectively as a sole protein source. The nutritive value of hays dried in a forced-air oven at 70°C was also determined using rats and compared with that of the sun cured hays to know if the nutritive value of hays for monogastric animals depends on the quality of the products.

The biological value of crude protein in the sun cured red clover for pigs was 49 which corresponds to the value obtained from a red clover silage of good quality.⁽²⁾ The biological value of crude protein in the sun cured common vetch for pigs was 42. There was not significant difference between the two values.

The true digestibility and the biological value of crude protein in the sun cured common vetch for rats were 77 and 26 respectively and were significantly lower than the values being 82 and 43 respectively obtained from the oven dried hay prepared from the same material. Though the oven dried red clover contained more sulfur amino acids than the sun cured common

vetch, their biological values for rats were not different and equally improved from 25 to 70 by addition of methionine.

(1975年10月31日 受理)