

動物性飼料に頼らない乳牛の飼養技術の開発

[平成 16～18 年度]

田村哲生

(生産技術科)

【要 約】粗蛋白質 14.5%、分解性蛋白質 9.0～9.5%の範囲で微生物態蛋白質の合成を促進する飼料組成とすることで、粗蛋白質水準が日本飼養標準の推奨値以下であっても優れた乳性産を維持できる。また、糞尿中窒素排泄量を削減できる。

【背景と目的】

アミノ酸組成に優れることから乳牛用飼料として魚粉が利用されていた。しかし、国内で BSE が発生したことにより、魚粉をはじめとする動物質飼料の使用は法令で禁止された。今日では環境に配慮した酪農経営も求められているため、法令および環境の両面から乳牛飼養は厳しくなっている。本研究では、第一胃内での微生物態蛋白質 (BCP) の増殖を飼料構成により制御し、動物質飼料に頼ることなく乳生産を維持および窒素排泄量を抑えることにより環境に配慮した乳牛の飼養技術を開発する。

【成果の概要】

1) 毎年度、分娩後より試験用混合飼料 3 種をそれぞれの乳牛に 15 週間給与する飼養試験を行うと共に、15 週以降に出納試験を行った。飼養試験では、乾物摂取量 (DMI)、体重、乳量、乳成分、第一胃液性状、血液性状を調査した。出納試験では、窒素出納、各種消化率、および尿中アラントインから BCP 合成量を推定した。供試牛は、東京、栃木、群馬、千葉、新潟、山梨、長野および愛知の公立試験場で飼養している 2 産以上のホルスタイン種泌乳牛を延べ 158 頭を用いた。統計処理は SAS を用いた。

2) 平成 16 年度

表 1 に示した試験飼料は、窒素排泄量の低減を図るために、いずれも粗蛋白質 (CP) 水準が日本飼料標準推奨値より低い飼料 (低蛋白質飼料) とした。また、以下のねらいも図った。

HCHP：炭水化物および蛋白質の分解速度を共に速くして BCP 合成を促進する。

LCHP：炭水化物の分解速度を遅くして BCP 合成を抑える。

LCLP：炭水化物および蛋白質の分解速度を共に遅くして BCP 合成をやや促進すると共に、飼料由来蛋白質も牛に供給する。

DMI、乳量および乳成分は区間に差は認められなかった (表 2)。HCHP 区は、第一胃内のアンモニア濃度 (表 3)、血中尿素窒素 (BUN) (表 3)、尿中窒素排泄量および BCP 合成量 (表 4) が高まった。BCP 合成量が高かったことから、HCHP 区は、炭水化物および蛋白質の分解速度が BCP 合成に最も適していたと考えられる。糞尿中窒素排泄量、乾物消化率および BCP 合成量は HCHP 区が最も高かった (表 4)。以上のことから、炭水化物および蛋白質の分解速度により BCP 合成を制御しても乳生産に影響はないが、炭水化物および蛋白質の分解速度を共に速める、糞尿中窒素排泄量が増加すると考えられる。

3) 平成 17 年度

表 1 に示した試験飼料は、以下のねらいを図った。

大 麦：低蛋白質飼料であって、分解性蛋白質 (CPd) 水準を高め、非繊維性炭水化物 (NFC) の主供給源を大麦として BCP 合成を促進する。

コーン：低蛋白質飼料であって、CPd 水準を低め、NFC 主供給源をトウモロコシとして BCP 合成をやや促進すると共に、飼料由来蛋白質も牛に供給する。

J F S：日本飼料標準に則った CP 水準として他区と比較する。

DMI、乳量および乳成分は区間に差は認められなかった (表 2)。JFS 区は第一胃内アンモニアおよび BUN が高まった (表 3)。BCP 合成量は大麦区が JFS 区よりもやや低い程度であり、糞尿中窒素排泄量は JFS 区が最も高かった (表 4)。以上のことから、CPd 水準および NFC 主供給源により BCP 合成を促進する飼料構成とすることで、CP 水準が日本飼料標準推奨値よりも低くても優れた泌乳成績が得られ、また糞尿中窒素排泄量を低減できると考えられる。

4) 平成 18 年度

表 1 に示した試験飼料は、以下のねらいを図った。

LP：過去年度の試験飼料よりも CP 水準が低い。

Ld：低蛋白質飼料であって、NFC 主供給源をトウモロコシとして CPd 水準を高めた。

Md：低蛋白質飼料であって、NFC 主供給源をトウモロコシとして CPu 水準を低めた。

DMI は Ld 区が Md 区よりも低いが、乳量および乳成分は区間に差はなかった (表 2)。Md 区は LP 区よりも、胃液中アンモニア態窒素濃度 (表 3)、BUN (表 3)、尿中窒素排泄量および BCP 合成量 (表 4) が高かった。しかし、糞尿中窒素排泄量に試験区に差は認められなかった (表 4)。以上のことから、LP 区のように CP14% 以下であっても乳生産に支障はないと考えられる。また、CPd 水準により DMI は変化するが、乳生産および糞尿中窒素排泄量に影響はないと考えられる。

5) 経済性

年度によって乳牛の配置および飼料が異なるため、年度間の比較は一概にはいえないが、低蛋白質飼料においては大麦区がもっとも粗収益 (飼料代-乳代) が高かった (表 5)。また、糞尿中窒素排泄量あたりは粗収益でも大麦区が最も高かった。

【成果の活用・留意点】

- 1) 農家普及の際は、本試験と同等の NFC 水準 (40%程度) とした方が良い。
- 2) 本研究は 2 産以上の乳牛を対象としているため、成長途中にある初産牛では蛋白質給与が不足する可能性がある。

【発表資料】

- 1) 日本畜産学会第 104 回(2005)、第 106 回(2006)、第 107 回大会講演要旨(2007).
- 2) 平成 18 年度関東東海北陸農業試験研究推進会議 畜産草地部会資料

表1 飼料の構成と化学組成

項目	平成16年度試験区			平成17年度試験区			平成18年度試験区		
	HCHP	LCHP	LCLP	大麦	コーン	JFS	Ld	Md	Lp
飼料構成(乾物%)									
チモシー乾草	25.2	25.2	25.2	26.0	26.0	26.5	29.0	29.0	29.0
アルファルファヘイキューブ	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0
トウモロコシ(圧片)	26.7			18.8	37.5	18.8	35.0	34.2	34.2
トウモロコシ(5mm粉碎)		27.2	27.1						
大麦(圧片)	5.0	5.0	5.0	18.8		18.8			
大豆粕	9.0	6.9	1.6	4.5	4.1	8.5	4.2	9.3	6.3
加熱大豆粕("Soy PLUS")			5.7	1.0	3.0		3.5		
ナタネ粕				2.0	2.0	3.0	1.0	1.0	1.2
大豆皮				2.2	1.1	2.0			
コーングルテンミール			0.5				1.1		
コーングルテンフィード				1.5		1.6			1.5
ビール粕				3.0	5.0		4.4	1.8	
綿実	8.7	8.7	8.7	5.0	5.0	5.0	5.5	6.2	6.0
ビートパルプ	8.3	9.3	9.1	5.0	5.0	4.0	5.8	5.8	5.6
フスマ	7.2	7.8	7.5					2.2	5.3
糖蜜	2.3	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3
脂肪酸カルシウム				2.2	0.8	1.8	1.0	1.0	1.1
ビタミンミネラル	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
炭酸カルシウム	0.9	0.9	0.9	0.3	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7
第二リン酸カルシウム	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5
食塩	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
化学組成(乾物%)									
可消化養分総量(設計値)	76.7	76.5	76.8	78.3	78.2	78.2	78.1	77.9	77.8
粗蛋白質(設計値)	14.9	14.1	14.4	14.3	14.2	15.5	14.6	14.5	13.6
粗蛋白質	15.1	14.2	14.3	13.9	15.2	15.7	15.4	15.2	13.8
分解性蛋白質(設計値)	9.6	9.1	8.3	9.2	8.2	10.4	8.2	9.1	8.5
非分解性粗蛋白質(設計値)	5.3	5.1	6.1	5.1	6.0	5.1	6.4	5.5	5.0
中性デタージェント繊維	35.6	36.1	36.3	34.7	34.3	33.1	35.0	34.6	35.1
粗脂肪	4.5	4.5	4.8	5.6	5.1	5.0	5.3	5.1	5.1
非繊維性炭水化物	38.5	38.7	38.2	39.1	40.0	39.7	38.9	39.2	39.7

表2 乾物摂取量と乳生産

項目	平成16年度試験区			平成17年度試験区			平成18年度試験区		
	HCHP	LCHP	LCLP	大麦	コーン	JFS	Ld	Md	Lp
供試頭数	18	20	18	17	15	14	21	18	17
体重(kg)	650	645	668	651	651	637	647	652	663
乾物摂取量(kg/d)	24.3	24.7	24.6	24.5	23.7	24.6	22.1 b	23.8 a	24.5 a
乳量(kg/d)	40.4	40.5	40.2	42.7	40.7	43.6	39.4	41.1	40.6
FCM(kg/d)	38.6	38.2	38.5	40.2	38.0	40.5	37.6	39.9	40.6
乳脂率(%)	3.72	3.66	3.73	3.70	3.58	3.51	3.70	3.82	4.02
乳蛋白質率(%)	3.09	3.11	3.05	3.01	3.04	3.01	3.06	3.06	3.09
乳糖率(%)	4.65	4.62	4.57	4.53	4.54	4.52	4.50	4.45	4.49
無脂乳固形分率(%)	8.73	8.73	8.62	8.54	8.58	8.53	8.56	8.52	8.58
乳中尿素窒素(mg/dL)	10.5	9.4	9.7	8.6	8.5	8.6	9.8	10.5	9.6

同年度、同項目における異符号間に有意差あり(a,b : P<0.05)

表3 第一胃液性状と血液性状

項目	平成16年度試験区			平成17年度試験区			平成18年度試験区		
	HCHP	LCHP	LCLP	大麦	コーン	JFS	Ld	Md	Lp
第一胃液性状									
pH	6.73	6.76	6.81	6.88	6.86	6.87	6.90	6.79	6.89
総揮発性脂肪酸(mmol/dL)	6.2	6	5.7	4.7	5.1	5.2	9.2	9.2	9.1
酢酸/プロピオン酸比	2.2	2.4	2.5	2.7	2.4	2.8	3.0 a	2.6 b	2.8 ab
アンモニア態窒素(mg/dL)	10.5 a	8.6 b	8.6 b	9.5	9.9	12.4	8.0 B	10.9 A	9.7 B
血液性状									
血中尿素窒素(mg/dL)	13.1 A	10.0 B	12.4 A	10.0 B	9.8 B	13.8 A	10.1 ABa	11.1 Aa	9.5 Bb
遊離脂肪酸(μ Eq/mL)	179	184	214	257	187	226	273	261	262

同年度、同項目における異符号間に有意差あり(A,B : P<0.01 a,b : P<0.05)

表4 窒素出納

項目	平成16年度試験区			平成17年度試験区			平成18年度試験区		
	HCHP	LCHP	LCLP	大麦	コーン	JFS	Ld	Md	Lp
供試頭数	18	20	16	15	16	13	20	17	16
窒素出納 (g/d)									
摂取	571	540	549	516	540	540	575	572	561
乳中	193	191	174	197	185	199	192	183	197
蓄積	20	36	43	40	30	18	39	43	39
尿中	169 A	132 B	144 B	120	107	133	137 ab	154 a	122 b
糞中	187	187	187	178	194	190	207	191	203
糞尿	356	319	331	298	301	323	344	345	325
窒素分配率(%)									
乳中	34.1	35.3	32.1	37.7	36.6	37.5	33.5	32.3	35.4
蓄積	3.0	5.6	7.3	6.5	4.4	2.4	6.9	7.0	6.4
尿中	29.8	24.4	26.7	22.5	21.2	24.9	23.6	26.9	21.8
糞中	33.1	34.7	33.9	33.3 Bb	37.9 Aa	35.3 ABb	36.0	33.8	36.4
糞尿	62.9	59.1	60.6	55.8	59.1	60.2	59.6	60.7	58.2
消化率(%)									
乾物	69.5	65.0	67.0	64.9	63.2	65.7	67.6	68.2	68.0
窒素	66.9	65.3	66.1	66.7	62.1	64.7	64.0	66.2	63.5
菌体蛋白質(g/d)									
合成量	317	293	275	276	239	282	227	264	229

同年度、同項目における異符号間に有意差あり(A,B : P<0.01 a,b : P<0.05)

表5 飼料代と乳代

項目	平成16年度試験区			平成17年度試験区			平成18年度試験区		
	HCHP	LCHP	LCLP	大麦	コーン	JFS	Ld	Md	Lp
乾物飼料価格(円/kg)	56.7	56.7	58.5	60.2	59.4	59.6	59.9	58.4	57.6
牛乳代(円/日・頭)	3,732	3,734	3,697	3,910	3,718	3,965	3,611	3,775	3,763
飼料代(円/日・頭)	1,377	1,399	1,440	1,475	1,407	1,466	1,325	1,391	1,411
粗収益(円/日・頭)	2,356	2,335	2,257	2,434	2,311	2,500	2,286	2,384	2,352
粗収益(円)/糞尿中窒素量(g)	6.6	7.3	6.8	8.2	7.7	7.7	6.6	6.9	7.2