



Title	ステッフエン廃液の乳牛用飼料としての利用に関する研究
Author(s)	広瀬, 可恒; 朝日田, 康司; 大久保, 正彦; 関根, 純二郎; 多田, 重雄
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 20, 104-119
Issue Date	1977-02-25
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/13345">http://hdl.handle.net/2115/13345</a>
Type	bulletin (article)
File Information	20_p104-119.pdf



[Instructions for use](#)

# ステッフエン廃液の乳牛用飼料としての 利用に関する研究

広瀬 可恒・朝日田康司・大久保正彦  
関根純二郎・多田 重雄

## I 緒 言

甜菜を原料とする製糖過程で生ずる廃糖蜜は更に消石灰を加え、所謂カルシウムサッカレート法で蔗糖の大部分を回収するが、その際に生ずる廃液をステッフエン廃液と称し、固形分は3~4%に過ぎないが、公害を来たさない廃液の処理方法として、これを固形分55~60%にまで濃縮して飼料化しようとする方向で検討が進められている。このステッフエン廃液の飼料的利用の道がひらければ、甜菜製糖工場の廃液問題は発展的な解決を見るわけであり、その飼料化の為の乳牛飼養試験等を行なってきたので、その成績を報告する。

## II 乳牛に対する濃縮ステッフエン 廃液給与試験

濃縮ステッフエン廃液の飼料的利用の方法として、ビートパルプに吸着乾燥の方法が考えられるが、その予備試験として、ビートパルプに濃縮廃液を注加して乳牛に給与して、その嗜好、健康ならびに産乳量に及ぼす影響等を検討した。供試品は北海道糖業株式会社伊達工場での試製品で、酵素法を採用しない普通のステッフエン廃液と、 $\alpha$ -galactosidaseによるラフィノース分解法を採用した廃液と2種類のものについて、比較試験を行った。

供試ステッフエン濃縮廃液の北海道立工業試験場における分析結果は表1の通りである。

この分析結果にもとづき、Morrison<sup>3)</sup>の飼料表のステッフエン糖蜜の消化率を用いて、可消化養

分を求めると DCP 5.75%, TDN 32.62% となり、粗灰分含量等を勘案して、1日1頭300mlを給与基準と設定した。

### 1. 試験方法

A. 供試乳牛：北大農場繋養の搾乳牛の中から、産乳日量10kg以上のもの20頭を選定し、分娩月日、産乳日量ならびに妊娠状況等を考慮して、条件の近いもの2頭ずつを1ペアとして10組を設け、その1頭ずつをA・B群に割当て、両群の総乳量を可及的に等しい群分けを行なって供試した。

B. 飼料給与の基準：粗飼料としてオーチャードグラス主体の混合牧草の1番刈乾草ととうもろこしサイレージを用い、体重100kg毎に乾草1kg、サイレージ4kgを与え、濃厚飼料としてはビートパルプ1.5kgとステッフエン濃縮廃液約0.3lを一律に1頭1日分として与え、この他に乳牛用配合飼料(DCP18%, TDN62%)を産乳量の1/4相当重量で与えた。これらの飼料給与による養分供給量と、日本飼養標準にもとづく養分要求量を体重600kg、乳脂率3.5%の牛乳16kg生産牛について試算対照すると、表2の通りである。

Table 1. Chemical compositions of Steffen's waste

Moisture	41.8%	K <sub>2</sub> O	4.27%
Total Nitrogen	1.77%	CaO	0.01%
Total Sugar	19.10%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01%
Crude Ash	18.27%	Na <sub>2</sub> O	6.58%
pH	11.01		

Table 2. Nutrient requirement and feeding regime

Requirement	Amount fed	D C P		T D N	
		Content	(%) Supply (kg)	Content (%)	Supply (kg)
For maintenance of 600 kg live weight			0.33		4.60
For production of 16 kg of milk (3.5% fat)			0.90		6.10
Total			1.23		10.70
Feeding regime					
Mixed hay	6.0 kg	4.5	0.270	50.0	3.00
Corn silage	24.0	0.7	0.168	12.1	2.90
Beet pulp	1.5	2.8	0.042	68.0	1.02
Steffen's waste	0.3	5.8	0.017	32.6	0.10
Formulated feed	4.0	18.0	0.720	62.0	2.48
Total			1.217		9.50

Table 3. Experimental design

Group	Period			
	I	II	III	IV
A (10 cows)	Steffen's waste	Enzyme-processed Steffen's waste	Steffen's waste	Steffen's waste
B (10 cows)	Enzyme-processed S. waste	Steffen's waste	Enzyme-processed S. waste	S. waste

C. 試験設計： 試験期間は昭和47年11月4日より12月15日に至る42日間で、この間を14日ずつ3期に分け、表3のような反転試験法を採用した。

各期、14日間の中、始めの4日間は飼料変更による馴致の予備期として、その成績を除外し、後の10日間の産乳成績について検討することとした。乳脂率の測定は5日間の集積サンプルについて、各期2回ずつ行なった。また体重の測定を試験開始前と、各試験期末の計4回、一定の時刻に実施した。

## 2. 試験結果および考察

試験期間中における飼料の摂食状況は頗る良好で、ステッフェン廃液を添加したビートパルプの牛の嗜好は一般によく、2～3頭のみ最初1日間のパルプへのとりつきが悪いものがあったが、なれるに従って残食量も全くない状態で経過した。酵素処理による廃液と然らざるものとの間に、乳牛の嗜好の違いを見出すことはできなかった。

健康に及ぼす影響については、ステッフェン廃液を給与することによる下痢的傾向も見当らず、全牛42日間で異状なく経過した処から考察して、1頭1日あたり300ml程度の給与は、乳牛の健康に何等悪影響をもたらさないものと言えよう。

A. 産乳成績： 群別供試牛の期別10日間の産乳量を表4に、乳脂率を表5に、乳脂肪生産量を表6に示した。また産乳成績の分散分析を表7に示した。

乳量においては、酵素処理ステッフェン廃液を給与した時期に、普通処理廃液を給与した期よりも、上廻る成績を納めた個体が、A群で4頭、B群で7頭、計11頭であった。そしてA群全体では普通廃液給与期の方が、僅か28.1kgまざる成績であったが、B群全体では逆に酵素処理廃液給与期の方が55.1kg多いという成績で、両群を通じてみる時、酵素処理廃液給与期の方が27kg乳量が多いという結果になっている。しかし表7の分散分析結果にみる如く、この差は有意のものではなかつ

Table 4. Amounts of milk yield (kg)

Group	Cow No.	Period I	Period II	Period III	I + III - 2 × II
A	708	216.6	204.1	196.7	5.1
	711	190.0	191.4	172.7	-20.1
	717	124.0	118.9	113.6	-0.2
	722	132.8	120.3	115.8	8.0
	664	122.1	103.6	69.6	-15.5
	694	150.7	142.6	135.7	1.2
	715	138.6	135.0	136.8	5.4
	654	180.6	153.0	148.4	23.0
	671	223.1	190.3	179.1	21.6
	719	110.7	105.0	98.9	-0.4
	Total	1589.2	1464.2	1367.3	28.1
	Mean	158.9 ± 38.7	146.4 ± 35.3	136.7 ± 37.1	
B	724	183.7	175.6	171.5	4.0
	698	195.8	177.1	165.1	6.7
	705	111.6	104.3	99.3	2.3
	712	126.7	117.4	110.8	2.7
	687	118.2	107.1	91.8	-4.2
	707	170.9	141.0	148.1	37.0
	716	182.4	172.6	164.4	1.6
	672	184.6	171.2	148.3	-9.5
	727	200.6	178.0	173.2	17.8
	721	106.6	99.5	89.1	-3.3
	Total	1581.1	1443.8	1361.6	55.1
	Mean	158.1 ± 35.7	144.4 ± 32.3	136.2 ± 32.8	

A - B = -27

た。

乳脂率は乳期の進行とともに徐々に高まって行くのが生理的傾向であり、この点についてはA群B群それぞれの平均値が1期<2期<3期となっており、当然のところと解せられる。しかし飼料処理の影響を検討してみると、A群では酵素処理廃液を与えたII期に1頭平均0.03%高まったという結果であるのに対して、B群では逆に普通処理廃液を与えた2期に1頭平均0.08%高まっており、両群をこみにした場合、普通処理廃液給与により1頭平均0.05%上昇したという成績となっているが、表7の乳脂率の分散分析結果では、この上昇は飼料変換によってもたらされた有意な値と見なせない。

乳脂肪生産量について表6の成績を検討する

と、予想第2期と実際の2期の成績が両群ともほぼ近似しており、両群を通じての差は1頭平均0.009kgで、これは2期の生産乳脂肪量の僅か0.2%にしかならない。従って飼料変換による乳脂肪生産への影響は、殆んどなかったと見なされる。

以上産乳成績について見る限りは、製糖工程での処理の異なる2種類のステップフェン廃液間に、飼料価値に何等差がないものとの結論が導かれる。

**B 体重測定成績：** 各期末日に測定した体重成績を表8に示した。これについて考察すると、普通廃液を給与した期の体重が、酵素処理廃液を与えた期の体重より減少している個体が圧倒的に多いことが注目せられる。そして体重の減少量は1頭平均7.5kgで、数値そのものは左程大きいも

Table 5. Milk fat test (%)

Group	Cow No.	Period I	Period II	Period III	I + III - 2 × II
A	708	3.95	4.15	3.92	-0.43
	711	3.35	3.25	3.45	0.30
	717	3.62	3.70	4.00	0.22
	722	4.15	4.56	4.70	-0.27
	664	3.55	3.64	3.95	0.22
	694	3.27	3.52	3.45	-0.32
	715	3.29	3.45	3.30	-0.31
	654	3.00	2.95	3.15	0.25
	671	3.30	3.25	3.45	0.25
	719	3.30	3.79	3.75	-0.53
	Total	34.80	36.26	37.12	-0.60
	Mean	3.48±0.33	3.63±0.44	3.71±0.43	
B	724	3.70	3.70	3.85	0.15
	698	3.65	3.90	3.95	-0.20
	705	3.51	3.90	3.95	-0.34
	712	4.15	4.30	4.50	0.05
	687	3.80	4.10	4.00	-0.40
	707	3.47	4.00	3.90	-0.63
	716	3.60	3.60	3.79	0.19
	672	3.52	3.80	3.69	-0.39
	727	3.50	3.70	3.85	-0.05
	721	4.20	4.30	4.40	0
	Total	37.10	39.30	39.88	-1.62
	Mean	3.71±0.25	3.93±0.23	3.99±0.25	
					A - B = 1.02

のではないが、表9の分散分析結果が示しているように、この体重差は $P < 0.01$ で有意となり、酵素処理廃液の方が体重の維持という点で好ましいと判断される。体重の減少が乳量増加と平行している限りにおいては、余り問題とされないが、本試験成績では必ずしもその様な傾向が認められない点で、いささか問題が残されるように思考する。従ってステップエン廃液の飼料的利用を前提とする場合、糖蜜の酵素処理法を行なう工程を採用する方が好ましいと言えることが出来よう。

### III ステップエン廃液添加ビートパルプの消化試験

ステップエン廃液を乾物量58%内外に濃縮したものを乾燥ビートパルプに20%、30%および

40%の割合に添加乾燥した試製品について成おすめん羊3頭を供試して、消化試験を行った。

#### 1. 試験方法

体重80kg内外の成おすめん羊3頭を代謝試験用檻に1頭ずつ収容して、頸をスタンションで保定し、ビニール製の受糞袋を装着して試験を実施した。試験期間は1期3週間とし、この間は試験用ビートパルプのみの単飼とし、最後の1週間に糞の採集を行なった。最初に行なった20%添加パルプの消化試験の場合は、1頭1日の給与量を1000gとしたが、体重の減少が認められたのでその後の試験では給与量を1500gとして実施した。

試験期別の日時は表10の通りである。

本試験期1週間の糞は、毎日全量を採集し、その1/20量を秤取して7% HCl液を滴注して乾燥

**Table 6.** Amounts of milk fat yield (kg)

Group	Cow No.	Period I	Period II	Period III	I + III - 2 × II
A	708	8.56	8.47	7.72	-0.66
	711	6.37	6.22	5.96	-0.11
	717	4.49	4.40	4.55	0.24
	722	5.51	5.49	5.44	-0.03
	664	4.33	3.77	2.75	-0.46
	694	4.93	5.02	4.68	-0.43
	715	4.56	4.66	4.52	-0.24
	654	5.42	4.51	4.67	1.07
	671	7.36	6.18	6.18	1.18
	719	3.65	3.98	3.71	-0.60
	Total	55.18	52.70	50.18	-0.04
	Mean		5.52 ± 1.44	5.27 ± 1.31	5.02 ± 1.31
B	724	6.80	6.50	6.60	0.40
	698	7.15	6.91	6.52	-0.15
	705	3.92	4.07	3.93	-0.29
	712	5.26	5.05	4.99	0.15
	687	4.49	4.39	3.65	-0.62
	707	5.93	5.64	5.78	0.43
	716	6.57	6.21	6.23	0.38
	672	6.68	6.51	5.47	-0.87
	727	7.02	6.59	6.67	0.51
	721	4.48	4.28	3.92	-0.16
	Total	58.30	56.15	53.78	-0.22
	Mean		5.83 ± 1.14	5.62 ± 1.03	5.38 ± 1.12

A - B = 0.18

**Table 7.** Variance analyses of milk and milk fat production

Source	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F value
Milk yield				
Feeding	1	36.45	36.45	
Error	18	3258.72	181.04	0.201 < 1
Milk fat test				
Feeding	1	0.052	0.052	
Error	18	2.723	0.151	0.344 < 1
Milk fat yield				
Feeding	1	0.0016	0.0016	
Error	18	5.8980	0.3276	0.005 < 1

後室温で風乾し、7日分を混合サンプルとして、分析に供した。

開始時と終了時に体重を測定して、参考資料とした。

試料の分析はAOAC法<sup>1)</sup>で実施した。また試験

## 2. 試験結果と考察

Table 8. Body weight (kg)

Group	Cow No.	Period I	Period II	Period III	I + III - 2 × II
A	708	729	716	703	0
	711	604	619	625	-9
	717	521	530	529	-10
	722	605	608	605	-6
	664	716	725	722	-12
	694	629	633	625	-12
	715	627	633	626	-13
	654	668	685	667	-35
	671	639	650	642	-19
	719	592	606	613	-7
	Total	6330	6405	6357	-123
	Mean	633 ± 81	641 ± 55	636 ± 51	
B	724	530	531	524	-8
	698	603	605	607	0
	705	625	617	629	20
	712	619	619	625	6
	687	680	684	679	-9
	707	583	574	576	11
	716	593	585	576	-1
	672	640	620	628	28
	727	580	582	573	-11
	721	576	580	575	-9
	Total	6029	5997	5992	27
	Mean	603 ± 38	600 ± 38	599 ± 41	

A - B = -150

Table 9. Variance analyses of body weight

Source	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F value
Feeding	1	1125	1125	
Error	18	2412	134	8.81**

\*\* significant at 1% level

供試飼料の一般分析結果を表 11 に示した。

次に消化試験の結果得られた消化率を一括表 12 に示した。

また試験期間中の体重の推移を表 13 に示した。

表 11 および表 12 について供試ビートパルプの成分含量ならびに消化率を検討すると、ステップフェン廃液の添加量を 20%、30%、40% と高めるに従って、粗蛋白質含量は高められて行くが、粗

蛋白質の消化率は 20% 添加パルプの場合、僅かに高上したにとどまり、30% および 40% 添加パルプでは逆に低下した。

廃液添加で増加する窒素区分はベタインであり、その利用は第一胃微生物を通してなされるわけであるが<sup>2)</sup>、消化率の低下という成績から、ベタインの供給量がある一定レベル以上になると、第一胃微生物によるベタインの利用率が低減してゆ

Table 10. Schedule of digestion trial

Feed	Schedule of trial
Beet pulp added Steffen's waste on level of 20%	Dec. 5, — Dec. 25, 1974
Beet pulp	Mar. 6, — Mar. 26, 1975
Beet pulp added Steffen's waste on level of 30%	Mar. 27, — Apr. 16, 1975
Beet pulp added Steffen's waste on level of 40%	Apr. 17, — May 7, 1975

Table 11. Chemical composition of experimental feeds (%)

	Dry matter	Crude protein	Ether extract	NFE	Crude fiber	Crude ash
Beet pulp	93.09	10.66	0.22	60.23	18.71	3.27
Beet pulp added Steffen's waste on level of 20%	91.62	11.21	0.99	57.38	16.44	5.60
Beet pulp added Steffen's waste on level of 30%	93.28	12.39	0.07	60.09	12.02	8.71
Beet pulp added Steffen's waste on level of 40%	93.10	12.49	0.09	60.75	11.28	8.49

くことが推量される。一方粗繊維含量は、ステッフェン廃液の添加量を高めるとともに減少し、その消化率は20%添加パルプでは低下を見なかったが、30%および40%添加パルプでは顕著な消化率の低下をきたした点が注目せられる。その原因はベタインの過給によるものか、或いは灰分供給が高められる為なのか詳かではないが、第一胃微生物群による繊維分解能の低下が誘起されることは明瞭である。可溶無窒素物の消化率には、廃液添加レベルによる影響は、殆んど観取されなかった。

表13に示した試験期間中における供試めん羊の体重の推移に見る如く、最初に実施したステッフェン廃液20%添加パルプの試験期の、1頭1日の給与量をパルプ1kgに制限した飼育では、体重

維持に若干養分供給量の不足が指摘せられた。そこで3ヶ月後に実施した無添加パルプを始めとする一連の消化試験では、1頭1日の給与量を1.5kgに増量して飼育した結果、3頭とも大体体重を維持させることが出来、またステッフェン廃液添加量を高めたパルプ給与によって、嗜好の低下や健康への悪影響は観取されなかった。

次に供試パルプの可消化養分含量を算出すると表14の通りであり、ステッフェン廃液を添加することによって可消化粗蛋白質含量は僅か高まるが、20%添加の場合がその効果が最も良好である。乾物中の可消化養分総量は、廃液の添加によって粗灰分含量が高まることと、添加レベルが30%以上になると、粗繊維の消化率が低下するために、却って減少することが明瞭に示された。



**Table 12.** Digestibility coefficients of experimental feeds (%)

Feed	Sheep No.	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Ether extract	NFE	Crude fiber
Beet pulp	1	83.79	85.00	64.00	—	90.21	84.93
	2	83.86	85.26	63.80	—	90.59	85.20
	3	82.04	83.54	61.39	—	88.92	83.92
	Mean	83.23±1.06	84.60±0.92	63.06±1.45	—	89.91±0.87	84.68±0.67
Beet pulp added Steffen's waste 20%	1	82.56	83.72	59.95	14.29	89.62	83.45
	2	86.39	87.26	72.07	27.94	91.63	86.05
	3	85.46	86.51	66.20	34.29	91.44	86.24
	Mean	84.80±1.95	85.83±1.89	66.07±9.57	25.51±10.21	90.89±1.12	85.24±1.56
Beet pulp added Steffen's waste 30%	1	83.41	83.84	59.11	—	90.92	82.10
	2	69.08	69.67	49.77	—	84.43	20.29
	3	79.89	80.18	58.76	—	88.87	64.89
	Mean	77.46±7.56	77.89±7.41	55.88±5.34	—	88.07±5.21	55.76±31.90
Beet pulp added Steffen's waste 40%	1	78.47	78.71	52.03	—	89.26	58.33
	2	75.15	75.43	51.68	—	87.91	41.04
	3	81.76	82.55	63.92	—	89.58	72.03
	Mean	78.46±3.33	78.90±3.60	55.88±6.99	—	88.92±0.89	57.13±15.53

**Table 13.** Live weight change (kg)

Sheep No.	Feeding period of					
	beet pulp added S. waste 20%		beet pulp		beet pulp added S. waste 30%	beet pulp added S. waste 40%
	Beginning	Ending	Beginning	Ending	Ending	Ending
1	82.5	75.0	91.1	90.0	88.0	87.2
2	80.8	79.6	82.2	82.7	83.8	85.5
3	79.0	75.4	86.6	85.7	84.0	83.8

**Table 14.** Digestible nutrient contents of experimental feeds

	Digestible crude protein		Total digestible nutrient	
	as is	DM basis	as is	DM basis
Beet pulp	6.72	7.22	76.71	82.40
Beet pulp added S. waste 20%	7.40	8.08	74.13	80.91
Beet pulp added S. waste 30%	6.93	7.43	66.55	71.34
Beet pulp added S. waste 40%	6.98	7.50	67.44	72.44

以上これを総合的に考察すると、ビートパルプへのステッフェン廃液の添加は、飼料価値の観点から最適量は20%であり、30%以上の添加量になると、却って栄養価が低下すると結論される。

#### IV ステッフェン廃液添加ビートパルプ および澱粉粕の乳牛飼養試験

ステッフェン廃液を乳牛に1日300ml給与して、産乳ならびに牛の健康に支障のないことを確認したので、製糖工場におけるステッフェン廃液の有効な処理方法として、ビートパルプにこれを添加乾燥して、乳牛飼料として利用することが想定せらる。その添加量は20%が適量であることを、前述のめん羊の消化試験成績で明らかにした。また廃液の利用方法として、馬鈴薯澱粉粕への添加も考えられるので、ビートパルプならびに馬鈴薯澱粉粕に、ステッフェン廃液をそれぞれ20%添加乾燥した2通りの試製品（ホクレン斜里製糖工

場試作）について、普通のビートパルプを対照飼料として、乳牛の飼養試験を実施し、産乳への影響を比較検討した。

#### 1 試験方法

A. 供試動物： 北大農場繁養の搾乳牛18頭を最近分娩月日ならびに乳量を参考にして、表15に示すように6頭ずつ3群にわりあてて供試した。

B. 試験期別飼料処理と飼料給与の基準： 供試牛に対する飼料の給与基準は、ビートパルプを1頭1日分として2kgとし、粗飼料として体重100kg毎にオーチャードグラス主体の混合乾牧草1kgと、とうもろこしサイレージ4kgを、濃厚飼料としてDCP18%、TDP65%の乳牛用配合飼料を生産乳量の1/4の割合で与えることとした。

試験設計は1期3週間として3期を設け、飼料試験処理としては、普通のビートパルプ2kg給与を対照とし、ステッフェン廃液20%添加ビートパルプ2kg給与の処理と、ステッフェン廃液20%添

Table 15. Grouping of experimental cows

Group	A			B			C		
Cow No.	Calving date Mo. -day	Daily milk yield	Cow No.	Calving date Mo. -day	Daily milk yield	Cow No.	Calving date Mo. -day	Daily milk yield	
	723	11 - 26	23 <sup>kg</sup>	710	12 - 8	24 <sup>kg</sup>	708	10 - 13	30 <sup>kg</sup>
	688	11 - 4	22	695	11 - 13	21	654	11 - 30	22
	715	10 - 4	21	734	12 - 7	16	733	6 - 18	14
	707	9 - 27	19	724	9 - 16	21	671	9 - 19	18
	727	9 - 14	19	711	9 - 9	19	716	5 - 31	18
	736	8 - 6	13	739	8 - 23	13	737	8 - 26	12
Total			117			114			114

Table 16. Experimental design

		Experimental period		
		1st period Jan. 10-Jan. 30	2nd period Jan. 31-Feb. 20	3rd period Feb. 21-Mar. 13
Group	A	Beet pulp added Steffen's waste	Potato pulp added Steffen's waste	Beet pulp without additive
Group	B	Potato pulp added Steffen's waste	Beet pulp without additive	Beet pulp added Steffen's waste
Group	C	Beet pulp without additive	Beet pulp added Steffen's waste	Potato pulp added Steffen's waste

加の乾燥澱粉粕 1.5 kgと普通のビートパルプ 1 kgを給与する処理の3通りとし、3群、3期、3飼料処理のラテン方格法<sup>5)</sup>とした。群別、試験期別の飼料処理は表 16 に示した通りである。

この飼料給与による養分供給量を、体重 600 kg、乳脂率 3.5%の牛乳 20 kg生産の乳牛の場合について試算し、日本飼養標準<sup>4)</sup>による養分要求量と比較対照して表 17 に示した。TDN供給量は要求基準量と大体合致する飼料給与であるが、DCPの供給量はステフエン廃液の添加を見込まない計算で、要求量を2割上廻るものとなっている。

**C 測定観察事項：** 各期3週間の始めの1週間を予備飼育期とし、つづく2週間を本試験期として、この間の毎日の乳量を記録した。また1週間毎の個体別集積牛乳サンプルについて乳脂率を測定した。試験開始時および各試験期末日の一定時刻に、全牛の体重を測定した。全試験期間を通

じて、乳牛の健康状態を周密に観察した。

## 2. 試験結果および考察

各本試験期 14 日間の個体および群別の集計乳量、乳脂率および乳脂肪生産量を表 18, 19, 20 に、体重の推移を表 21 に示した。またこれらの産乳成績についての分散分析を表 22 に一括表示した。

これらについて成績を検討すると、飼料処理別産乳量では、普通ビートパルプの給与時が1頭1日平均 19.2 kgで最も高く、次でステフエン廃液 20%添加ビートパルプ給与時の 18.9 kg、廃液 20%添加澱粉粕給与時の 18.7 kgの順となっており、その差はいずれも僅少で、分散分析の結果有意とは認められなかった。むしろ試験時期別の差の方が大きく、第2期まではよく乳量が保たれたが、乳期進行の影響が第3期にみられて、全牛の産乳量が低下した。しかしこの試験時期別の差も有意とは判定されなかった。なお全試験期を通じ

Table 17. Nutrient requirement and feeding regime

	Amount fed	DCP		TDN	
		Content (%)	Supply (kg)	Content (%)	Supply (kg)
Requirement					
For maintenance of 600kg live weight			0.33		4.60
For production of 20kg of milk (3.5% fat)			0.90		6.10
Total			1.23		10.70
Feeding regime					
Beet pulp period:					
Mixed hay	6.0 <sup>kg</sup>	4.5	0.270	50.0	3.00
Corn silage	24.0	0.7	0.168	12.1	2.90
Beet pulp	2.0	6.7	0.134	76.7	1.53
Formulated feed	5.0	18.0	0.900	65.0	3.25
Total			1.472		10.68
Potato pulp period:					
Mixed hay	6.0	4.5	0.270	50.0	3.00
Corn silage	24.0	0.7	0.168	12.1	2.90
Dried potato pulp	1.5	—	—	63.5	0.95
Beet pulp	1.0	6.7	0.067	76.7	0.77
Formulated feed	5.0	18.0	0.900	65.0	3.25
Total			1.405		10.87

Table 18. Amounts of milk yield during each period (kg)

Group	Cow No.	1 st period	2 nd period	3 rd period	Total (av.)
A	723	344.1 (24.5)*	283.5 (20.3)	278.8 (19.9)	
	688	304.5 (21.8)	287.2 (20.5)	262.5 (18.8)	
	715	317.5 (22.7)	321.5 (23.0)	310.5 (22.2)	
	707	247.9 (17.7)	241.8 (17.3)	222.3 (16.0)	
	727	270.1 (19.3)	270.3 (19.3)	252.6 (18.0)	
	736	166.5 (11.9)	163.3 (11.7)	158.1 (11.3)	
	Sub-total	1650.6 (19.7)	1567.6 (18.7)	1484.8 (17.7)	4703.0 (18.7)
B	710	360.1 (25.7)	387.8 (27.7)	356.2 (25.4)	
	695	251.2 (17.9)	254.7 (18.2)	237.5 (17.0)	
	734	262.7 (18.8)	255.2 (18.2)	224.2 (16.0)	
	724	324.7 (23.2)	340.2 (24.3)	233.5 (16.7)	
	711	260.7 (18.6)	259.4 (18.5)	199.6 (14.3)	
	739	182.2 (13.5)	193.1 (13.8)	179.9 (12.9)	
	Sub-total	1648.6 (19.6)	1690.4 (20.1)	1430.9 (17.0)	4769.9 (18.9)
C	708	423.5 (30.3)	426.6 (30.5)	384.1 (27.4)	
	654	366.9 (26.2)	393.6 (28.1)	352.4 (25.2)	
	733	190.9 (13.6)	193.3 (13.8)	174.0 (12.4)	
	671	247.1 (17.7)	239.9 (17.1)	220.8 (15.8)	
	716	264.3 (18.9)	258.5 (18.5)	215.2 (15.4)	
	737	163.9 (11.7)	161.7 (11.6)	155.3 (11.1)	
	Sub-total	1656.6 (19.7)	1673.6 (19.9)	1501.8 (17.9)	4832.0 (19.2)
Total	4955.8 (19.7)	4931.6 (19.6)	4417.5 (17.5)	14304.9 (18.9)	

\* Figures in the parentheses show the daily average.

Sum of each feed treatment period:

Beet pulp	4831.8kg (19.2kg)
Beet pulp added Steffen's waste	4755.1kg (18.9kg)
Potato pulp added Steffen's waste	4718.0kg (18.7kg)

て、おのおの飼料処理で最高の成績を納めた頭数は、普通ビートパルプで7頭、廃液添加ビートパルプで7頭、廃液添加澱粉粕で4頭となっている。

乳脂率では廃液添加澱粉粕給与時3.80%、廃液添加ビートパルプ給与時3.76%、普通ビートパルプ時3.74%という順序で、乳量の場合と逆の順位となっている。しかしその差は小さく、勿論有意のものではなかった。次に飼料処理別の乳脂肪生産量では、普通ビートパルプ給与時が1頭1日711gで最も多く、次に廃液添加澱粉粕時709g、廃液添加ビートパルプ時705gの順であったが、これ

また僅差で、有意差ではなかった。

体重成績では、試験期の進行に伴って僅か増体する傾向が見られたが、飼料処理時別で集計して1頭平均値を求めると、廃液添加パルプ時615.6kg、普通ビートパルプ時615.2kg、廃液添加澱粉粕時614.1kgの順で、殆んど差がなかった。

以上の結果を総合考察すると、ビートパルプ或いは澱粉粕へのステッフェン廃液20%の添加による産乳効果の向上は殆んど認められないものの、添加による生産への悪影響も認められず、試験期間中体重がよく維持されたこと、ならびに全牛健康に異状を呈さず試験期を経過したこと等か

Table 19. Milk fat test (%)

Group	Cow No.	1st period	2nd period	3rd period	Total
A	723	4.60	4.70	4.50	
	688	4.35	4.35	4.55	
	715	3.45	3.50	3.45	
	707	3.90	3.75	3.75	
	727	3.75	3.75	3.80	
	736	4.05	4.40	4.25	
	Sub-total	24.10 (4.02)*	24.45 (4.08)	24.30 (4.05)	72.85 (4.05)
B	710	3.50	3.45	3.30	
	695	4.05	3.95	4.05	
	734	4.25	4.20	4.65	
	724	3.70	3.75	3.70	
	711	3.35	3.35	3.50	
	739	3.25	3.35	3.35	
	Sub-total	22.10 (3.68)	22.05 (3.68)	22.55 (3.76)	66.70 (3.71)
C	708	3.65	3.65	3.95	
	654	2.90	2.85	3.00	
	733	3.30	3.55	3.50	
	671	3.60	3.35	3.45	
	716	3.50	3.80	4.00	
	737	4.00	3.90	4.00	
	Sub-total	20.95 (3.49)	21.10 (3.52)	21.90 (3.65)	63.95 (3.55)
Total	67.15 (3.75)	67.60 (3.76)	68.75 (3.82)	203.50 (3.77)	

\* Figures in the parentheses show the average.

Sum of each feed treatment period:

Beet pulp 67.30 (3.74%)

Beet pulp added Steffen's waste 67.75 (3.76%)

Potato pulp added Steffen's waste 68.45 (3.80%)

ら、牛体生理にも悪影響をもたらさないものと判定される。従って甜菜糖工場においてステッフェン廃液を無公害処理の上廃棄する処置法よりも、飼料への還元の方が容易であるとの判断に立つならば、ビートパルプ等へ20%を目途として添加処理する方策が推奨せられる。しかし添加限量については、今後の研究にまつところである。

## V 摘 要

甜菜製糖の過程で生ずる糖蜜から、更にステッフェン処理法で蔗糖の大部分を回収する操作がなされるが、そのステッフェン廃液を公害をきたさ

ない処理方法として、これを濃縮して飼料化が企画されている。そこで飼料化の是非を検討する目的で、3つの試験を実施した。第1試験：常法によるステッフェン濃縮廃液と酵素処理法による濃縮廃液(いずれも乾物約58%)とを供試し、10頭ずつ2群の搾乳牛を用いて、1期14日、3期の反転試験法により、それぞれの廃液を1頭1日300mlをビートパルプに注加給与して、両廃液の牛乳生産に及ぼす影響を比較試験した。その結果両廃液間に牛乳生産に及ぼす影響に何等差がないこと、1日1頭300mlの給与を42日間つづけたが、乳牛の健康に悪影響のないことを

**Table 20.** Amounts of milk fat yield during each period (kg)

Group	Cow No.	1st period	2nd period	3rd period	Total
A	723	15.83	13.32	12.55	
	688	13.25	12.49	11.94	
	715	10.95	11.25	10.71	
	707	9.67	9.07	8.34	
	727	10.13	10.14	9.60	
	736	6.74	7.19	6.72	
	Sub-total	66.57	63.46	59.86	189.89
B	710	12.60	13.38	11.75	
	695	10.17	10.06	9.62	
	734	11.16	10.72	10.43	
	724	12.01	12.76	8.64	
	711	8.73	8.69	6.99	
	739	6.15	6.47	6.03	
	Sub-total	60.82	62.08	53.46	176.36
C	708	15.46	15.57	15.17	
	654	10.64	11.22	10.57	
	733	6.30	6.86	6.09	
	671	8.90	8.04	7.62	
	716	9.25	9.82	8.61	
	737	6.56	6.31	6.21	
	Sub-total	57.11	57.82	54.27	169.20
Total	184.50	183.36	167.59	535.45	

Sum of each feed treatment period :

Beet pulp	179.05kg (711g/head/day)
Beet pulp added Steffen's waste	177.85kg (705g/head/day)
Potato pulp added Steffen's waste	178.55kg (709g/head/day)

明らかにした。

**第2試験：**以上の結果にもとずき、濃縮廃液を飼料の流通過程にのせる方法として、ビートパルプに添加乾燥した製品とすることが示唆されたので、濃縮廃液をビートパルプに20%、30%および40%添加した試製品について、めん羊3頭を供試し、無添加ビートパルプを対照として消化試験を行なった。その結果添加量を30%以上に高めると、粗蛋白質ならびに粗繊維の消化率が顕著に低下することが判明し、DCP、TDNの含量から考察して、20%レベルの添加が最適であると結論された。

**第3試験：**前2試験の結果に鑑み、ステッフエン濃縮廃液20%添加のビートパルプおよび馬鈴薯澱粉粕の試製品を供試し、普通のビートパルプを対照飼料として、1日1頭2kg給与を基準として、搾乳牛6頭ずつ3群を設け、1期3週間の3期、3飼料処理によるラテン方格法で飼養試験を行った。その結果ビートパルプ或いは澱粉粕に廃液20%添加による産乳効果の向上は認められないが、添加による牛乳生産ならびに牛の健康に何等悪影響を及ぼすものでないことが確認された。これら3試験の成績から、ステッフエン濃縮廃液の処理方法として、ビートパルプあるいは澱

**Table 21.** Changes of body weight during experimental periods (kg)

Group	Cow No.	Before experiment	End of 1st period	End of 2nd period	End of 3rd period
A	723	620	595	572	584
	688	652	660	671	662
	715	684	707	720	725
	707	582	591	586	595
	727	591	584	588	595
	736	549	575	585	600
	Sub-total	3678 (613.0)*	3712 (618.7)	3722 (620.3)	3761 (626.8)
B	710	596	592	607	610
	695	668	673	698	696
	734	540	537	553	571
	724	556	569	556	530
	711	628	628	654	623
	739	542	563	568	582
Sub-total	3530 (588.3)	3562 (593.7)	3636 (606.0)	3612 (602.0)	
C	708	704	702	736	730
	654	662	674	662	665
	733	562	570	585	588
	671	635	621	651	651
	716	595	604	622	627
	737	496	505	500	508
Sub-total	3654 (609.0)	3676 (612.7)	3756 (626.0)	3769 (628.2)	
Total	10863 (603.4)	10950 (608.3)	11114 (617.4)	11142 (619.0)	

\* Figures in the parentheses show the average.

Sum of each feed treatment period:

Beet pulp 11073kg (615.2kg)

Beet pulp added Steffen's waste 11080kg (615.6kg)

Potato pulp added Steffen's waste 11053kg (614.1kg)

**Table 22.** Variance analyses of milk and milk fat production

Source	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F value
Milk yield				
Group	2	462.4	231.2	0.039 N S
Feeding	2	374.2	187.1	0.032 N S
Expt. period	2	10,271.3	5,135.7	0.875 N S
Residual error	2	10,103.6	5,051.8	0.860 N S
Error	45	264,193.5	5,871.0	
Fat test				
Group	2	2.3	1.15	7.187 N S

Feeding	2	0	0	0
Expt. period	2	0	0	0
Residual error	2	1.1	0.55	3.438 N S
Error	45	7.0	0.16	

## Milk fat yield

Group	2	12.3	6.15	0.775 N S
Feeding	2	0	0	0
Expt. period	2	9.9	4.95	0.623 N S
Residual error	2	2.2	1.10	0.139 N S
Error	45	357.5	7.94	

NS; Non significance

粉粕に 20%を目途として添加乾燥し、飼料化をはかることの妥当性が示唆される。

## 引用文献

- 1) A. O. A. C. : Official methods of analysis, 11th ed., 122, A. O. A. C., Washington D. C., 1970.
- 2) BARNETT, A. J. G. and R. L. REID: Reactions in the rumen, 111, E. Arnold Pub. Ltd., London, 1961.
- 3) MORRISON, F. B. : Feeds and feeding, 22nd ed., 530, Morrison Pub. Co., Ithaca, N. Y., 1956.
- 4) 農林省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準乳牛，7～8，1974
- 5) SNEDECOR, G. W. : Statistical methods, 5th ed., 304, Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, 1956.

## Utilization of Steffen's waste from beet molasses as a feed for dairy cows.

Yoshitsune HIROSE, Yasushi ASAHIDA, Masahiko OKUBO,  
Junjiro SEKINE and Shigeo TADA

## Summary

Steffen's method was developed for more efficient extraction of sugar from beet molasses. Steffen's waste, however, is a latent substance for water pollution. Possibility for utilization of Steffen's waste as a feed resource was studied to research on newer feed resources and to lessen water pollution.

## Trial 1.

Using condensed and enzyme-processed Steffen's waste, the effect of those wastes on milk production was studied. Twenty lactating cows were divided into two groups. The experimental design was double reversal method with 14-day experimental period. Daily allowance of Steffen's waste was 300ml added to beet pulp. The result of this trial showed that the waste tested had no significant differences of the effect on milk production and had no adverse effect on cow's performances.

## Trial 2.

The results of trial 1 suggested that the adsorption of Steffen's waste to beet pulp could give the possibility for the production of commercial quality of beet pulp products. Steffen's waste was adsorbed to beet pulp at the levels of 20%, 30% and 40%. Those beet pulp products were evaluated a feeding value compared to beet pulp without the waste. The evaluation was made with the digestion trial using 3 wethers. The result of the digestion trial showed that addition of the waste to beet pulp more than 30% affected adversely on the digestibilities of crude protein and crude fiber. It was concluded that the level



of adsorption of the waste to beet pulp should be at most 20% considering on the contents of DCP and TDN in the products.

Trial 3.

Considering the results of trials 1 and 2, the effects of beet pulp products and potato pulp products of Steffen's waste on the performance of lactating cows were studied comparing to that of cows on beet pulp without the waste. The experimental design was 3 x 3 Latin square method with 6 lactating cows in a group. An experimental period was 3 weeks.

The addition of 20% Steffen's waste to beet pulp or potato pulp showed no advantages for the performances of lactating cows. There were, however, no adverse effects of the waste added on the milk production and the physical conditions of lactating cows. Present study suggested that Steffen's waste could be adsorbed to beet pulp or potato pulp at the level of 20% for cattle feed to lessen the pollution.