

# 滝川畜産試験場研究報告

第 25 号

平成 2 年 6 月

北海道立滝川畜産試験場



滝川畜産試験場研究報告 第25号

(1990年6月)

目 次

ルーピンの豚における栄養価および大豆粕の代替効果 .....	1~10p.
宮崎 元・小泉 徹・岡本 全弘・三浦 祐輔	
麴かびの固体培養による馬鈴薯でん粉粕からの蛋白質生産 .....	11~18p.
阿部 英則・森 勝美・柳本 正勝	
調製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 .....	19~24p.
阿部 英則・山川 政明	
場外誌掲載論文抄録 .....	25~29p.

BULLETIN OF THE

TAKIKAWA ANIMAL HUSBUNDRY EXPERIMENT STATION

No. 25 (June, 1990)

CONTENTS

Digestibilities of Sweet Lupin Seed and the Performance of Fattening Pigs Fed Formula Feed Blended the Lupin Seed at Several Proportions. .... 1~10p.  
Hajime MIYAZAKI, Tooru KOIZUMI, Masahiro OKAMOTO and Yusuke MIURA

Protein Enrichment of Potato Waste by Solid State Fermentation of Koji Fungi. .... 11~18p.  
Hidenori ABE, Katumi MORI and Masakatsu YANAGIMOTO

Some Characteristics of Beet top Silage Ensiled with Bean Hull. .... 19~24p.  
Hidenori ABE and Masaaki YAMAKAWA

APPENDIX

Summaries of the Papers on other Journals Reported by Staff. .... 25~29p.

ルーピンの豚における栄養価および大豆粕の代替効果

宮崎 元 小泉 徹 岡本 全弘 三浦 祐輔\*

**要約** 豚におけるルーピン (*Lupinus angustifolius*) の子実の栄養価および肥育用配合飼料の原料としての可能性を消化試験と肥育試験により検討した。消化試験はランドレース去勢雄6頭(平均体重54kg)を用い、基礎飼料(市販配合飼料)にルーピン子実を30%配合した飼料を給与し、採糞期間5日間の全糞採取法により実施した。肥育試験では、大豆粕と魚粉を主な蛋白質源とする市販配合飼料の大豆粕(10.5%含有)に由来する粗蛋白質を、ルーピン子実の粗蛋白質でそれぞれ0%, 25%, 50%および100%代替した4種の飼料を用いた。飼料設計にあたって、リジン・メチオニンおよびシスチンが不足しないように配慮した。供試豚はランドレース去勢雄28頭で、各処理に7頭づつ配分した。肥育試験期間は、各個体とも体重が60kgに達した時点から100kgに達した時点までとし、単飼房に収容して、飼料は不断給与した。

消化試験の結果、ルーピン子実の可消化粗蛋白質含量は22.8%、可消化養分総量は72.0%、可消化エネルギー含量は3.30kal/gと測定された。

肥育試験において、ルーピン子実の飼料中含量が高まっても、日飼料摂取量に変化がなく、日増体量および飼料要求率に差は認められなかった。また、体脂肪の脂肪酸組成に一部有意差が認められたものの、屠殺解体成績および胸最長筋の理化学性状には差が認められなかった。

以上より、ルーピン子実は、可消化粗蛋白質や必須アミノ酸が不足することのないように配慮すれば、肉豚用配合飼料原料として大豆粕に代替しうるものと判断された。

緒 言

マメ科植物の1種であるルーピン (*Lupinus*) は古くから飼料としての利用が試みられてきたが、その種子はアルカロイドを含有するため、し好性が悪いうえ、大量に摂取すると麻痺や痙れんを起こすことが知られ、ほとんど飼料として利用されなかった<sup>1)</sup>。しかし、近年、子実のアルカロイド含量が少なく、蛋白質含量の高いルーピンが作出さ

れ、ルーピン子実(以降ルーピンとする)が飼料として利用されるようになってきた。

ルーピンは我が国では蛋白質源として安価なために、牛用飼料として使用されているが<sup>4,10)</sup>、その化学組成から<sup>15)</sup>肉豚用飼料としても利用できそうである。これまでの報告では、肉豚用飼料の蛋白質原料(大豆粕・魚粉)の25~30%をルーピンで代替しても問題はないが<sup>2,3,16)</sup>、これより代替率を高めた場合の評価は一定していない<sup>6,17)</sup>。

そこで、本試験においてはオーストラリア産ル

\* ホクレン農業協同組合連合会

(受理 1990. 3. 1)

ーピン (*Lupinus angustifolius*) の肉豚における栄養価を測定するとともに、肥育用飼料の蛋白質源として、どの程度大豆粕に代替できるか検討した。

### 試験方法

#### 1. 消化試験

消化試験はランドレース去勢雄6頭(生体重54±3 kg)を用いて実施した。試験は基礎飼料(市販肉豚用配合飼料)および基礎飼料にルーピンを30%混合した飼料をそれぞれ3頭の供試豚に給与し、予備期5日間、本期5日間の全糞採取法により実施した。なお、ひき続き、同じ豚を供試し、飼料を替えて消化試験を反復した。飼料の日給与量は体重の4%とし、午前(9:00)と午後(3:00)に等量給与した。なお、供試豚は試験期間中各個体ごとに代謝ケージに収容し、水は試験期間を通

表1 試験飼料の原料配合割合、化学組成および栄養価(単位%)

	対照区	25%区	50%区	100%区
原料配合割合				
ルーピン	0	3.75	7.5	15.0
大豆粕	10.5	7.88	5.25	0
魚粉(CP60)	3.8	4.33	4.85	5.9
穀類 <sup>1)</sup>	84.3	82.7	81.1	77.9
プレミックス <sup>2)</sup>	1.4	1.35	1.3	1.2
化学組成(分析値)				
水分	12.8	13.0	13.2	12.5
粗蛋白質	14.4	14.4	14.4	14.6
粗脂肪	2.7	3.0	3.1	3.7
NFE	62.0	62.5	62.5	61.5
粗繊維	2.1	2.1	2.1	3.0
粗灰分	6.0	5.0	4.7	4.7
栄養価(設計値)				
DCP	12.1	12.0	12.0	12.0
TDN	76.5	76.5	76.5	76.5
リジン	0.68	0.69	0.69	0.70
メチオニン	0.26	0.26	0.26	0.26
シスチン	0.24	0.24	0.24	0.24

<sup>1)</sup> トウモロコシ・マイロ・フスマ等

<sup>2)</sup> 食塩、炭酸カルシウム、第2リン酸カルシウム、ビタミン剤、ミネラル剤等

じ十分に与えた。

糞は各個体ごとに毎日採取し、70℃に設定した通風乾燥機内で1~2日間乾燥後、数日間放置してから重量を測定し、各個体ごとに5日間の全量を粗砕・混合し、その一部を粉碎し、分析に供した。飼料および糞の化学組成は、AOAC法に準拠した方法<sup>14)</sup>により、総エネルギーの測定はボンブカロリーメーター(島津CA3型)によった。

#### 2. ルーピンを配合した飼料による肥育試験

供試豚はランドレース去勢雄28頭で、体重、腹を考慮しながら各区に7頭ずつ配分した。各個体とも体重が60kgから100kgに達するまでの期間を試験期間とした。各個体とも単飼し、飼料は不断給与した。体重は毎週1回測定した。

試験区分は大豆粕・魚粉を主な蛋白質源とする対照飼料を給与した区(以降対照区)、対照飼料のうち大豆粕に由来する粗蛋白質をルーピンの粗蛋白質で100%代替した飼料を給与した区(100%区)、

同様に50%代替した飼料を給与した区(50%区)および同様に25%代替した飼料を給与した区(25%区)の4区とした。なお、ルーピンの消化試験結果およびその他の配合原料の栄養価やリジン、メチオニン、シスチンの含量を勘案し、各飼料の設定栄養価が同等になるように配合割合を調整した(表1)。

各個体とも100kgに到達後、1週間以内に24時間絶食させ、屠殺解体した。屠殺の際は電撃機を用いて失神させた後放血した。脱毛は湯はぎ法によった。肢端除去、内臓割去、背割、頭部除去の後、-1~-3℃の冷蔵庫内で一昼夜放冷し、枝肉検査に供した。

胸最長筋の分析については、水分含量は100℃で24時間乾燥した重量減により、水素イオン濃度(pH)はガラス電極pHメーターにより、加圧保水害は加圧ろ紙法(35kg/cm<sup>2</sup>)<sup>8)</sup>によりそれぞれ求め、加圧後ろ紙表面に付着した肉片の面積から伸展率<sup>7)</sup>を求めた。また、肉色のうちL、aおよびb値は色差計(日本電色Σ80)により、ポーカラースタANDARD(PCS)は豚標準肉色模型<sup>11)</sup>によった。体脂肪の理化学性状の測定部位は、ロース背部皮下内層脂肪および腎臓周囲脂肪の2部位である。脂肪の水分は100℃で3時間乾燥した際の重量減により、脂肪色は胸最長筋と同様の方法で、融点は加熱融解後毛細管に封入したうえで上昇融点法<sup>20)</sup>によりそれぞれ測定し、脂肪酸組成はガスクロマトグラフィー<sup>18)</sup>により測定した。

データの解析は最小2乗法で分析し、有産差が認められた場合の区間の比較はTukeyの方法を適用した。

### 結果および考察

#### 1. 消化試験

試験中には下痢および軟便の発生は認められず、採食性についても異当は認められなかった。

消化試験に供した基礎飼料とルーピンの化学組成を表2に示した。本試験で供試したルーピンは日本標準飼料成分表<sup>15)</sup>に記載された値に比べて、水分および可溶無窒素物(NFE)の含量が高く、粗

蛋白質含量が低かった。文献<sup>2,3,9,16)</sup>によれば、化学組成は生産国や品種による変動が大きいとされている。また、飼料成分表に記載された大豆粕に比べ粗蛋白質含量が低く、粗繊維含量が高かった。

表2 供試飼料の化学成分

		基礎飼料	ルーピン
水分	(%)	12.5	12.4
粗蛋白質	(%)	19.4	31.8
粗脂肪	(%)	3.4	6.0
N F E	(%)	69.3	43.1
粗繊維	(%)	5.1	15.8
粗灰分	(%)	2.8	3.3
エネルギー(Kcal/g)		4.36	4.82

<sup>1)</sup> 水分以外は乾物値

基礎飼料とルーピンの消化率および栄養価を表3に示した。ルーピンの消化率は飼料成分表に比較し、粗脂肪でやや低かった他は、各成分ともほぼ同様の値であった。ルーピンの可消化粗蛋白質

表3 供試飼料の消化率と栄養価(原物中)

		基礎飼料	ルーピン
消化率			
乾物	(%)	86.7	69.2
粗蛋白質	(%)	83.0	81.9
粗脂肪	(%)	65.0	68.2
N F E	(%)	93.1	92.5
粗繊維	(%)	48.6	45.1
エネルギー	(%)	84.7	78.1
栄養価			
D C P	(%)	14.1	22.8
D E (Kcal/g)		3.23	3.30
T D N	(%)	77.4	72.0

(DCP)含量は現物中で22.8%、可消化養分総量(TDN)含量は72.0%、可消化エネルギー(DE)含量は3.30kcal/gであり、飼料成分表の大豆粕の値に比べて可消化蛋白質含量が低かった。本試験で供試したルーピンのDCP含量は飼料成分表のルーピンより2単位低い、これは粗蛋白質含量の

違いを反映したものと考えられる。

## 2. ルーピンを配合した飼料による肥育試験

試験期間中の体重増加、飼料消費量および飼料

要求率を表4に示した。試験豚の健康状態は良好に推移し、採食量にも異常を認めなかった。

表4 日増体量、飼料消費量および飼料要求率

	対照区	25%区	50%区	100%区	SEM <sup>1)</sup>
試験開始日令 (日)	113.6 <sup>2)</sup>	112.7	115.0	113.3	4.53
試験終了日令 (日)	160.3	159.0	163.3	160.1	7.43
試験所要日数 (日)	46.7	43.5	48.4	46.9	4.57
試験開始時体重 (kg)	60.1	60.1	60.2	60.2	0.51
試験終了時体重 (kg)	100.8	101.3	100.5	100.8	1.17
1日平均増体量 (g)	877	852	834	895	102.6
飼料消費量 (kg)	164.0	156.5	165.3	154.9	8.32
1日平均飼料消費量 (kg)	3.58	3.66	3.38	3.41	0.27
飼料要求率	4.03	3.82	4.11	3.83	0.27

<sup>1)</sup> 標準誤差 <sup>2)</sup> 最小二乗平均値

表5 屠殺解体成績

	対照区	25%区	50%区	100%区	SEM <sup>1)</sup>
絶食後重量 (kg)	98.0 <sup>2)</sup>	97.7	96.7	97.0	1.91
枝肉体重 (kg)	73.2	71.2	70.5	69.3	2.92
枝肉歩留 (%)	73.2	72.9	72.9	71.5	1.24
枝肉測定値					
屠体長 (cm)	99.0	99.9	100.8	100.7	1.92
背腰長II (cm)	72.1	72.8	73.0	74.2	1.82
屠体幅 (cm)	33.6	33.8	33.2	32.8	0.93
屠体厚 (cm)	13.4	12.9	12.9	12.9	0.47
ロース長 (cm)	54.6	55.9	55.8	55.9	1.67
ロース断面積 (cm <sup>2</sup> )	17.3	18.2	16.9	16.5	1.70
大割肉片の重量割合 (%)					
カタ	29.6	29.5	29.7	29.9	0.75
ロース・バラ	38.4	38.2	37.9	38.1	1.23
ハム	32.2	32.3	32.8	32.1	0.81
脂肪層の厚さ (cm)					
肩	3.4	3.6	3.1	3.3	0.39
背	2.0	2.0	1.8	1.8	0.23
腰	3.0	2.9	2.7	2.9	0.43
背部平均	2.8	2.8	2.5	2.7	0.31
腹部平均	3.0	3.0	3.0	2.7	0.26

<sup>1)</sup> 標準誤差 <sup>2)</sup> 最小二乗平均値

試験終了日齢および試験所要日数には各処理間に差がなかった。1日平均増体量(日増体量)は834gから895gの範囲にあり、各処理間に有意な差はなかった。1日平均飼料摂取量(日飼料消費量)は各処理とも3.5kg前後であり、ルーピンの配合割合を増加しても大きく低下することはなかった。飼料消費量および飼料要求率においても、有意な差は認められなかった。

表6 胸最長筋の理化学性状

	対照区	25%区	50%区	100%区	SEM <sup>1)</sup>
肉色					
PCS <sup>2)</sup>	3.1 <sup>3)</sup>	3.0	3.1	3.4	0.37
L値 (明度)	44.3	45.2	24.7	42.6	3.28
a値 (赤味)	14.5	13.6	14.9	14.6	1.09
b値 (黄味)	8.0	7.9	8.0	7.9	0.56
pH	5.50	5.48	5.48	5.52	0.05
加圧保水力 (%)	72.7	70.3	70.7	71.4	2.87
伸展率 (cm <sup>2</sup> /g)	30.8	30.2	79.0	31.2	3.41
水分 (%)	72.8	73.1	73.0	72.8	0.59

<sup>1)</sup> 標準誤差 <sup>2)</sup> 豚標準肉色模型 <sup>3)</sup> 最小二乗平均値

背脂肪内層脂肪および腎周囲脂肪の理化学性状をそれぞれ表7と表8に示した。いずれの脂肪においても、水分含量、脂肪色、融点に有意差は認められなかった。脂肪の脂肪酸組成は背部内層脂肪においてC16:1の割合が100%区で他区より低く、腎周囲脂肪においてC18:3の割合が100%区で対照区と50%区より高かったことを除いて、有意差は認められなかった。

以上のように、本試験では配合飼料中に大豆粕に由来する蛋白質のすべてをルーピンの蛋白質で代替しても、脂肪の脂肪酸組成において一部に差が認められた以外、肥育豚の増体、飼料効率、屠殺解体成績、赤肉の理化学性状に影響はなかった。しかし、報告によっては、ルーピンを豚の飼料として利用すると飼料摂取量、増体速度、飼料要求率、脂肪の性状などに悪影響があったとするものがある。

Godfreyら<sup>5)</sup>はルーピンのアルカロイド含量が高いと日増体量および飼料要求率が影響されるが、

屠殺解体成績を表5に示した。試験各処理とも、枝肉重量が71kg、枝肉歩留が73%前後で処理間に有意差は認められず、また枝肉測定値および大割肉片の重量割合にも差はない。脂肪層の厚さにも有意差は認められなかった。

胸最長筋の理化学性状を表6に示した。肉色、pH、加圧保水力、伸展率、水分含量のいずれも試験処理間に有意差を認めなかった。

これは主に飼料摂取量の減少によるものとしている。本試験で供試したルーピンのアルカロイド含量は不明であるが、生産年は異なるものの、輸入経路が同じルーピンのアルカロイド含量は0.019%であったと報告<sup>13)</sup>されているので、アルカロイドの影響は殆どなかったものと思われる。Ruizら<sup>17)</sup>はルーピンのアルカロイド含量は品種による差が大きく、0.59~0.01%の範囲があるものとしているので、利用に当たってはアルカロイド含量の測定が必要である。

ルーピンを大豆粕に代替する際には、DCP含量の差を考慮する必要があるが、さらに必須アミノ酸にも配慮する必要があることが指摘されている<sup>1,2,9)</sup>。Haleら<sup>9)</sup>はトウモロコシと大豆粕からなる飼料のうち、大豆粕の半分を青色スイートルーピンを代替すると、日増体量が低下し、飼料要求率が増加したが、リジンとメチオニンの補正により改善されたと報告している。ルーピンにはリジンやメチオニンが大豆粕の約半分しか含まれていな

表7 背部内層脂肪の理化学性状

		対照区	25%区	50%区	100%区	SEM <sup>1)</sup>
水分	(%)	6.41 <sup>2)</sup>	7.12	5.79	6.42	0.81
脂肪色						
L値	(明度)	67.3	66.9	67.1	67.4	1.99
a値	(赤味)	0.8	0.4	0.7	0.8	0.34
b値	(黄味)	6.5	6.3	6.4	6.5	0.43
融点	(°C)	31.5	31.8	31.0	31.0	1.22
脂肪酸組成	(%)					
C10:0		0.1	0.1	0.1	0.1	—
C12:0		0.1	0.1	0.1	0.1	—
C14:0		1.4	1.3	1.5	1.4	0.12
C16:0		24.5	24.4	24.0	24.8	0.80
C16:1		3.4 <sup>A</sup>	4.1 <sup>A</sup>	4.0 <sup>A</sup>	2.4 <sup>B</sup>	0.89
C17:1		0.5	0.5	0.4	0.4	0.39
C18:0		12.9	13.0	12.6	13.0	0.60
C18:1		47.3	44.7	46.3	46.8	2.22
C18:2		8.4	9.1	9.4	9.4	0.90
C18:3		1.4	1.3	1.9	1.4	0.66
飽和脂肪酸		39.1	39.2	38.1	39.6	1.66

<sup>1)</sup> 標準誤差 <sup>2)</sup> 最小二乗平均値 異なる肩文字間に有意差あり (P<0.01)

い<sup>15)</sup>ため、大豆粕に代替する際にはリジンやメチオニンの添加<sup>9)</sup>や、合わせて配合する他の蛋白質源に配慮する必要がある。本試験では飼料設計に際し、魚粕の増加により必須アミノ酸含量やDCP含量に大きな差がでないように配慮した。このことが本試験において大豆粕の全量をルーピンに置き換えても大きな影響が認められなかった一因と考えられる。

ルーピンの配合割合を高くすると、体脂肪が柔らかくなったとの報告がある<sup>19)</sup>。本試験ではルーピンの配合割合を15%まで増加しても、体脂肪の融点が有意に低下することはなかった。しかし、大豆粕をルーピンで100%代替すると、一部の脂肪酸の割合に有意な変化がみられた。この変化は、脂肪の軟化に関係する不飽和脂肪酸の割合に影響しなかったが、ルーピンの配合割合をさらに高くすると体脂肪の品質に影響する可能性を示唆する。したがって、本試験の配合割合を超える高率の配合は避けるほうが無難である。

なお、種豚ではルーピンの嗜好性がやや劣り、個体によっては採食を拒否する例もあったと報告されており<sup>19)</sup>、肉豚とは反応が異なるとも考えられるので、今後の検討課題と思われる。

本試験では、大豆粕と魚粉を主要な蛋白質とする肉豚用配合飼料の大豆粕をルーピンで代替した配合飼料を作った。この際、消化試験の結果に基づきDCPおよびTDN含量に差がないようにするとともに、リジン、メチオニン、シスチンの含量にも差がないように配慮した。これらの飼料で肉豚を肥育したが、増体速度、飼料要求率、屠殺解体成績、赤肉および脂肪の理化学組成に大きな差は認められなかった。したがって、本試験で供試したような、アルカイロド含量の低いルーピンは、上記のような配慮をすれば、配合飼料原料中15%までの配合が可能であることが明らかになった。

表8 腎周囲脂肪の理化学性状

		対照区	25%区	50%区	100%区	SEM <sup>1)</sup>
水分	(%)	5.66 <sup>2)</sup>	5.59	5.34	6.06	0.88
脂肪色						
L値	(明度)	67.6	67.0	67.6	67.9	2.42
a値	(赤味)	1.3	1.6	1.3	1.3	0.67
b値	(黄味)	6.3	6.2	6.1	6.4	0.68
融点	(°C)	40.3	40.2	39.0	40.7	1.90
脂肪酸組成	(%)					
C10:0		0.1	0.1	0.1	0.1	—
C12:0		0.1	0.1	0.1	0.1	—
C14:0		1.6	1.5	1.6	1.5	0.14
C16:0		27.6	27.5	27.2	27.6	1.21
C16:1		2.0	2.3	2.6	1.2	1.51
C17:1		0.2	0.3	0.3	0.3	0.14
C18:0		14.9	14.8	14.0	15.0	1.23
C18:1		44.5	43.9	44.2	43.8	1.51
C18:2		8.0	8.3	9.2	9.2	0.87
C18:3		1.0 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>	1.4 <sup>b</sup>	0.29
飽和脂肪酸		44.4	43.9	43.0	44.4	1.53

<sup>1)</sup> 標準誤差 <sup>2)</sup> 最小二乗平均値 異なる肩文字間に有意差あり (P<0.05)

## 引用文献

- AGUILERA. J. E., E. MOLINA., C. PRIETO (1985) Anim. Feed. Sci. Technol., 12: 171-178
- BARNETT. C. W., and E. S. BATTERHAM (1981) Anim. Feed. Sci. Technol., 6: 27-34
- BATTERHAM. E. S., (1979) Aust. J. Agric. Rec., 30: 369-375
- 深町啓次, 鈴木 正, 山西義和, 栗山秀男 (1986) 全農中研報告, 13: 22-24
- GODFREY. N. W., A. R. MERCY., Y. EMMS and H. G. PAYNE (1985) Aust. J. Exp. Agric., 25: 791-798
- HALE. O. M and J. D. MILLER (1985) J. Anim. Sci., 60 (4): 989-997
- 池田敏雄, 安藤四郎, 中井博康, 斎藤不二男, 内藤昌男, 高坂和久, 新村 裕 (1980) 日畜会報, 51: 411-416
- 池田敏雄, 中井博康, 斎藤不二男, 安藤四郎 (1976) 畜試研報, 30: 53-58
- JANE LEIBHOLZ. BY., (1986) Br. J. Nutr., 56: 645-659
- 栗山秀男, 山西義和 (1986) 全農中研報告, 13: 22-24
- 森本 宏 (1974) 飼料学, 改定第5版, 113, 養賢堂
- 中井博康, 斎藤不二男, 池田敏雄, 安藤四郎, 小松明德 (1975) 畜試研報, 29: 69-74
- 中尾山隆司, 姥貝弘之, 中村君義 (1987) 全農中研報告, 15: 24-30
- 農林省畜産試験場, (1960) 飼料分析法
- 農林水産技術会議事務局, (1987) 日本標準飼料成分表 (1987版), 中央畜産会
- PEARSON. G., and J. R. CARR., (1976) Anim. Feed. Sic. Technol., 2: 631-642

- 17) RUIZ. L. P. Jr., S. T. WHITE and HOVE. E. L., (1977) Anim. Feed. Sic. Technol., 2 : 59-66
- 18) 杉本亘之, 宮崎 元, 米田裕紀, 所 和暢, 阿部英則 (1979) 滝川畜試研報, 16 : 9-14
- 19) TAVERNER. M. R., (1975) Anim. Prod, 20 : 413-419
- 20) 東大農芸化学教室, (1969) 実験農芸化学別巻, 196 朝倉書店

## Digestibilities of Sweet Lupin Seed and the Performance of Fattening Pigs Fed Formula Feed Blended the Lupin Seed at Several Proportions

Hajime MIYAZAKI, Tooru KOIZUMI  
Masahiro OKAMOTO and Yusuke MIURA\*

(Received : March. 1. 1990)

### Summary

In order to blend sweet lupin (*Lupinus angustifolius*) seed as a ingredient for protein source, a digestion trial and a fattening trial using Landrace barrows were conducted.

In the digestion trial, 3 barrows were fed a formula feed and 3 barrows were fed the formula feed mixed at 30% with sweet lupin seed for 10 days. Feces were collected in the last 5 days. The trial replacing the treatments was repeated. The sweet lupin seed contained 22.8% digestible crude protein and 72.0% total digestible nutrients. Digestible energy content was 3.30Kcal/g.

A total of 28 barrows were divided to 4 groups and 7 barrows were assigned to each of 4 feed treatments. In the 4 feed. crude protein (CP) from soybean meal in a formula feed replaced with CP of lupin seed at 0, 25, 50 and 100%. The fattening trial started individually from the time that the body weight reached 60kg and finished at the time that the body weight reached 100kg. The proportion of lupin seed in the feed had no influence on daily feed intake, daily body weight gain and feed conversion ratio. No significant effects were observed in the dressed weight, dressing percentage and the other carcass measurements including the thickness of back fat and the loin eye area. No remarkable changes were noted in the properties of longissimus dorsi and adipose tissues. The proportion of palmitoleic acid in the adipose tissue decreased significantly for the barrows fed the feed in which soybean meal replaced 100% with lupin seed.

---

\*Hokuren Agricultural Cooperations.

## 麴かびの固体培養による馬鈴薯でん粉粕からの蛋白質生産

阿部 英則 森 勝美\* 柳本 正勝\*\*

**要約** 馬鈴薯でん粉粕を蛋白質に富む fungal biomass として活用するため、麴かびの固体培養条件を検討し、麴ふたを用いて培養のスケールアップをめざした。

1. *Aspergillus oryzae* TK-41株はでん粉粕における増殖が盛んであり、蛋白質生産も良好であった。
2. 窒素、リン酸源として尿素、硫酸アンモニウム、リン酸二水素一アンモニウムを各1%または尿素、硫酸アンモニウム、リン酸二水素一カリウムを各1%添加し、水分含量70~80%、蒸煮処理の条件下で良好な蛋白質生産を示した。
3. 上記条件下で培養3日後に遊離アミノ酸を含めた蛋白質含量は最大17.1%、蛋白質生産性は最大12.5gに達した。
4. でん粉がほぼ消費される一方で蛋白質の増加も停滞し、でん粉の不足が蛋白質生産を制限していることがわかった。
5. 麴ふたを用いる培養法はペトリ皿の場合と比べてとくに変わらない成績を示し、多段表面通気式培養法の採用により fungal biomass の多量調製の可能性が見いだされた。

## 結 言

近年、バイオマス活用の見地から、小麦稈<sup>11)</sup>、とうもろこし芯<sup>12)</sup>、コーヒー粕<sup>9)</sup>など低質材料に糸状菌を増殖させて微生物蛋白質に富む糸状菌培養物 fungal biomass を生産し飼料として活用する試みが多くみられるようになってきた。

馬鈴薯でん粉を製造する際の副産物であるでん粉粕は飼料や堆肥原料として用いられているものの、多く利用されているとはいえない。でん粉粕

はでん粉を多く含んでおり、発酵原料としての価値は高いと考えられる。森ら<sup>3)</sup>は蛋白質を生産するための発酵原料として馬鈴薯でん粉粕に着目し、でん粉粕に旺盛に増殖し、かつマイコトキシンを産生しない麴かびを選抜した。

本試験はこの選抜した麴かびを用い、固体培養条件を検討して蛋白質含量の向上をめざし、さらに培養のスケールアップをはかるため麴ふたの適用について検討した。

\* 農水省農業生物資源研究所

\*\* 農水省食品総合研究所

(受理 1990. 2. 5)



方 法

本試験では固体培養条件として、培地の窒素源、水分含量、蒸煮処理の有無および培養期間が麴かびの増殖、純蛋白質（蛋白質）含量、蛋白質生産性に及ぼす影響を検討した。培養は大型ペトリ皿を用いた。また、適当とみなされた培地と菌株を用い、麴ふたによる培養のスケールアップを試みた。

1. 培地の調製

でん粉粕には生でん粉粕、脱水でん粉粕、ポテ

表1 培地の原料組成 (ペトリ皿当り g)

	培 地						E
	a	b	c	d	e	f	
乾燥でん粉粕	20	20	20	20	20	20	—
ポテトパルプ	—	—	—	—	—	—	20
尿 素	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
硫酸アンモニウム	—	—	—	—	0.6	0.6	0.6
リン酸二水素一アンモニウム	—	—	—	—	0.6	—	0.6
塩化アンモニウム	—	—	—	0.6	—	—	—
リン酸二水素一カリウム	0.6	0.6	—	0.6	—	0.6	—
水	40	40	40	40	40	40	40

即ち、でん粉粕に窒素、リン酸源として尿素や各種塩類を添加し、とくに示さない限り最終水分含量が70%となるように水を加えた。次いで、でん粉のアルファ化を兼ねて高圧蒸気滅菌（121℃、15分）し、培養に供した。なお尿素は滅菌後、無菌的に加えた。

2. 菌株

森ら<sup>3)</sup>が選抜した、でん粉粕培地での増殖が良好な *Aspergillus oryzae* TK-2およびTK-41株を用いた。TK-2株は胞子を形成しにくい性質を有している。

3. 培養方法

ペトリ皿および麴ふたを用いて培養したが、供試量はペトリ皿で約60g、麴ふたでは約1.8kgである。いずれの場合も胞子を十分に着生させた種菌を原物重に対して約1%量接種し、30℃で培養し

トパルプ、ポテトミールなど多様なものがあり、でん粉含量も異なるものと考えられる。本試験では乾燥でん粉粕と市販のポテトパルプを用いた。乾燥でん粉粕は脱水でん粉粕を入手後、80℃で乾燥したものであり、ポテトパルプは生でん粉粕を遠心脱水後、フラッシュドライヤーで乾燥したものである。でん粉含量は乾燥でん粉粕、ポテトパルプでそれぞれ乾物中33.3および44.4%であった。脱水でん粉粕は土幌町合理化でん粉工場、ポテトパルプは上川北部合理化でん粉工場で産出された。

表1に示す7種の培地を調製した。

た。培養はペトリ皿の場合はふ卵器を、麴ふた<sup>4)</sup>の場合は相対湿度を90%に調整した恒温恒湿器を用いた。菌糸の伸長後、通気を促すため、ペトリ皿の場合はスパーテルを用いて1日1回培地をほぐし、麴ふたでは経時的に品温を測定しておおむね40℃を越える場合は手もみし、温度が40℃を越えなくなるまでこの操作を反復した。

種菌を接種後、経時的にかびの増殖を肉眼で観察し、増殖の良好なものにつき蛋白質含量、でん粉含量を測定した。胞子が形成されると菌糸の伸長が抑制されたり、家畜における消化性の低下が考えられるため、胞子の形成についても肉眼で観察した。

4. 蛋白質、遊離アミノ酸、でん粉の定量

蛋白質はバルンスタイン法<sup>5)</sup>で、遊離アミノ酸はホルモール滴定法<sup>2)</sup>で定量した。でん粉はタカジア

スターゼを用いる分解法<sup>1)</sup>で測定した。なお、蛋白質含量と乾物損失率より培地100g（乾物重）から生産される蛋白質量を算出し、蛋白質生産性としました。

結 果

I. 培養条件の検討

I-1 窒素源

窒素源の種類や添加割合をかえた、表1に示す6種の培地における麴かびの増殖、蛋白質生産（蛋白質含量、蛋白質生産性）を比較した（表2）。

表2 窒素源の異なる培地における麴かびの増殖、蛋白質生産

菌 株	培 地	培 養 期 間 —(日)—	増 殖 <sup>1)</sup>	蛋白質	蛋白質 <sup>2)</sup>	蛋白質 <sup>3)</sup>	乾 物
				含 量 —(乾物%)—	生 産 性 —(g/100g)—	率 <sup>3)</sup> —(%)—	損 失 率 —(%)—
TK-2	a	3	—	—	—	—	0
	b		+	—	—	—	8.8
	c		+	7.6	6.9	54.2	9.6
	d		+	—	—	—	7.5
	e		+	9.0	8.3	45.2	7.9
TK-41	a	3	—	—	—	—	2.0
	b		2+	8.6	7.5	52.0	12.5
	c		3+(S)	9.9	8.2	49.2	17.6
	d		3+(S)	8.5	7.5	45.0	12.3
	e		3+(S)	12.8	9.8	52.6	23.8
	f <sup>4)</sup>		3+	12.9	—	—	—

<sup>1)</sup> —：増殖せず、+：わずかに増殖、2+：よく増殖、3+：非常によく増殖

(S)：やや胞子を形成、(SS)：多くの胞子を形成

<sup>2)</sup> 培地100g（乾物重）から生産される蛋白質量

<sup>3)</sup> 全窒素に占める蛋白態窒素の割合

<sup>4)</sup> 森らの成績を引用した

それによると、いずれの培地においてもTK-41株はTK-2株より旺盛な増殖を示し、とくにe、f培地における蛋白質含量は13%弱であり、乾燥でん粉粕の蛋白質含量4.9%と比べて約2.6倍となった。一方、麴かびの増殖や蛋白質含量が高まるほど乾物損失率は大きくなるが、これを加味した蛋白質生産性についてもTK-41株、e培地を用いた場合は高かった。

全窒素に占める蛋白態窒素は約50%であった。

I-2 水分含量

麴かびの増殖、蛋白質生産におよぼす水分含量の影響を調べた。前述の蛋白質生産が良好なeおよびf培地を用い、水分含量を50、60、70および80

%に調整して検討し、結果を表3に示した。

表3 水分含量の異なる培地における麴かびの増殖, 蛋白質生産

菌株	培地	設定水分	培養	増殖	蛋白質	蛋白質	乾物
		含量	期間		含量	生産性	
		—(%)—	—(日)—		—(乾物%)—	—(g/100g)—	—(%)—
TK-2	e	50	6	—	—	—	—
		60		+	—	—	—
		70		2+	—	—	26.8
		80		+	—	—	—
	f	50		—	—	—	—
		60		+	—	—	—
		70		3+	14.0	10.1	28.1
		80		+	—	—	—
TK-41	e	50	3	3+(SS)	10.0	8.4	15.7
		60		3+(SS)	12.5	9.7	22.9
		70		3+(S)	14.4	10.7	25.8
		80		3+	15.0	12.5	17.0
	f	50		3+(SS)	11.1	9.7	13.1
		60		3+(SS)	11.6	9.2	20.9
		70		3+(S)	15.6	11.5	26.0
		80		3+	14.1	11.9	15.7

TK-2株はe, f培地とも水分含量50%では増殖は認められず, 70%の場合増殖は最も良好であった。しかし, TK-2株は孢子形成はみられないもののTK-41株と比べて明らかに培養期間は長かった。TK-41株は低水分含量では孢子形成が盛んであったが, 水分含量70および80%では蛋白質含量, 蛋白質生産性とも高く孢子形成も少なかった。

I-3 蒸煮

表4 蒸煮処理の有無における麴かびの増殖, 蛋白質生産

菌株	培地	蒸煮	培養	増殖	蛋白質	蛋白質
		処理	期間		含量	生産性
			—(日)—		—(乾物%)—	—(g/100g)—
TK-2	e	無	6	+(S)	—	—
		有		2+	10.2	—
	f	無		+(S)	—	—
		有		3+	11.5	—
TK-41	e	無	3	2+	7.7	—
		有		3+(S)	12.2	9.5
	f	無		2+	6.3	—
		有		3+	11.2	10.2

米麴の製造においては, でん粉をアルファ化することによって利用性を高めるため蒸煮処理が行われている。コストを低減するためには蒸煮処理の省略が望ましく, 無蒸煮穀類に旺盛な増殖を示す糸状菌も種々見いだされている<sup>10)</sup>。そこで, e, f培地を用い, 蒸煮(高圧蒸気滅菌)の有無における麴かびの増殖, 蛋白質生産を調べ, 表4に示した。

それによると, いずれの培地および菌株においても無蒸煮の場合は増殖が低く, TK-41株の培養では蒸煮した場合と比べて蛋白質含量は40%前後低かった。

I-4 培養期間

麴かびはでん粉を利用して増殖するので, でん粉含量により増殖量が異なるものと考えられる。

そこで, でん粉含量の異なる乾燥でん粉粕およびポテトパルプを用いて2種の培地(e, E)を調製した。E培地はe培地における乾燥でん粉粕をポテトパルプで置換えたものである。これらの培地にTK-41株をより長く培養した場合の蛋白質生産の到達値や経時変化を調べ, 表5に示した。

表5 TK-41株を培養した場合の蛋白質, でん粉含量の経時変化

培地	培養	蛋白質	遊離アミノ	蛋白質	でん粉
				生産性	含量
		含量	酸含量	—(g/100g)—	—(乾物%)—
	—(日)—	—(乾物%)—			
e	0	5.4	0	—	30.2
	2	14.6	0	12.4	4.1
	3	15.5	0	12.0	3.3
	5	15.4	—	10.7	—
	7	15.0	—	10.4	1.9
E	0	4.1	0	—	40.1
	2	13.4	—	11.2	—
	3	15.3	1.8	11.6	4.6
	5	15.0	—	10.3	—

それによると, いずれの培地とも蛋白質含量は2日間の培養で著しく増加し, 3日後に最大値を示したが, それ以降の伸びは停滞した。蛋白質生産性でも培養2~3日後が最も高く, 以降は乾物量の減少に伴って低下した。一方, でん粉含量はいずれも培養3日後で開始時の10%程度まで顕著に減少した。培養3日後におけるでん粉から蛋白質への転換効率は乾燥でん粉粕を用いた場合は23.8%, ポテトパルプでは遊離アミノ酸を含めて24.3%であった。

II. 麴ぶたによる培養の検討

TK-41株, E培地を用い, 麴ぶたで培養した場合の蛋白質含量を表6に示した。

表6 麴ぶたを用いTK-41株を培養した場合の蛋白質生産

培養	水分	蛋白質
期間	含量	含量
—(日)—	—(%)—	—(乾物%)—
0	67.6	4.3
2	62.1	12.4
3	46.0	15.1

<sup>a)</sup>E培地を用いた

考 察

蛋白質含量は開始時の4.3%から培養3日後で15.1%に達し, ペトリ皿を用いる同条件での蛋白質含量にはほぼ等しかった。

Aspergillus oryzae TK-41株は孢子をやや形成するものの, TK-2株と比べて増殖速度は明らかに高かった。でん粉粕におけるTK-41株の固体培養条件を検討したところ, 水分含量を70~80%に調

整し蒸煮処理をした場合、蛋白質生産は良好であった(表2~4)。窒素、リン酸源については尿素、硫酸アンモニウム、リン酸二水素一アンモニウムを各1%添加した場合(e培地)および尿素、硫酸アンモニウム、リン酸二水素一カリウムを各1%添加した場合(f培地)との間に大きな違いはみられなかった。大量培養においては安価な肥料用の窒素、リン酸源を用いることが要求され、尿素、硫酸アンモニウムはもとより、リン酸についてもアンモニウム塩を含む種々の肥料用リン酸があり、これらを用いたより詳細な検討が必要とされよう。

TK-41株をE培地に3日間培養したところ、遊離アミノ酸を含めた蛋白質含量は17.1%に達し(表5)、これは豚における産肉能力検定用飼料のそれに匹敵するものであった。馬鈴薯でん粉粕の麹かびによる蛋白質強化についての研究報告は本邦では見当たらないが、甘しょでん粉粕について坂口ら<sup>3)</sup>は麹かびを培養したところ、蛋白質含量は2.6%から最大6.8%に高まったことを報告している。本試験では蛋白質含量は坂口らの最高値の2.5倍となった。また、森ら<sup>3)</sup>の最高値である12.9%と比べても4%強(絶対値)高まった。

麹かびの増殖に伴って蛋白質含量は著しく増加したが、培養3日後でその伸びは鈍化した。この時点での全窒素に占める蛋白態窒素は50~55%程度であり、窒素量が蛋白質生産を制限しているとは考えられない。一方、でん粉含量は開始時の約10%までに減少しており、蛋白質生産の停滞はでん粉がほぼ消費されたためであると思われた。Senezら<sup>9)</sup>はでん粉質原料であるキャッサバ、バナナ、バナナ廃棄物などに *Aspergillus niger* を固体培養したところ、でん粉から蛋白質への転換効率はいずれも20~25%であり、またキャッサバ粒を *Aspergillus fumigatus* でスラリー培養した場合のそれは22%であった<sup>7)</sup>。本試験における転換効率は乾燥でん粉粕、ポテトパルプを用いた場合でそれぞれ23.8、24.3%であり、既報値と比べて遜色ないといえる。また、Senezら<sup>9)</sup>の報告においては、炭水化物(その殆どがでん粉と考えられる)含量が80~90%に達するキャッサバ、バナナ、甘しょの固体培養では、25~30%の糖類が残存する一方で蛋白質含量

は18~20%に達している。したがって、蛋白質含量をさらに高めるためには、まずでん粉含量の高い原料を用いることが肝要であると考えられる。

麹かびの固体培養において内部への通気は必須である。麹製造法の一つである多段表面通気式<sup>8)</sup>は麹基質の厚さを2.5~3 cmに抑えて通気を確保しており、麹ふたを多数用いることにより多量調製が可能な方式である。本試験において麹ふたを用いた場合の蛋白質含量はペトリ皿でのそれと比べて遜色なく、多段表面通気式を採用することで、でん粉粕から微生物蛋白質の多量調製の可能性が示されたといえる。

## 引用文献

- 1) 阿部 亮, 堀井 聡 (1976) 畜産試験場研究報告, 30: 27-32
- 2) 厚生省環境衛生局監修 (1973) 食品衛生検査指針 I, 32-33, 日本食品衛生協会, 東京
- 3) 森 勝美, 柳本正勝, 岡田憲幸, 柳井昭二 (1986) 食品総合研究所報告, No.48: 15-20
- 4) 野白喜久雄, 小崎道雄, 好井久雄 (1987) 醸造学, 44-46, 講談社, 東京
- 5) 小原哲二郎監修 (1982) 改訂食品分析ハンドブック, 42-44, 建帛社, 東京
- 6) Penaloza, W., M.R. Mario, R.G. Brenes and R. Bressani (1985) Applied and Environmental Microbiology, 49: 383-393
- 7) Reade, A.E. and K.F. Gregory (1975) Applied Microbiology, 30: 897-904
- 8) 坂口謹一郎, 岡崎 浩, 岩崎孝志 (1951) 農化誌, 24, 77-79
- 9) Senez, J.C., M. Raimbault and F. Deschamps (1980) World Animal Review, 35: 36-39
- 10) 田中利雄, 岡崎直人 (1982) 醱酵工学誌, 60: 11-17
- 11) Viesturs, U.E., A.F. Apsite, J.J. Laukevics, V.P. Ose (1981) Biotechnology and Bioen-

gineering Symp., No.11, 359-369  
12) Ward, J.W. and T.W. Perry (1982) Journal of Animal Science, 54: 609-617

13) 山口宏三 (1969) 醸造機械, 83-84, 地人書館, 東京

## Protein Enrichment of Potato Waste by Solid State Fermentation of Koji Fungi

Hidenori ABE, Katsumi MORI\*  
and Masakatsu YANAGIMOTO\*\*

(Received : Feb. 5, 1990)

### Summary

In order to convert potato waste to protein rich feed by solid state fermentation using koji fungi, six culture media with different nitrogen and phosphate sources were compared. The selected culture medium consists of 20g dried potato waste, 0.6g urea, 0.6g ammonium sulfate and 0.6g ammonium dihydrogen phosphate per petri dish. Potassium dihydrogen phosphate could be substituted for ammonium dihydrogen phosphate. After moisturization to 70-80 %, the culture medium was steamed at 121°C for 15 minutes. After cooling, *Aspergillus oryzae* TK-41 strain was inoculated and incubated at 30°C. Protein content including free amino acid and protein production per 100g dry culture medium reached a maxima after 3 days incubation and were 17.1 % and 12.5g, respectively. At that time, about 90 % of starch consumed by fungi. It seemed that lack of starch restricted further protein enrichment.

The protein content of the culture in koji tray, a general method of koji production, was similar to that in petri dish. The results indicate that koji tray is useful to produce fungal biomass as protein rich feed from potato waste.

## 調製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

阿部 英則 山川 政明

**要約** 流通化を狙いとし、バッグサイロを用いてビートトップサイレージを調製する際に、豆がらと組合せることの効果を調べた。

豆がら添加サイレージの pH は無添加サイレージのそれよりも同じかやや高かった。乾物損失率については添加の有無を問わず小さかった。豆がらを添加しても乾物密度は高まらず、また DCP 含量や有機物消化率は低下した。ビートトップとのサイレージ化による豆がらの茎部の採食量の増加も認められなかった。

一方、豆がらを添加することでサイレージは取出し易くなり、とりわけサイレージの凍結時においてその傾向は著しかった。

### 結 言

北海道におけるてん菜の作付は十勝、網走地方に集中しており、収穫量は全体の80%強を占めている<sup>2)</sup>。この地方は畑作専業経営が多く、十勝地方での調査<sup>3)</sup>によると、畑作は平坦な肥沃地に、酪農は山ぞいに別れて分布しており、堆肥と麦稈の交換例からみて、その間の距離は10~30kmが一般的であるといわれている。

このように、ビートトップが飼料化に結びつかない一因として畑作と畜産経営が離れていることがあげられる。さらに、ビートトップは水分含量が高いため、搬送に適さない、排汁による損失が多い、取扱いにくいなどとされている。

これらの点をふまえ、本試験ではビートトップの流通化を狙いとして、運搬およびサイレージ調製手段としてバッグサイロを想定し、十勝地方で多く産出される豆がらを添加して低水分化を図り、

豆がらの添加がサイレージの醗酵品質、乾物損失、乾物密度、消化率および取出しの難易に及ぼす影響を調べた。また、豆がらの茎部はあまり採食されないが、ビートトップとのサイレージ化がその採食に及ぼす影響についても調べた。

### 方 法

サイレージは1986('86)、1987('87)、1988('88)年の3ケ年にわたって調製した。ビートトップと大豆がら(豆がら)の所定量を設定切断長2cmのカッターで混合をかねて同時に細断し、'86、'87年は500kg容バッグサイロに、'88年は二重にしたポリエチレン袋(90×105cm)に詰込み、放置して1カ月以降に開封した。豆がらの添加割合、詰込み量、詰込み期間および測定項目を表1に示した。なお、'86年においてはビートトップへの土砂の混入が著しいため、サイレージを調製する前に水洗

した。乳酸は Barker-Summerson 法<sup>1)</sup>で定量した。

表1 サイレージの豆がら添加割合、詰込み量、詰込み期間および測定項目

年度	豆がら添加割合 (%)	サイロ	詰込み量 (kg)	詰込み期間 (日)	測定項目 <sup>2)3)</sup>
1986	0	バッグ	250	30	pH, 乳酸含量, 乾物損失率, 乾物密度, 成分, 自由採食量, in vivo 消化率, 豆がら・茎の採食量
	15				
1987	0	バッグ	260	50	pH, 乳酸含量, 乾物損失率, 乾物密度, 成分, in vivo 消化率, 豆がら・茎の採食量
	5				
	10				
1988	0	ポリ袋	8	90	pH, 乳酸含量, 成分, in vitro 消化率
	5				
	10				
	15				

<sup>1)</sup>豆がらの添加割合は原物比である

<sup>2)</sup>成分は粗蛋白質, 粗灰分, NDF 含量を測定した

<sup>3)</sup>豆がら・茎の採食量は1986年は15%添加サイレーズ, 1987年は10%添加サイレーズについて測定した

'86, '87年はサイレーズの乾物密度について調べた。0.07m<sup>3</sup> (57.6×39.0×30.6cm) のポリコンテナにビートトップサイレーズおよび豆がら添加サイレーズを一杯になるように詰込み, 豆がら添加による詰込み乾物量の違いを調べた。'87は踏圧の有無について測定した。踏圧の程度はサイレーズの詰込みとはほぼ同じである。いずれの場合も操作は2~3回反復した。

'86, '87年は消化試験による in vivo 消化率を, '88年は in vitro 消化率を求めた。消化試験は1処理に4頭のサフォーク種去勢雄めん羊を用い, 予備期6日, 本期6日の全糞採取法で行った。'86年は残飼量10%を目途にサイレーズを自由採食させた。'87年は1日当りの乾物給与量を体重の1.5%とした。in vitro 消化率は Van soest らの方法<sup>5)</sup>で測定した。

'86年は豆がら15%添加サイレーズ, '87年は豆がら10%添加サイレーズについてサイレーズ化による豆がらの茎部(豆がら・茎)の採食量の違いを調べた。即ち, 10および15%添加サイレーズの消化試験に引続き, 豆がらを10および15%となるようにビートトップと混合し, 消化試験と同量を10日間給与し, 豆がら・茎の採食率を求めて豆がら添加サイレーズのそれと比べた。10%添加サイレ

ージについては配合飼料を給与した場合の豆がら・茎の採食率も調べた。配合飼料は乳牛の育成用飼料を用い, その給与量は体重 kg 当り 8 g とした。サイレーズの取出し時には取出しに要する手間や労力に留意した。

ビートトップは'86, '88年は滝川市産, '87年は長沼町産のものをを用いた。豆がらは'86, '87年は滝川市産, '88年は当別町産のものをを用いた。

### 結果および考察

#### 1. pH, 乳酸含量, 乾物損失率

サイレーズの pH, 乳酸含量および乾物損失率を表2に示した。

豆がら5, 10%添加サイレーズの乳酸含量は無添加のそれよりも高かったが, 豆がら添加サイレーズの pH は無添加と比べて同じかやや高かった。豆がらを添加しないビートトップサイレーズの pH は'86, '87, '88年ではそれぞれ4.7, 3.8, 4.6であり, これは米国におけるサイレーズの醗酵品質評価基準<sup>4)</sup>の良, 秀, 良の等級に相当した。また, カビの発生も認められなかった。一方, 豆がら15%添加サイレーズ('86年)ではカビによるスポイレ

表2 サイレージの pH, 乳酸含量および乾物損失率

年度	豆がら添加割合 (%)	pH	乳酸含量 (原物%)	乾物損失率 (%)	
				計	スポイレーズ
1986	0	4.7	0.59	26.1	0.9
	15	5.1	0.55	12.5	11.5
1987	0	3.8	0.88	3.8	0
	5	4.3	1.09	6.8	1.0
	10	4.3	1.27	0	0
1988	0	4.6	0.59	—	—
	5	4.7	0.69	—	—
	10	4.4	0.71	—	—
	15	4.7	0.65	—	—

ージが多く, これは豆がら添加によってサイレーズが空気を抱込んでかさばった状態となるためと考えられた。

乾物損失率については, '86年では無添加サイレーズのそれは26.1%であり, 豆がらを添加した場合は12.5%であった。これに反して, '87年では豆がらを添加しないサイレーズでも乾物損失率は小さく, 豆がら添加による明らかな改善効果は認められなかった。'86年においてはサイレーズ調製にあたって材料を水洗したため, このような結果が得られたものと考えられ, バッグサイロによる少量調製では乾物損失はとくに問題にならないものと考えられる。

以上のように, ビートトップサイレーズの pH, 乾物損失率におよぼす豆がらの添加効果はとくに認められないといえよう。

#### 2. 乾物密度

豆がらの添加の有無による乾物密度の違いを表3に示した。

表3 サイレージの乾物密度 (kg/m<sup>3</sup>)

年度	豆がら添加割合 (%)	踏 圧	
		有	無
1986	0	—	80
	15	—	64
1987	0	153	105
	5	147	85
	10	139	75

'87年においては踏圧をかけることで乾物密度は高まった。しかし, 豆がらを添加することは踏圧の有無によらず乾物密度を低下させた。これは前述の如く豆がら添加によってサイレーズはかさばった状態になるためと考えられるが, 添加により低水分化し, 乾物含量を高めてもサイロ内の全乾物量は逆に減少するといえる。

#### 3. 摂取量, 消化率

サイレーズの成分組成を表4に示した。

いずれの年度においても, 豆がら添加により水分含量は低くなった。粗灰分含量については無添加サイレーズでは27~32%にも達するが, 豆がらを添加することで低くなり, 有機物含量は大きく高まった。しかし, 一方で粗蛋白質含量も低下した。NDF 含量は添加により高まった。

自由採食量, 消化率および DCP, TDN 含量を表5に示した。

'86年の試験では, 豆がら添加により, 残飼量10%を目途とした自由採食量は低下したが, 残飼は全て豆がら・茎であった。豆がら・茎の採食量が少ないことはよく知られており, ビートトップや豆がらのさや部についてはサイレーズの給与量を増せば採食量もさらに高まるものと考えられ, 豆がら添加がサイレーズの摂取量におよぼす影響については明らかでなかった。給与量を制限した'87年の試験では, 豆がら無添加および5%添加サイレーズではビートトップ, 豆がらとも100%採食された。10%添加サイレーズの全乾物採食率は98.8

表4 サイレージの成分組成

年度	豆がら添加割合 (%)	水分 —(%)—	有機物 (乾物%)			
			粗灰分	粗蛋白質	NDF	
1986	0	88.6	72.3	27.7	12.1	36.6
	15	80.5	85.8	14.2	7.2	61.9
1987	0	83.7	67.6	32.4	9.8	—
	5	81.2	77.0	23.0	9.6	—
	10	77.6	82.2	17.8	7.6	—
1988	0	88.0	73.5	26.5	15.4	43.0
	5	85.7	78.7	21.3	12.5	50.7
	10	82.1	82.7	17.3	10.1	53.6
	15	79.2	84.3	15.7	9.8	56.6

表5 サイレージの自由採食量、消化率および DCP, TDN 含量

年度	豆がら添加割合 (%)	乾物摂取量 (体重当り%)	消化率 (%)		栄養価 (乾物%)	
			有機物	粗蛋白質	DCP	TDN
1986	0	2.0 <sup>a</sup>	67.7 <sup>a</sup>	53.0 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	50.5
	15	1.6 <sup>b</sup>	59.5 <sup>b</sup>	42.7 <sup>b</sup>	3.3 <sup>b</sup>	52.5
1987	0	—	77.1 <sup>a</sup>	58.3 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	53.0 <sup>a</sup>
	5	—	68.9 <sup>b</sup>	55.7 <sup>ab</sup>	5.3 <sup>a</sup>	53.9 <sup>a</sup>
	10	—	70.1 <sup>b</sup>	51.5 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>	58.4 <sup>b</sup>
1988	0	—	62.1	—	—	—
	5	—	55.9	—	—	—
	10	—	55.6	—	—	—
	15	—	57.0	—	—	—

異なる肩文字間に有意差あり (P<0.05)  
<sup>a</sup>1986, 1987年は in vivo 消化率を, 1988年は in vitro 消化率を測定した

%であり、残飼は豆がら・茎であった。

豆がらを添加することでサイレージ中の粗蛋白質含量は低下したが、粗蛋白質消化率、DCP 含量についても低下がみられた。一方、豆がら添加により有機物含量は高まるが、有機物消化率は逆に低下し、豆がらの有機物はビートトップと比べて消化性が低いものと考えられた。TDN 含量については有機物の含量、消化率のような明らかな傾向はみられなかった。'86年では豆がら添加の有無による TDN 含量の違いは認められなかったが、'87年において10%添加サイレージの TDN 含量は58.4%であり、無添加の53.0%よりも有意に高かった。

'87年における TDN 含量の増加は、豆がら添加によって有機物の消化率は低下するものの、有機物の含量は顕著に高まっており、可消化有機物含量の増加に起因するものであるといえる。

4. 豆がらの茎部の採食量

豆がら・茎の採食率を表6に示した。

'87年において、豆がらを10%添加した場合の採食率は94.8%であり、ビートトップサイレージに豆がらを10%混合した場合の採食率87.4%と比べて有意差は認められなかった。同様に、自由採食させた15%添加サイレージ ('86年)でもサイレージ化の有無による豆がら・茎の採食率は47.8およ

表6 サイレージ化の有無における豆がらの茎部の採食率 (%)

年度	豆がら添加割合 (%)	サイレージ化	
		有	無
1986	15	47.8	43.4
1987	10	94.8	87.4
	10	100	—

(配合飼料補給)

び43.4%で両者に違いは認められず、ビートトップと組合わせてサイレージ化しても豆がら・茎の採食は高まらないといえる。一方、豆がら10%添加サイレージに配合飼料を補給すると豆がら・茎は100%採食され、豆がら・茎のような低質繊維材料の利用性を高めるには濃厚飼料の補給の必要がうかがわれた。

5. 取出しの難易

ビートトップサイレージをフォークで取出す場合、フォークの隙間からサイレージがこぼれたり水がしたたるなど取扱いにくかったが、豆がら添加によりこれらの点は改善された。またサイレージが凍結した場合、無添加サイレージでは取出し

に多くの労力を必要としたが、豆がら添加サイレージでは取出しに要する労力は著しく少なかった。豆がらなど粗大繊維材料の混合により、凍結時等におけるサイレージの取出しの便を図ることについては、取出しに要する労力の実測などさらに検討の要があろう。

引用文献

- 1) Barker. S. B. and Summerson. W. H (1941) J. Biol. Chem. 138, 538
- 2) 北海道農務部畑作振興課 (1988) てん菜・砂糖便覧, 11
- 3) 加藤雄久 (1984) 農業技術, 39, 343~347
- 4) 日本草地協会 (1984) サイレージ調製給与の理論と展開, 102
- 5) Van soest. P. J, Wine. R. H and Moore. L. A (1966) Proceeding of the 10 th International Grassland Congress 438~441

## 場外誌掲載論文抄録

### APPENDIX

Summaries of the papers on other journals reported by the Staff

#### 寒冷環境における離乳子豚の成長と体組成

秦 寛・小 泉 徹・蒔 田 秀 夫<sup>1)</sup>・岡 本 全 弘

日畜会報, 59(11): 936-943, (1988)

**要 約** 寒冷環境における離乳子豚の成長と体組成を体重、日齢および飼料摂取量の要因と関連づけて検討する目的で、これらの要因を考慮した3つの試験を実施した。ランドレース種雄子豚計36頭を供試し、人工乳(ME含量15.0kJ/g)を給与して環境温度5℃と25℃における増体重、体成分蓄積量、体組成および臓器・被毛重量を測定した。結果は次のとおりである。1)日増体量が5℃で25℃に比べ平均0.15kg低下し、5℃で25℃と同等の日増体量を得るためには41g/kg<sup>0.75</sup>/日の飼料が余分に必要であった。2)飼料摂取量が一定の条件において5℃では1日当たりの蛋白量、脂肪、

灰分および水分蓄積量が25℃に比べ、それぞれ平均3.2, 3.4, 0.5および11.8g/kg<sup>0.75</sup>低下した。3)5℃における屠体の化学組成について、脂肪比率が低下する、変化しない、逆に脂肪比率が増加するの3つのケースが起り得ることを実証し、寒冷環境での体組成の変化は直接的には飼料摂取量と体重の違いに起因することが示された。4)化学成分の体内分布および各臓器の重量には、寒冷に起因する変化はみられなかった。5)代謝体重当たりの被毛重量は5℃で増加した。

<sup>1)</sup>現 北海道立天北農業試験場

## 離乳子豚の消化率および窒素蓄積率に及ぼす寒冷の影響

秦 寛・小 泉 徹・岡 本 全 弘

日畜会報60(9): 841-845, (1989)

**要 約** 離乳子豚の飼料成分の利用性に及ぼす寒冷の影響を検討する目的で、ランドレース種の離乳雄子豚計24頭を供試し、5℃と25℃の環境下で3回の物質出納試験を実施した。飼料摂取量を同一にした2回の試験および5℃の飼料摂取量を高めた1回の試験で人工乳(GE含量17.1kJ/g, CP含量22.6%, 粗繊維含量1.0%)を給与し、飼料成分の消化率、窒素の蓄積率およびエネルギーの代謝率(ME/GE)

を調査した。結果は以下のとおりである。1) いずれの試験においても、飼料成分の消化率に環境温度の影響は認められなかった。2) 窒素の蓄積率は各試験で著しく低下( $P < 0.01$ )し、25℃の平均59.7%に対し5℃では45.3%であった。3) 全試験の平均ME/GEは5℃で87.1%, 25℃で88.5%であり、5℃で有意( $P < 0.01$ )に低くなったがその差はきわめて小さなものであった。

## 稲わらのアンモニア処理、蒸煮およびこれらの複合処理がめん羊の自由摂取量と消化率に及ぼす影響

岡 本 全 弘・阿 部 英 則

日畜会報, 60(12): 1117-1121, (1989)

**要 約** 稲わらをアンモニア処理、蒸煮処理および蒸煮後アンモニア処理することが化学組成、自由摂取量および消化率に及ぼす影響を明らかにするため、去勢羊を用いて4×3ユーデン方格法による試験を実施した。アンモニアの添加量はわら重量の3%であり、蒸煮条件は8 kg·cm<sup>-2</sup>の蒸気圧で20分間であった。アンモニア処理により、窒素含量が高められNDFおよびヘミセルロース含量は対照の無処理のわらにくらべ減少した。また、乾物摂取量、乾物および繊維成分の消化率が向上する傾向が認められた。蒸煮処理により、NDFおよびヘミセルロース含量は減少したが、ADF

およびADL含量は増加した。また、乾物摂取量およびセルロースの消化率はやや上昇する傾向にあったが、NDFおよびADFの消化率はやや低下する傾向が認められた。蒸煮後アンモニア処理することにより、両処理が加算的に影響するようであり、ヘミセルロース含量が無処理わらにくらべて著しく減少し、乾物摂取量は顕著に上昇した。各成分の消化率はいずれもアンモニア処理をした稲わらにおいて最も高かったが、蒸煮処理の後アンモニア処理することにより、両処理の間の値となった。

## 寒冷環境における離乳子豚の成長速度と体成分蓄積量に及ぼすME摂取量の影響

秦 寛・小 泉 徹・岡 本 全 弘

日畜会報, 61(1): 9-15, (1990)

**要 約** 5℃と25℃の環境下で飼育したランドレース種離乳子豚計24頭の成績を用い、離乳子豚の成長速度と体成分蓄積量に及ぼす環境温度および代謝エネルギー(ME)摂取量の影響を回帰分析によって検討した。ME摂取量(ME, MJ/日)と日増体量、蛋白質、脂肪、灰分および水分の蓄積量(DG, P, F, AおよびM;g/日)の間にそれぞれ有意( $P < 0.01$ )な一次回帰式が得られた。しかし、それらの5℃と25℃における回帰係数に有意差は認められなかった。そこで共通の回帰係数を用いて、5℃と25℃におけるMEとDG, P, F, AおよびMの関係を表わすと以下のとおりであった。

5℃: DG = 33.1ME - 3.5    25℃: DG = 33.1ME + 126.0  
 5℃: P = 4.9ME + 3.5    25℃: P = 4.9ME + 25.5  
 5℃: F = 7.4ME - 40.4    25℃: F = 7.4ME - 24.3  
 5℃: A = 1.1ME - 0.5    25℃: A = 1.1ME + 2.8  
 5℃: M = 16.7ME + 45.4    25℃: M = 16.7ME + 122.1

寒冷による日増体量の低下を補うために必要なMEの増給量は、環境温度1℃の低下につき195kJ/日/℃と算定された。寒冷による日増体量の低下をMEの増給で補った場合に、脂肪の蓄積量は温度差1℃当たり0.7g/日増加することが示された。

## アンモニア処理、蒸煮処理および蒸煮後アンモニア処理した稲わらを給与しためん羊のそしゃく行動

岡 本 全 弘・阿 部 英 則

日畜会報, 61(2): 157-161, (1990)

乾物摂取量を増加させる傾向が認められる処理をした稲わらの給与がめん羊のそしゃく行動に及ぼす影響を研究するため、2つの実験を実施した。実験1では、4頭の去勢羊に無処理稲わら(RS)、アンモニア処理稲わら(ARS)、蒸煮処理稲わら(SRS)および蒸煮後アンモニア処理をした稲わら(SARS)を4×3ユーデン方格法に基づき飽食給与し、そしゃく行動を比較した。SRSやSARSを給与しためん羊の一日あたりの採食時間はRSやARSを給与した羊のそれより短くなる傾向にあった。一日あたりの反芻食塊数はSRSおよびSARSを給与した羊で他のわらを与えた羊

より若干多かった。一日あたりのそしゃく時間は処理間に差がなかったが、乾物摂取量に基づいた単位をそしゃく時間は処理をしたわら、特にSARSにおいてRSより短くなる傾向が認められた。SRSを給与した羊の中性デタージェント繊維摂取量に基づいた単位そしゃく時間はRSを給与した羊と同様であった。実験2では、正常な反芻がほとんど消滅するまでめん羊を絶食させた後、乾物重で680gのRSあるいはARSを一回だけ給与し、これにより発生した反芻行動を再び消滅するまで測定した。ARSの給与により発生した正常な反芻時間はRSによるものより有意に短かった。



## 初生子牛の耐寒性 (Cold Tolerance of Newborn Calf)

岡本全弘

Proc. 1st Int. Symp. Agr. Tech. Cold Regions, 64-72, (1989)

娩出されたばかりの子牛のほとんどは、一時的に体温が低下するが、この低下幅はおおむね1 K以内である。この時、子牛の熱生産は高いが、体毛が乾燥するにつれて徐々に低下し、やがて安定する。子牛は短期間の寒冷に耐えるためのエネルギー源と体温調節の機能を持って生まれるのである。しかしながら、活力の低い子牛には、十分な産熱能力を持たないものもある。初生子牛の休憩時代謝に関する最近のデータと先に報告された若い子牛の熱絶縁および寒冷時の潜熱放散に関するデータより、初生子牛の下臨界温を計算したところ、14℃と指定された。また、最近報告

された初生子牛の頂上代謝に関するデータに基づき、初生子牛の低温生存限界を計算したところ、-63.5℃と推測された。この低温生存限界を推定値は頂上代謝と熱絶縁の割合により大きく変化する。これらの推定値に基づき、分娩房および子牛舎に要求される熱的環境について論議した。冷、温帯においては、分娩房の熱的環境には注意を払う必要があるが、体毛が乾燥し、初乳を飲ませた後の健康な子牛では、降水および風からの保護と、適当な敷料の供給以上の熱的環境管理は必要ないものと結論した。

## 人工乳の摂取量が哺乳双子羊の増体に及ぼす影響

出岡謙太郎・斉藤利朗<sup>1)</sup>・寒河江洋一郎・吉川周平<sup>2)</sup>

日緬研会誌, 25: 1~8, (1988)

双子を分娩後3日目の母羊17頭を、1日1頭当たりDCP140g, TDN1.3kgの養分摂取量で、分娩後49日目まで飼育した。その子羊(雄6組, 雌7組)を、原物中の含量設計値がDCP18%で、TDN70及び75%の人工乳を、それぞれ、10%の残飼が生じる量を給与する区(飽食区)並びにその摂取量の80%を給与する区(制限区)の4区に配した。他の子羊(雄2組, 雌2組)には、人工乳を給与しなかった。

その結果、人工乳の摂取量の違いは子羊の発育に顕著な影響を及ぼさず、平均日増体は0.28kgであった。人工乳無給与の子羊の日増体量は0.23kgであった。この間の人工乳総摂取量は、1頭当たり乾物で、飽食区が4~6kg, 制限区が3~5kgであった。

このうち、雄双子羊については、母羊の養分摂取量は同

一とし、制限区の人工乳給与量を飽食区の60%として、引き続き84日目まで飼育した。

その結果、この期間においても、人工乳の摂取量の違いは子羊の発育に顕著な影響を及ぼさず、平均日増体量は0.40kgで、終了時体重は30kgを超えた。人工乳無給与の子羊の日増体量は0.17kgで、終了時体重は23kgであった。この間の人工乳総摂取量は、1頭当たり乾物で、飽食区が23~28kg, 制限区が14~18kgであった。

哺乳双子羊の発育を促進するためには人工乳を給与する必要があり、また、人工乳の給与に際し、子羊間の競合が少ない場合には、ある程度の制限給与を行なっても発育は十分に促進されることが考えられた。

<sup>1)</sup>新得畜産試験場 <sup>2)</sup>ハッピー牧場

## めん羊におけるリステリア症の集団発生

芹川 慎・草刈直仁・扇 勉<sup>1)</sup>・仙名和浩  
米道裕弥<sup>2)</sup>・岸 昊司・永井龍夫<sup>3)</sup>

日獣会誌, 42: 781~785, (1989)

1985年1月、滝川畜産試験場においてめん羊のリステリア症が集団的に発生した。発症したのは妊娠後期の雌羊3群232頭のうちの26頭(発症率11.2%)で、うち6頭が死亡し、10頭が子後不良で淘汰された。病型はすべて脳炎型であった。

死亡または淘汰した11頭の脳幹部からリステリア菌が多数分離され、血清型は4 b型で多くの薬剤に高い感受性を示した。

発症羊15頭をオキシテトラサイクリンで治療した結果、比較的症状の軽かった10頭が3~7日で治癒した。発症時の牧草サイレージからもリステリア菌が検出され、高度に汚染した牧草サイレージを摂食したことが多発の原因と考えられた。

<sup>1)</sup> 現、北海道立根釧農業試験場

<sup>2)</sup> 現、北海道立新得畜産試験場

<sup>3)</sup> 札幌中央検査センター

Takikawa Animal Husbandry Experiment Station of Hokkaido.

735 Higashi-Takikawa, Takikawa-shi,  
Hokkaido, 073 JAPAN

Bull. Takikawa Anim. Husb. Exp. Stn

滝川畜試研報 No.25

— June 1990 —

---

平成2年6月1日印刷  
平成2年6月30日発行

編集兼  
発行者

北海道立滝川畜産試験場

北海道滝川市東滝川735  
☎2211~2213 郵便番号073

印刷所

(株) 総 北 海

旭川市神楽岡14条5丁目  
☎2101 郵便番号078

---