酵母による飼料蛋白質の増加に就て

井 口 賢 三・勝 木 辰 男

(日本獣医畜産大学)

On the increase of protein in feedstuff by the action of yeast.

KENZO IGUCHI and TATSUO KATSUKI

(Nihon Veterinary and Zootechnical University)

I 緒 言

飼料の中でも特に蛋白質に富んだ濃厚飼料が廉価に手に入るということは、畜産発展のため甚だ喜ばしいことである。この解決の一端として昭和 18 年井口等¹⁾が澱粉粕を原料として、これに酵母を接種して大体に於て麩程度の醗酵飼料を製造し得たことを発表して、澱粉飼料の蛋白質増加に成功し、乳牛用濃厚飼料の一部として有利に使用せしめ得ることを報告した。この実験に於ては澱粉粕の糖化に際して麩菌を用いているが、余等はこの点に改良を試み、澱粉粕の糖化に際し、酸糖化を行い、以て糖化の時間的短縮と手数を省くことを企てた。

又酵母の栄養素である窒素源の問題解決の一端を得るために、さきの実験では塩化アンモニウムを使用しているが、余等は硫酸アンモニウムを用いた。

II 塩酸により澱粉粕を糖化するに要する最適時間

2%の塩酸で澱粉粕を糖化し(澱粉粕 10g に対し 2%塩酸 50cc)，この際要する糖化時間を変えて、その糖化程度をヨード反応及び糖化率を BERTRAND 法で測定し、糖化に要する最適時間を決定した。その結果は第 1 表に示す如くである。

第 1 表より考察すれば、2%塩酸によつて澱粉粕を糖化するに要する時間は 45 分以上で殆ど最大に近づいている。従つて第 1 表から判断すると安全な時間は 1 時間前後がよいと考えられる。

III 酵母の窒素源としての硫酸アンモニウムの適量試験

酵母の窒素栄養源として硫酸アンモニウムを使用する場合の適量を定めるために、硫酸アンモニウムの添加量を種々変えて実験を試みた。

第 1 表 糖化時間と糖化率

糖化時間 時間 分	ヨード反応	糖 化 率 (Bertrand 法)	
		%	
3 0	—	65.0	
2 30	—	65.0	
2 0	—	60.0	
1 30	—	60.0	
1 0	—	60.0	
45	—	59.5	
30	—	53.0	
20	—	41.0	
10	—	24.5	

澱粉粕 10g に対し 2%塩酸 50cc の割合で糖化し、糖化されたものを苛性ソーダで pH4 補正し、更に種々な量の硫酸アンモニウム及び硫酸アンモニウム 100 に対し、塩基性磷酸カリ 10、硫酸マグネシウム 2、塩化カルシウム 1 の割合の無機物を添加し、殺菌した空気を醗酵槽に吹込みつゝ 32°C の恒温にて 2 日間培養して蛋白

第 2 表 硫酸アンモニウムの添加量を異にする醗酵飼料の蛋白質含有量(無水物%)

澱粉粕 1kg に対する (NH ₄) ₂ SO ₄ の量 (g)	粗蛋白質 (%)	純蛋白質 (%)
50	16.80	9.48
40	15.72	9.13
30	15.64	9.10
20	12.15	7.94
10	10.59	7.33
0 対照	4.50	4.17

質の増加率をみた。その結果は第 2 表に示す如くである。又接種した酵母は *Torula utilis* である。

第 2 表に於て見られる如く、澱粉粕 1kg に対し (NH₄)₂SO₄ 50g を添加した場合に蛋白質は 殆ど最大に近づいている。従つて第 2 表から判断すると、経済的な意味から 30~50g の範囲を使用するのが得策であると考えられる。

IV 乾燥甘藷澱粉粕を原料とする醱酵飼料の製造方法

1 窒素源として硫酸アンモニウム添加の場合（醱酵飼料1号と名付ける。）

(i) 1kg の乾燥甘藷澱粉粕に 2% 塩酸溶液 5l を加え、1 時間糖化する。

(ii) 然る後苛性ソーダを以て pH 4 迄補正する。

(iii) その中に硫酸アンモニウム 50g 及び塩基性リン酸カリ 5g、硫酸マグネシウム 1g、塩化カルシウム 0.5g を加え、それに *Torula utilis* を接種する。

(iv) その後 1000 倍の昇汞水中で殺菌濾過した空気を

吹込み⁽²⁾、29~32°C の恒温で 2 日間培養する時は製品が得られる。製品を乾燥して飼料に供する。

2 窒素源として脱脂米糠添加の場合（醱酵飼料2号と名付ける。）

(i) 1 の場合と同様にして糖化し、pH4 迄補正する。

(ii) その後脱脂米糠 200g を加え *Torula utilis* を接種する。

(iii) 1 の (iv) の場合と同様にして *Torula utilis* を培養する。

以上2方法によつて得られた製品の成分含量は第3表に示す如くである。

第3表 醱 酵 飼 料 成 分

	水分	粗蛋白質	純蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
原 粉 料 粕	17.17 0	4.06 4.90	3.45 4.17	0.72 1.88	70.30 83.87	5.76 6.95	1.99 2.40
澱 粉 飼 料 号	7.51 0	14.53 15.71	8.20 8.87	4.79 5.18	62.51 67.58	7.88 8.52	2.78 3.01
澱粉粕+脱脂糠	17.20 0	4.71 5.70	3.69 4.46	1.70 2.05	66.87 80.75	7.04 8.50	2.48 3.00
醱 酵 飼 料 号	9.50 0	12.08 13.35	10.99 12.14	4.56 5.04	62.53 69.09	8.13 8.98	3.20 3.54

V 醱酵飼料の消化試験

醱酵飼料1号及び2号に就て兎による消化試験を試みた。給与に際しては麩を同量混じて給与した。その為先ず始めに麩の消化率を夫々試験飼料の消化率を試験せんとする兎で試験を行い、次に夫々の兎で試験飼料の消化率を試験した。

1 醱酵飼料1号の消化試験 前述せる如く醱酵飼料1号の消化率を見る前に麩の消化率を試験し、その後引き続きその同じ兎を用いて醱酵飼料1号の消化率を試験した。試験期間は何れも18日間で、初めの7日間を予備期とし、次の8日間を本試験期とし、終りの3日間を補食期として試験した。

この消化試験に使用した兎は体重2kg内外の日本白色在来種2羽である。本試験8日間に排出された糞は1日1回採集し、70°C で2~3日間乾燥し、更に保存し、気乾状として Composit Sample をつくつた。尙お本試験期間中の糞と他期の糞との限界を定めるため Fuchsin を用いて限界を明かにした。

試験動物の生体量は各期共、本試験開始後第1日、第

4日及び第7日に測定した。その結果は No. 1 の兎は麩試験中 2.00kg, 2.04kg, 2.06kg, 醱酵飼料1号試験中 2.09kg, 2.10kg, 2.12kg, 又 No. 2 の兎は麩試験中 2.35kg, 2.38kg, 2.39kg, 醱酵飼料1号試験中は 2.41kg, 2.43kg, 2.46kg と順調に発育し、試験中少しの故障も認められなかつた。

麩の消化率は常法に従つて行つた結果、No.1, No.2, の兎で夫々粗蛋白質 72.99%, 72.85%, 粗脂肪 84.9%, 84.55%, 可溶性無窒素物 64.09%, 58.14%, 粗繊維 23.73%, 22.97% という結果を得た。

次に醱酵飼料1号の消化率決定のために、本試験8日間に No. 1, No. 2 の兎が摂取した麩の量は夫々 280g, 315g, 醱酵飼料1号の摂取量は夫々 280g, 315g で、8日間の排糞量は夫々 412.9g, 469.0g, 又その排糞の風乾糞量は夫々 187.3g, 207.5g であつた。

No.1, 及び No.2 の兎を用いて醱酵飼料1号の消化率決定の試験結果を示すと第4表から第6表までの如くである。

2 醱酵飼料2号の消化試験 醱酵飼料1号の場合と同様に初めに麩の消化率を試験し、次に消化率の既知と

第4表 No.1 兎による醗酵飼料1号の消化率

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
糞中に現われる糞の各成分量 (g)		10.21	2.21	55.60	18.58	
風乾糞組成 (%)	12.76	9.47	6.39	47.21	17.53	6.64
風乾糞の各成分量 (g)		17.74	11.97	88.42	32.83	
醗酵飼料1号に起因する糞の各成分 (g)		7.53	9.76	32.82	14.25	
醗酵飼料1号の組成 (%)	7.51	14.53	4.79	62.51	7.88	2.78
攝取醗酵飼料1号の各成分量 (g)		40.68	13.41	175.03	22.06	
醗酵飼料1号の消化量 (g)		33.15	3.65	142.21	7.81	
醗酵飼料1号の消化率 (%)		81.49	27.22	81.25	35.40	

第5表 No.2 兎による醗酵飼料1号の消化率

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
糞中に現われる糞の各成分量 (g)		11.55	2.54	72.92	21.11	
風乾糞組成 (%)	13.07	9.81	6.59	45.41	17.34	7.78
風乾糞の各成分量 (g)		20.36	13.67	94.23	35.98	
醗酵飼料1号に起因する糞の各成分 (g)		8.81	11.13	21.31	14.87	
醗酵飼料1号の組成 (%)	7.51	14.53	4.79	62.51	7.88	2.78
攝取醗酵飼料1号の各成分量 (g)		45.77	15.09	196.91	24.82	
醗酵飼料1号の消化量 (g)		36.96	3.96	175.60	9.95	
醗酵飼料1号の消化率 (%)		80.75	26.24	89.18	40.09	

第6表 醗酵飼料1号の消化率及び可消化成分

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
醗酵飼料1号の組成 (%)	7.51	14.53	4.79	62.51	7.88	2.78
同消化率 (%)		81.12	26.73	85.22	37.75	
同可消化成分 (%)		11.79	1.28	53.27	2.97	

なつた糞を醗酵飼料2号と同量混じて間接法によつて、醗酵飼料2号の消化率を試験した。試験期間及び試験方法は醗酵飼料1号と全く同様である。試験にはやはり日本白色在来種の兎2羽を用いたが、その試験期間中に於ける兎の生体量は、No.3の兎は糞試験中 2.45kg, 2.45kg, 2.48kg, 醗酵飼料2号試験中、2.50kg, 2.52kg, 2.55kg, 又 No.4の兎は糞試験中及び醗酵飼料2号試験中夫々 2.25kg, 2.29kg, 2.30kg 及び 2.32kg, 2.34

kg, 2.35kg と順調に発育の過程をとり、試験中少しの故障も認められなかつた。

兎の消化率は常法に従つて行つた結果 No. 3, No. 4の兎で夫々粗蛋白質 73.20%, 72.86%, 粗脂肪 84.77%, 84.40%, 可溶性無窒素物 64.76%, 58.65%, 粗繊維 23.50%, 22.71% という結果を得た。

次に醗酵飼料2号の消化率決定のために、本試験8日間に No. 3, No. 4の兎が攝取した糞の量は夫々 280g, 315g, 醗酵飼料2号の攝取量は夫々 280g, 315gで、8日間の排糞量は夫々 407.2g, 466.2g, 又その排糞の風乾糞量は夫々 184.5g, 204.3gであつた。

No. 3 及び No. 4の兎を用いて醗酵飼料2号の消化率決定の試験結果を示すと第7表から第9表までの如くである。

第7表 No.3 兎による醗酵飼料2号の消化率

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
糞中に現われる糞の各成分量 (g)		10.13	2.23	54.57	18.64	
風乾糞組成 (%)	13.51	8.59	5.97	45.57	19.20	7.16
風乾糞の各成分量 (g)		15.85	11.01	84.08	35.42	
醗酵飼料2号に起因する糞の各成分 (g)		5.72	8.78	29.51	16.78	
醗酵飼料2号の組成 (%)	9.50	12.08	4.56	62.53	8.13	3.20
攝取醗酵飼料2号の各成分量 (g)		33.82	12.77	175.08	22.76	
醗酵飼料2号の消化量 (g)		28.10	3.99	145.57	5.98	
醗酵飼料2号の消化率 (%)		83.09	31.25	83.14	26.27	

第8表 No.4 兎による醗酵飼料2号の消化率

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
糞中に現われる糞の各成分量 (g)		11.54	2.57	72.03	21.19	
風乾糞組成 (%)	13.55	8.38	6.04	44.75	19.56	7.72
風乾糞の各成分量 (g)		17.12	12.34	91.42	39.96	
醗酵飼料2号に起因する糞の各成分 (g)		5.58	9.77	19.39	18.77	
醗酵飼料2号の組成 (%)	9.50	12.08	4.56	62.53	8.13	3.20
攝取醗酵飼料2号の各成分量 (g)		38.05	14.36	196.97	25.61	
醗酵飼料2号の消化量 (g)		32.47	4.59	177.58	6.84	
醗酵飼料2号の消化率 (%)		85.34	31.96	90.16	26.71	

第9表 醱酵飼料2号の消化率及び可消化成分

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
醱酵飼料2号組成 (%)	9.50	12.08	4.56	62.53	8.13	3.20
同消化率 (%)		84.22	31.61	86.65	26.49	
同可消化成分 (%)		10.17	1.44	54.18	2.15	

VI 結 論

(1) 澱粉粕の糖化を麹菌で行う場合には 48 時間を要するが⁽¹⁾、本法の如く塩酸で糖化すれば 1 時間で糖化され、時間の短縮が出来る。

(2) 酵母の窒素栄養源である硫酸アンモニウムの添加量は、澱粉粕 1 kg に対して 30~50 g が適量と考えられる。

(3) 酵母の窒素栄養源として硫酸アンモニウムを用いた製品の消化率は粗蛋白質 81.12%、粗脂肪 26.73%、可溶性無窒素物 85.22%、粗繊維 37.75% で、T.D.N. は 70.91% であった。

(4) 酵母の窒素栄養源として脱脂米糠を用いた製品の消化率は粗蛋白質 84.22%、粗脂肪 31.61%、可溶性無窒素物 86.65%、粗繊維 26.49% で、T.D.N. は 69.74% であった。

(5) 酵母の窒素栄養源を異にした 2 種の醱酵飼料の栄養価に大差なく、T.D.N. より見るに大体同等程度のものと考えられる⁽³⁾。

終りに本論文は文部省科学試験研究費の補助を受けたことを記し謝意を表したい。

(昭.25.10.26.受付)

文 献

1. 井口・三田村・菊地 (1943): 酵母及び菌による飼料蛋白質の増加に就て 札幌農林学会 第三十六卷

運動時の呼吸調節に関する要因の分析

Analysis of factors concerned in regulation of breathing in exercise. F.S. GRODINS (1950): *Physiol. Rev.*, 30(2); 220—239

GEPPERT & ZUNTZ (1880) 以後 70 年間に発表された運動による hyperpnea に関する数多くの研究を綜説し、multiple factor theory を応用して種々の data を分析した。中等度並びに強度の運動時の hyperpnea の説明には動脈血の化学的要因即ち $p\text{CO}_2$ 、 H^+ 及び $p\text{O}_2$ とは別に exercise stimulus の存在を考へべきこと、またこれが附加的に働き乳酸性アシドーシスと共に運動によ

第二号

2. 橋谷義孝 (1940): 酵母学 379 頁
3. 井口賢三 (1950): 畜産飼料学 549 頁

Résumé

(1) On this Experiment we attempt to improve the Iguchis fermented fodder. In case of the sacchrification of the material (Sweet potato starch pulpe) by Asp. -Oryzae, 48 hours are required, but it takes only one hour by hydrochloric acid, namely the time for the saccharification is reduced by our method.

(2) In this method, it is the most suitable that the addition amount of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, using as the nitrogene nutrient for the yeast, is 30~50g. per 1kg. of the sweet potato starch pulpe.

(3) The digestion coefficient of the product, using $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ as the nitrogene nutrient for the yeast, is as follows: Crude protein.....81.12% Crude fat.....26.73% N-free-Extract.....85.22% Crude fiber.....37.75% and T.D.N. is 70.91%.

(4) The digestion coefficient of the product, using fat-free-bran as the nitrogene nutrient for the yeast, is as follows: Crude protein.....84.22% Crude fat.....31.61% N-free-Extract.....86.65% Crude fiber.....26.49% and T.D.N. is 69.74%.

(5) There is very small difference between the nutrient values of the above mentioned two fermentation feeds, using the different nitrogene origin for the yeast. These two fodder values are almost the same degree in the case of the wheat bran from standpoint of T.D.N.

る hyperpnea の解明に適當なこと等を示し、exercise stimulus の伝導経路について従来の研究が十分な結果を得ていないのは呼吸調節に関係する要因のすべてを取扱うことに誤りがあり、また上の 3 つの要因の影響を解明する分析の方法が一層の進歩をもたらしたとはいえ、なほ不十分であること等を指摘している。

而して exercise stimulus 本来の性質について結論的なものは得ていないが、探究の可能性はあることを強調し、体温についての検討を行い運動時の呼吸調節との関係性を示し、更に詳細な実験研究を望んでいる。

(沢崎 坦)