食品製造副産物の肥育豚への利用性に関する研究

1. 豆腐粕サイレーズの調製について

丹羽美次・中西五十・栗田隆之*

日本大学農獣医学部, 藤沢市亀井野 252

* 愛知県農業総合試験場, 愛知郡長久手町岩作 480-11

(1992 年 12 月 18 日受付)

要 約 豆腐粕は蛋白質に富むが, 変敗が速いため産業廃棄物となって, その処理に苦慮している。そこで豆腐粕の肥育豚に対する利用性を検討する前段階として, プラスチック容器中で 50~90 日間貯蔵したサイレーズの醗酵品質を検討した。

その結果, ばん砕大麦, 麴を加えて水分 70% 以下で調製することにより pH 3.7~4.1, 乳酸含量 1.3~2.4% の良質サイレーズが得られ, 長期間の保存が可能であった。糖液 (0.7%), 乳酸菌製剤 (0.1%) の添加効果は若干認められるが, 顕著なものではなかった。また, 冬期 (12 月詰込み 3 月開封) に調製されたサイレーズは, 夏期 (6 月詰込み 8 月開封または 7 月詰込み 9 月開封) に比べ良質なもの調製できた。

また, 豆腐粕 (64%) に配合飼料 (36%) を混合して調製することにより, 良質で肥育豚の嗜好性の高いサイレーズが得られた。

結 言

近年, 消費者は食品に対する嗜好の多様化や品質, 価格, 安全性等について様々な要求を提示し, 食肉もその対応が重要な課題となっている。この様な状況の中で, 豚肉は需要の伸びが鈍化する傾向にあり, 他の食品との激しい競争にさらされているが, 養豚は加工畜産と言われる様に飼料の 90% 以上を輸入濃厚飼料に依存するなど, 生産費の削減が困難な状況となっている。さらに, 養豚飼料の多くは食糧と競合するため輸出国の作柄のみならず世界各国の気象条件や社会情勢によって価格が大きく変動し, 生産基盤を根底から揺り動かされる様な事態をかって経験した。しかし, 畜産経営安定のため, 養豚家が自給飼料を生産することもまた不可能に近いと思われる。

一方, 我が国では輸入原料等を使用して, 種々の加工食品が多量に製造されているが, これらの食品を製造す

る際に生ずる副産物もまた極めて大量となっている。また, 都市部ではこれらの副産物が有効利用されないばかりか処理に伴う公害問題にまで発展している例さえ認められ, これら未・低利用資源を飼料等として利用する技術も望まれている。

未・低利用資源の中で養豚飼料として利用可能なものとして醸造工場残渣, 澱粉工場副産物, 食品工場副産物などが挙げられ, 吉本 河村は醤油粕¹⁾ 米田らが澱粉粕²⁾, 川井田らが焼酎粕^{3,4)} について報告しており, この他, ウィスキー粕や蒸溜廃液⁵⁾, フライドミール⁶⁾, インスタントラーメン屑⁷⁾ 等を肥育豚に給与する試験が行なわれている。

この様に食品製造副産物は多岐にわたり, その利用性, 飼料価値についても様々な報告がなされているが, 本試験では, これら食品製造副産物の中でも蛋白質含量が高く, 安定して入手しやすい豆腐粕の有効利用を試みた。

生豆腐粕の利用について, 笹崎⁸⁾ は消化率が高く豚の

Research on Utilization of Food By-product to Growing and Finishing pigs 1. Effect of Silage Making for Tofu Cake Preservation

Y. NIWA, G. NAKANISI and T. KURITA*

Department of Animal Science, Nihon University, Fujisawa-shi, 252.

* Aichi Prefectural Agricultural Experiment Station, Nagakute-machi, Aichi, 480-11

嗜好も良く、30% 程度給与出来るとし、乾燥豆腐粕⁹⁾や酵母菌による醗酵飼料¹⁰⁾としての利用も報告されている。この様に豆腐粕に関する試験も多いが、生粕は非常に腐敗しやすいこと、乾燥には多くの経費が必要であること等からその利用は進んでいない。そこで著者らは豆腐粕をサイレージ調製することによって貯蔵し、これを肥育豚用飼料として利用する一連の試験を実施した。

実 験 1

1. 材料および方法

1-1. 供試材料

実験にはサイレージ調製当日の朝に作られた生豆腐粕と市販の飼料用ばん砕大麦、**越**並びに S 社製の糖液とサイレージ用乳酸菌 (*L. plantarum*) を使用した。なお、これらの組成は表 1 に示す通りである。

1-2. 試験区の設定

試験区の設定は、豆腐粕に大麦または、**越**を全体の水分が 75% になるように添加した大麦区、**越**区その他、大麦区に糖液を 0.7% 添加した大麦糖液区、乳酸菌 0.1% を添加した大麦乳酸菌区、両者を併用した大麦糖液乳酸菌区、大麦で水分 70% に調整した大麦低水分区、豆腐粕のみでサイレージを調製した対照区の計 7 区を設けた。これら各試験区の添加割合は表 2 に示す通りである。

また、各試験区はすべて容積 50 l のポリエチレン製容器をサイロに使用し、6 月 26 日～8 月 5 日までの約 50

日間、直射日光の当たらない野外において貯蔵した。

1-3. 分析方法

原料の豆腐粕、大麦等は常法¹¹⁾により、また調製されたサイレージは開封時によく混合し、約 500 g を秤量後、熱風通風乾燥機を用いて 100℃ で約 18 時間乾燥させて水分の測定を行った。

さらに、調製されたサイレージ 100 g を精秤後、蒸溜水 200 ml とともにプラスチック製容器に入れ、時々攪拌しながら一昼夜冷蔵庫内に放置したものをガーゼで濾過し、濾液を 3,000 rpm で 10 分間遠心分離を行った抽出液を分析に供した。得られた抽出液はガラス電極法により水素イオン濃度の測定を行うとともに、パーカー・サマーソン法による乳酸¹¹⁾、ガスクロマトグラフィーによる揮発性脂肪酸¹²⁾ (以下 VFA) 等の分析を実施し、その有機酸組成から改正フリーク氏法¹³⁾に従ってサイレージの醗酵品質を評価した。

なお、抽出液は、分析まで -20℃ の冷凍庫に保存した。

2. 結果および考察

調製されたサイレージの醗酵品質は表 3 に示す通りであり、生豆腐粕のみでサイレージに調製した対照区は、pH 4.75 乳酸は 0.29% と少なく、酪酸を 0.5% 含む劣質なサイレージであったが、試験区の pH は 3.84～4.21 といずれも低い値であった。中でも大麦乳酸菌区、大麦糖液乳酸菌区、**越**区は pH が低いばかりでなく 2% を

表 1. 供試材料の化学的組成 (%)

	水 分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分
豆腐粕	82.9	4.9	2.6	6.4	2.6	0.6
ばん砕大麦	12.6	11.5	2.3	66.1	5.1	2.5
越	12.7	15.1	4.0	55.2	7.6	5.4
糖 液	47.6	2.3	0.7	48.4	—	1.0

表 2. 試 験 区 の 設 定

区	材料	目標 水分 (%)	豆腐粕 (%)	大麦 (%)	糖液 (%)	乳酸菌 (%)	越 (%)
対照区		—	100	—	—	—	—
大麦		75	89.0	11.0	—	—	—
大麦糖液区		75	88.3	11.0	0.7	—	—
大麦乳酸菌区		75	88.9	11.0	—	0.1	—
大麦糖液乳酸菌区		75	88.3	10.9	0.7	0.1	—
大麦低水分区		70	79.3	20.7	—	—	—
越 区		75	89.0	—	—	—	11.0

越える乳酸を含み、酢酸、酪酸の少ない良質サイレージが調製された。サイレージにおける乳酸菌の添加については、報告により異なった結果が示されているが¹⁴⁻¹⁷⁾大麦区に比べ大麦乳酸菌区では乳酸が増加することから、ある程度の品質改善効果が認められた。また、糖の添加は一般に安定した効果を示す^{14,18)}とされており、本試験でも大麦糖液区は大麦区に比べ乳酸が約 2 倍に増加し、pH も 4.11 と品質の向上が認められた。この大麦糖液区はフリーク評点で 80 点となっているものの、大麦乳酸菌区と同様の有機酸組成であり、醗酵品質に大きな差はなかった。一方、越区は大麦区と同等の水分含量であるにもかかわらず 2.49% と試験区中で最も乳酸含量が多く、酪酸を殆ど含まない良質サイレージが調製された。本試験で使用した越の NFE は大麦に比べ低い、含有する糖類の相違や含有量が多かった可能性もあり、さらに検討する必要がある。

実 験 2

3. 材料および方法

3-1. 供試材料

豆腐粕、ばん砕大麦、越、サイレージ用乳酸菌等の供試材料は、すべて実験 1 と同様の物を使用した。なお、これらの組成は表 5 に示す通りである。

2-2. 試験区の設定

試験区の設定は、豆腐粕に対し、全体の水分が 75% となるように大麦または越を添加した大麦 75% 区、

越 75% 区、水分 70% に調整した大麦 70% 区、越 70% 区、水分 65% に調整した大麦 65% 区、越 65% 区さらに乳酸菌添加区を設けた。これら試験区の設定については表 6 に示す通りである。

なお、試験 2 ではサイロに容積 13 l のポリエチレン容器を使用し、各区とも 3 個ずつ調製密封後、12 月 20 日から 3 月 21 日までの約 90 日間貯蔵した。

3-3. 分析方法

分析方法等はすべて実験 1 と同じとした。

4. 結果および考察

実験 2 において調製されたサイレージはいずれもフリーク評点で 80 点以上となり、各処理間の差は試験 1 に比べ少ないが、大麦区、越区とも水分を低く設定した区ほど、乳酸の生成が多い傾向が認められた。サイレージ調製時の水分含量はその醗酵品質に大きな影響を与える¹⁸⁾とされているが、本試験における大麦、越の添加は水分調整のみならず、糖を増加させていると考えられ、品質改善に有効であった。なお、実験 2 では対照区に於いても比較的良質なサイレージが調製されたが、これは材料に用いた豆腐粕の水分がやや低く NFE が多いことばかりでなく、調製時期が冬期であり外気温の影響も大きい¹⁹⁾ものと推察された。また、乳酸菌添加区は対照区に比べ、若干乳酸が多いものの品質改善効果は認められず、実験 1 と異なる結果となった。これは、実験 1 が大麦と乳酸菌を併用しているのに対し、実験 2 では乳酸菌のみの添加であるため、乳酸菌の増殖に必要な糖が

表 3. サイレージの醗酵品質（新鮮物中）

	水分 (%)	pH	乳酸 (%)	酢酸 (%)	プロピオン 酸 (%)	iso 酪酸 (%)	n 酪酸 (%)	吉草酸 (%)	評点
対照区	83.1	4.75	0.29	0.08	0.05	0.09	0.37	0.02	15
大麦区	75.4	4.21	1.03	0.22	0.06	0.02	0.05	—	62
大麦糖液区	75.6	4.11	2.04	0.19	0.01	0.01	0.04	—	80
大麦乳酸菌区	74.1	3.88	2.08	0.18	—	0.01	0.02	—	100
大麦糖液乳酸菌区	75.1	3.84	2.47	0.17	—	—	0.01	—	100
大麦低水分区	67.3	3.95	1.94	0.21	—	—	0.02	—	100
越区	74.7	3.97	2.49	0.24	—	0.01	0.02	—	100

表 4. 供試材料の化学的組成 (%)

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
豆腐粕	81.2	5.3	2.5	7.7	2.7	0.6
ばん砕大麦	12.6	10.9	2.8	67.7	4.0	2.9
越	12.2	16.0	4.3	54.3	8.2	5.0

表 5. 試 験 区 の 設 定

	目標水分 (%)	豆腐粕 (%)	大麦 (%)	粃 (%)	乳酸菌製剤 (%)
対照区	—	100	—	—	—
大麦 75%区	75	92.0	8.0	—	—
大麦 70%区	70	83.6	16.4	—	—
大麦 65%区	65	81.3	23.6	—	—
粃 75%区	75	92.0	—	8.0	—
粃 70%区	70	83.6	—	16.4	—
粃 65%区	65	76.4	—	23.6	—
乳酸菌添加区	—	99.9	—	—	0.1

表 6. サイレージの醗酵品質 (新鮮物中)

	水分 (%)	pH	乳酸 (%)	酢酸 (%)	プロピオン酸 (%)	iso 酪酸 (%)	n 酪酸 (%)	評点
対照区	81.3	4.22	1.60	0.26	0.05	0.01	0.03	80
大麦 75%区	75.6	4.12	1.82	0.17	0.04	0.01	0.03	80
大麦 70%区	71.1	4.11	2.44	0.12	0.01	0.01	0.02	100
大麦 65%区	65.6	4.17	2.46	0.16	—	—	0.01	100
粃 75%区	74.6	4.07	1.93	0.15	0.01	0.01	0.03	80
粃 70%区	69.5	4.14	2.49	0.18	—	—	0.02	100
粃 65%区	64.7	4.11	2.68	0.18	—	—	0.01	100
乳酸菌添加区	80.4	4.19	1.75	0.24	0.06	0.01	0.04	80

不足したことが原因と考えられる。

実 験 3

実験 3 では実用性を考慮して豆腐粕に肉豚用配合飼料 (以下配合飼料 A とする) と調製されたサイレージのみで肥育が可能となる様に配合した飼料 (以下配合飼料 B とする) および粃を加えたサイレージの調製試験を実施した。

5. 材料および方法

5-1. 供試材料

試験に用いた豆腐粕, 糖液, 乳酸菌製剤はいずれも実験 1 と同様の物とした。また, 配合飼料 A は日本大学農獣医学部付属農場慣用の肉豚用飼料, 配合飼料 B は豆腐粕の多給による肉質・脂肪への影響を配慮して配合飼料 A から大豆粕を除き, 大麦の割合を増加させた飼料であり, これらの配合割合は表 8, 化学的組成は表 9 に示す通りである。

5-2. 試験区の設定

試験区の設定は, 豆腐粕に水分 70% となる様に配合

表 7. 飼料の配合割合

飼 料 名	配合飼料 A	配合飼料 B
トウモロコシ	73.9	74.0
大 麦	10.0	22.0
大豆粕	12.0	—
魚 粉	2.6	2.0
炭酸カルシウム剤	1.0	1.4
食 塩	0.3	0.4
複合ビタミン剤	0.1	0.1
微量ミネラル剤	0.1	0.1

飼料 A を加えた配合飼料 A 区, 肉豚への給与に適する様に生豆腐粕に約 36% の配合飼料 B を加えた配合飼料 B 区 (乾物換算では豆腐粕 30% 配合飼料 70%), 配合飼料 B 区に水を加えて水分 70% に調整した配合飼料 B 70% 区, 粃を添加してそれぞれ 75%, 70%, 65% に調整した粃水分 75%, 70%, 65% 区と豆腐粕のみでサイレージに調製した対照区を設けた。さらに配合飼料

表 8. 供試材料の化学的組成 (%)

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
豆腐粕	82.1	5.1	2.3	7.2	2.6	0.7
配合飼料 A	11.8	15.7	4.0	62.4	2.4	3.7
配合飼料 B	12.1	10.1	3.5	67.8	2.5	4.0
糠	13.2	16.2	4.5	52.6	8.9	4.6
糖 液	48.2	3.5	0.5	46.6	—	1.2

表 9. 試 験 区 の 設 定

	目標水分 (%)	豆腐粕 (%)	配合飼料 A (%)	配合飼料 B (%)	糠 (%)	乳酸菌製剤 (%)	糖液 (%)
対 照 区	—	100	—	—	—	—	—
乳酸菌添加区	—	99.9	—	—	—	0.1	—
糖液添加区	—	99.3	—	—	—	—	0.7
配合飼料 A 区	70	83.5	16.5	—	—	—	—
配合 A 乳酸菌区	70	83.4	16.5	—	—	0.1	—
配合 A 糖液区	70	82.8	16.5	—	—	—	0.7
配合飼料 B 区	—	63.6	—	36.4	—	—	—
配合 B 乳酸菌区	—	63.5	—	36.4	—	0.1	—
配合 B 糖液区	—	63.1	—	36.2	—	—	0.7
配合飼料 B70%区	70	63.6	—	36.4	—	—	—
配合 B70%乳酸菌区	70	63.5	—	36.4	—	0.1	—
配合 B70%糖液区	70	63.1	—	36.2	—	—	0.7
糠 75%区	75	92.0	—	—	8.0	—	—
糠 70%区	70	83.5	—	—	16.5	—	—
糠 65%区	65	80.0	—	—	20.0	—	—

A 区, 配合飼料 B 区, 配合飼料 B70% 区, 豆腐粕に乳酸菌製剤, 糖液を加えた区も併せて設けた。これら試験区の設定については表 10 に示す通りである。

また, サイロは容積 70 l のポリエチレン容器を用いて密封後, 7 月 28 日から 9 月 25 日までの約 60 日間貯蔵した。

5-3. 分析方法

試料採取法, 乳酸, VFA, 一般成分の分析法など全て実験 1 と同様である。

6. 結果および考察

実験 3 において調製されたサイレージは表 10 に示すような品質となった。このうち, 対照区, 乳酸菌添加区は pH が 5.0 を越え乳酸が極めて少なく, 酪酸の多いサイレージであり, 実験 2 と同様に乳酸菌単独での添加は効果が認められない。また, 配合飼料 A を加えた各区は対照区に比べて乳酸が多く品質は改善されるが, 配合 A 糖液区以外は pH が 4.5 以上でありその効果は十

分ではなかった。

一方, 配合飼料 B を加えた各区の pH はいずれも良質サイレージとされる 4.2 以下となっており, 新鮮物中の乳酸も 1.9%~2.6% 程度含有されている。特に, 配合飼料 A 区, 配合 A 乳酸菌区と同程度の水分 70% に調整した配合飼料 B70% 区, 配合 B70% 乳酸菌区についても前者に比べ, 顕著に品質の良いサイレージとなっている。この原因として, 豆腐粕は豆腐の製造過程において水溶性成分の大部分が抽出されているため, 豆腐粕の割合が多い配合飼料 A 区は配合飼料 B70% 区に比べ水溶性炭水化物 (以下 WSC とする) が少ないことが考えられる。従って, WSC の豊富な糖液を加えた配合 A 糖液区では配合飼料 B 区に近い品質が得られている。さらに, 配合飼料 A 区は同じ割合で糠を加えた糠 70% 区と比較して劣質となった。その理由として, 配合飼料 A は WSC の少ない大豆粕や魚粉等が約 15% 配合されており, 糖含量が少なかったこと, 有機酸によ

表 10. サイレージの醗酵品質 (新鮮物中)

	水分 (%)	pH	乳酸 (%)	酢酸 (%)	プロピオン 酸 (%)	iso 酪酸 (%)	n 酪酸 (%)	吉草酸 (%)	評点
対 照 区	82.8	5.24	0.09	0.47	0.10	0.27	0.54	0.05	-5
乳酸菌添加区	81.3	5.14	0.11	0.53	0.08	0.17	0.30	0.01	0
糖液添加区	80.3	4.39	0.84	0.20	0.04	0.05	0.16	—	43
配合飼料A区	74.2	4.85	0.73	0.24	0.05	0.09	0.43	0.02	26
配合A乳酸菌区	73.6	4.74	0.99	0.23	0.04	0.08	0.41	0.01	35
配合A糖液区	73.1	4.26	1.28	0.22	0.02	0.02	0.12	—	59
配合飼料B区	56.3	4.10	2.35	0.27	0.02	—	0.04	—	100
配合B乳酸菌区	55.1	4.07	2.19	0.29	0.01	—	0.01	—	100
配合B糖液区	56.9	4.09	2.45	0.24	—	—	0.02	—	100
配合飼料 B70%区	71.7	4.07	2.34	0.27	—	—	0.02	—	100
配合 B70%乳酸菌区	72.2	4.03	2.25	0.24	0.01	—	0.03	—	100
配合 B70%糖液区	72.4	4.01	1.99	0.24	—	—	0.01	—	100
越 75%区	76.5	4.84	0.75	0.28	0.05	0.04	0.36	0.01	29
越 70%区	71.9	4.13	1.66	0.26	0.02	0.01	0.02	—	100
越 65%区	63.4	4.05	2.32	0.28	—	—	0.01	—	100

る pH 低下を抑制する炭酸カルシウムを含んでいること, などが影響していると考えられる。越の効果については添加量の少ない越 75% 区を除きサイレーズの品質は良好で, 実験 1, 2 と同様, pH も 4.1 程度となっており安定した効果を示した。また, 配合飼料 B 区は加水を行っていないため水分が 55% 程度と, いわゆる低水分サイレーズに近い条件であるものの, 約 2% の乳酸を含み pH も 4.1 と低く, 極めて良質のサイレーズが得られた。配合 B 乳酸菌区, 配合 B 糖液区についても配合飼料 B 区と同様の品質であり, この様な条件下での乳酸菌や糖液の添加は不要と思われた。

配合飼料 B を加えた各区, 越 70% 区, 65% 区や実験 1, 2 の大麦区, 越区のサイレーズ品質から, 豆腐粕に越, 大麦等を加えることにより, 安定して良質サイレーズが調製出来ること, また配合飼料の場合についても添加量を若干増し, 水分や糖含量へ配慮することにより, 肥育豚の飼料に適した完全配合型サイレーズの調製が可能であることが示された。さらに, 別途実施した嗜好性試験の結果, 低水分の完全配合型サイレーズは最も嗜好性が良好であることから, 今後サイレーズ調製過程における蛋白質, ビタミン等の損失や変化について明確になればすぐれた養豚飼料として利用可能と考えられる。

文 献

1) 吉本 正・河村 禎: 日豚研誌, 13, 12-21, 1976.

2) 米田裕紀・首藤新一・阿部 登・所 和場・糟屋泰・西部慎三・吉本 正: 日豚研誌, 21, 125-134, 1984.
 3) 川井田博・福永智明・上山繁成: 鹿児島県畜試研報, (23), 75-87, 1991.
 4) 川井田博・平山愛和・福永智明・丸野弘幸: 鹿児島県畜試研報, (24), 78-92, 1992.
 5) 小島洋一・中村義一・宮崎 昭: 日豚研誌, 21, 135-141, 1984.
 6) 入江正和・亀岡敏則・崎元道男・因野要一: 日豚会誌, 27, 50-52, 1989.
 7) 加藤巳之吉・清水明良・浅沼 実・大橋昭也: 東京都畜試研報, (14), 37-38, 1975.
 8) 笹崎龍雄: 養豚大成, 278-279, 養賢堂, 1984.
 9) 川上素行・中平昭夫: 長野畜産技術研報, (11), 29-34, 1965.
 10) 松岡昭善・鈴木伸一・池田周平・濱岡俊哉: 日豚研誌, 22, 213-220, 1985.
 11) 森本 宏: 動物栄養試験法, 280-424, 養賢堂, 1971.
 12) 蔭山勝弘・森 治夫・佐藤勝郎: 日畜会報, 44, 465-469, 1973.
 13) 大山嘉信: 畜産の研究, 33, 1216-1220.
 14) 大山嘉信・榎木茂彦・森地敏樹: 日畜会報, 44, 404-410, 1973.
 15) HENDERSON, A.R and P. Mc DONALD: Res & Develop Agric., 1, 171-176, 1984.
 16) WEINBERG, Z.G., G. ASHBELL. and A. AZRIEL: J. Appl. Bacteriol., 64, 1-7, 1988.
 17) ELY, L.O., N.J. MOON, and E.M.

- SUDWEEKS : J. Dairy SCI., **65**, 1041-1046, 1982.
18) MC DONALD. P: The Biochemistry of Silage, 115-137 John Wiley & Sons, 1981.
19) 大山嘉信・榎木茂彦: 日畜会報, **45**, 419-423, 1974.

Research on Utilization of Food By-product to Growing and Finishing Pigs

1. Effect of Silage Making for Tofu Cake Preservation

Yoshitugu NIWA, Goto NAKANISI and Takayuki KURITA*

Department of Animal Science, Nihon University,
Fujisawa-shi, 252.

* Aichi Prefectural Agricultural Experiment Station,
Nagakute-machi, Aichi, 480-11

The insoluble refuse (Tofu cake) separated in the process of tofu making has been treated as an industrial waste. The material is easily putrefactive and it's disposal arises a serious problem. For the utilization of this material as an animal feed, the preservation keeping without deterioration deterioration should be necessary.

The present work aimed to evaluate the quality of tofu cake preserved 50-90 days by means of ensiling it in plastic containers.

This preservation method has been able to preserve long time without any putrefaction when the tofu cake ensiled with ground barley or wheat bran in case of 70% moisture approximately or under. The pH values of these preservation products were in range of 3.8-4.1, and the concentration of lactic acid were 1.7-2.5%. Other additives, molasses (0.7%) and purchased lactic acid bacteria preparation (0.1%), appeared to be little effectiveness.

Preservation in winter season (ensiling on December and opening on March) offered better products than that in summer (ensiling on June and opening on August or ensiling on July and opening on September).

Preservation of a mixture of formula feed (36 parts) and tofu cake (64 parts) was also applicable and resulted in a quite palatable feed for growing pigs.

Jpn. J. Swine Science, **30**, 2 : 128-134

Key words : Tofu cake, Silage, growing pigs.