

サイレージの二次発酵防止に関する試験(1)

誌名	島根県立畜産試験場研究報告
ISSN	09146296
著者	鎌田, 隆義 是光, 章一 月森, 幸雄 奥井, 正男 石橋, 義幸 坪倉, 貫三
巻/号	23号
掲載ページ	p. 25-32
発行年月	1988年2月

サイレーズの二次発酵防止に関する試験 (第1報)

鎌田隆義・是光章一・月森幸雄

要約 サイレーズの二次発酵防止法の基礎的資料を得るために、サイレーズの発酵品質、水分含量、PHなどの化学的性質と二次発酵との関係を検討した。二次発酵の進行状況は、発熱開始までの時間、発熱最高温度、PHおよび有機酸組成の推移、好気性微生物数などから判定した。その主な結果は次のとおりである。

1. 密封遅延処理により酪酸発酵を行った低品質サイレーズ (フリーク評点 11 点) は、早期密封した高品質サイレーズ (フリーク評点 100 点) に比較して、発熱開始までの時間が平均 24 時間遅く、また発熱最高温度も平均 13 °C 低く、二次発酵が抑制される傾向が認められた。しかし、開封時に酪酸を 0.5 % 添加したサイレーズでは、顕著な二次発酵抑制効果は認められなかった。
2. 高水分サイレーズは、中水分サイレーズおよび低水分サイレーズに比較して、発熱開始までの時間が平均 33 ~ 68 時間遅く、発熱最高温度も平均 3 ~ 7 °C 低かった。さらに、中水分サイレーズおよび低水分サイレーズでは、開封後にPHの上昇、有機酸の減少、好気性微生物の増加が特徴的に認められた。しかし、高水分サイレーズではこれらの化学的、微生物的変化が緩慢であった。この結果、高水分サイレーズでは二次発酵が抑制される傾向が認められた。
3. 開封時に乳酸を 2 % 添加した低PHサイレーズは、開封時に可性ソーダを 1 % 添加した高PHサイレーズおよび無添加サイレーズに比較して、発熱開始までの時間が平均 92 時間遅く、また発熱最高温度も平均 7 ~ 13 °C 低く、二次発酵が抑制される傾向が認められた。
4. 開封時にギ酸を 0.5 % 添加した低PHサイレーズは、無添加サイレーズに比較して、発熱開始までの時間が平均 169 時間遅く、発熱最高温度も平均 11 °C 低かった。さらに、開封後 9 日間にわたって、PHの上昇、有機酸の減少、好気性微生物の増加がほとんど見られず、二次発酵が強く抑制された。

各種サイロの導入事業、通年サイレーズ給与技術の普及等により、サイレーズは冬場のみならず夏場の高温時期にも利用されている。しかし、サイレーズ開封後に起るサイレーズの二次発酵 (好气的変敗) は、夏場に起き易く、通年サイレーズ利用技術上の一つの問題点となっている。とくに、県内に多い小規模畜産農家では、一日当たりのサイレーズ取り出し量が少く、一つのサイロを長期間にわたって使用することになり、サイレーズの二次発酵が発生し易い。

サイレーズの二次発酵を抑制する方法としては、ビール間仕切り法、二次発酵防止板などによりサイレーズ中に空気が侵入するのを防ぎ、二次発酵を物理的に抑制する方法と、プロピオン酸、カプロン酸、ギ酸などの有機酸およびその塩類を添加して、化学的に二次発酵を抑制する方法とがある。著者らの以前の試験¹⁾でもギ酸、

プロピオン酸に二次発酵抑制効果を認めた。また、アンモニア水にも二次発酵抑制効果を認めた。

サイレーズの二次発酵には、サイレーズ中の好気性微生物とくに酵母が主要な関わりを持っていると報告²⁾されている。しかし、二次発酵の発生機序については未解明な点が多く、完全な二次発酵防止方法は現在のところ無いと考えられる。

著者らの今回の試験では、二次発酵防止法の基礎的資料を得るために、サイレーズの化学的性質 (水分、PH、発酵品質) と二次発酵との関係を検討した。とくに、二次発酵過程での好気性微生物の推移、有機酸およびPHの推移を調査し、二次発酵の進行を微生物的、化学的に判定した。

材料および方法

本試験では、サイレーズの水分含量、PH、発酵品質などの化学的性質と二次発酵との関係を主に検討した。さらに、PHおよび発酵品質との関連から、サイレーズに対するギ酸および酪酸の添加が、サイレーズの二次発酵抑制に及ぼす効果を検討した。また、二次発酵初期における酵母および好気性バクテリアの増殖状況を調査した。なお、各種添加物の好気性微生物の増殖抑制効果についても調査した。

1. サイレーズの水分含量と二次発酵との関係について

1) 試験区

サイレーズの材料にはイタリアンライグラス(出穂期、1番刈)を供試した。試験区はサイレーズの予乾の程度により、高水分区、中水分区、低水分区の3区を設定した。サイロは50ℓ容のポリエチレン容器を用い、ポリエチレン容器内でビニールバッグにより、細切イタリアンライグラスサイレーズを密封し、貯蔵した。サイレーズの堆積密度は1㎡当たり乾物量で80kgになるように、切断長と踏圧により調整した。試験は各区とも3連で実施した。

2) 調査方法および調査項目

二次発酵試験は25℃に温度を設定した恒温室で実施した。すなわち、各試験区のサイロは開封後恒温室に移し、サイロのふたを密封状態にならないように、またサイレーズの水分の蒸散を防ぐために若干すかず程度に隙間をあけ、空気の流通を図るようにして、二次発酵試験を行った。

恒温室に保存した各試験区のサイレーズの品温、有機酸、PH、好気性微生物の推移を調査し、サイレーズの水分条件の差異が二次発酵の進行に及ぼす影響を検討した。サイレーズの品温は、低抗式自記温度計(12点打点式)により測定した。有機酸は既報³⁾の方法によりガスクロマトグラフで測定した。好気性微生物(糸状菌、酵母、バクテリア)はWickerham's YM寒天培地⁴⁾により測定した。

2. サイレーズのPHと二次発酵との関係について

1) 試験区

二次発酵試験にはライムギサイレーズ(乳熟期)を供試した。試験区は低PH区(乳酸2%添加区)、中PH区(無添加区)、高PH区(可性ソーダ1%添加区)の3区を設定した。ライムギサイレーズ10kgをビニールシート上に移し、低PH区は予め500mlの水に溶かした200gの乳酸をハンドスプレーで噴霧し、よくサイレーズと混和した後50ℓのポリエチレン容器に詰めた。同様に、高PH区は可性ソーダ100gを500mlの水に溶かして添加した。

無添加区は500mlの水のみを添加した。各試験区ともに堆積密度は400kg/㎡となるように詰めた。なお、各試験区とも3連で試験を実施した。

2) 調査方法および調査項目

各試験区のポリエチレン容器サイロは25℃に温度を設定した恒温室に移し、前述と同様な方法により二次発酵試験を行い、サイレーズのPHの差異が二次発酵の進行に及ぼす影響を検討した。調査項目はこの場合、品温の推移のみであった。

3. サイレーズの発酵品質と二次発酵との関係について

1) 試験区

サイレーズの材料にはトウモロコシ(黄熟期)を供試した。試験区は高品質区と低品質区の2区とした。すなわち、高品質区はトウモロコシをサイロに10kg詰めて即刻密封した。一方低品質区はトウモロコシを詰めてから3日間開放し、密封を遅延した。サイロには50ℓ容のポリエチレン容器を使用し、既述のようにビニールバッグ方式により密封した。試験は各区3連で実施した。

2) 調査方法および調査項目

二次発酵試験は25℃に温度を設定した恒温室で既述の方法により実施し、サイレーズ開封後の経時的な品温の推移を調査し、発酵品質の差異が二次発酵の進行に及ぼす影響を検討した。

4. ギ酸および酪酸添加による二次発酵抑制効果について

1) 試験区

試験にはトウモロコシサイレーズ(黄熟期)を用いた。試験区は、ギ酸0.5%添加区、酪酸0.5%添加区、無添加区の3区とした。ギ酸および酪酸は所定量を500mlの水に溶かし、ハンドスプレーで10kgのサイレーズに添加した。無添加区は500mlの水のみを添加した。添加処理した各試験区のサイレーズは50ℓ容のポリエチレン容器に、堆積密度が400kg/㎡となる様に詰めた。試験は各区とも3連で実施した。

2) 調査方法および調査項目

二次発酵試験は25℃に温度を設定した恒温室で、既述の方法により実施した。空気導入後におけるサイレーズの品温、有機酸、PH、好気性微生物数の推移を調査し、ギ酸および酪酸による二次発酵抑制効果を検討した。

5. 二次発酵初期における好気性微生物の推移について

試験にはソルガムサイレーズ(糊熟期)を供試した。開封直後のソルガムサイレーズを300mlのポリスチロールびんに70g詰め、25℃の温度に設定した恒温器に開放

状態で保存した。恒温室に保存してから24時間後、30時間後、48時間後、72時間後に取り出し、サイレーズ中の酵母および好気性バクテリアの生菌数を調査し、二次発酵初期に關与する微生物の動きを検討した。

6. 添加物によるサイレーズ中の好気性微生物の増殖抑制効果について

ギ酸、酪酸、ギ酸Ca、ギ酸アンモニウムなどの添加物の0.5%添加および乳酸の2%添加が、二次発酵サイレーズ中の好気性微生物の増殖抑制に及ぼす効果を検討した。すなわち、二次発酵を起こしたトウモロコシサイレーズの微生物浸出液を殺菌蒸留水で適量に希釈し、その1mlを無菌的にシャーレに注入した。さらに、ギ酸、酪酸、ギ酸Ca、ギ酸アンモニウムなどの添加物の6%液を1ml添加した。その上に、既述の寒天培地を10ml添加し、添加物の濃度が0.5%になるようにした。乳酸は2%となるように説定した。シャーレは25℃の恒温器に移し、5日後における好気性バクテリア、酵母、糸状菌などのコロニー数を無処理区と比較して、添加物の効果を検討した。

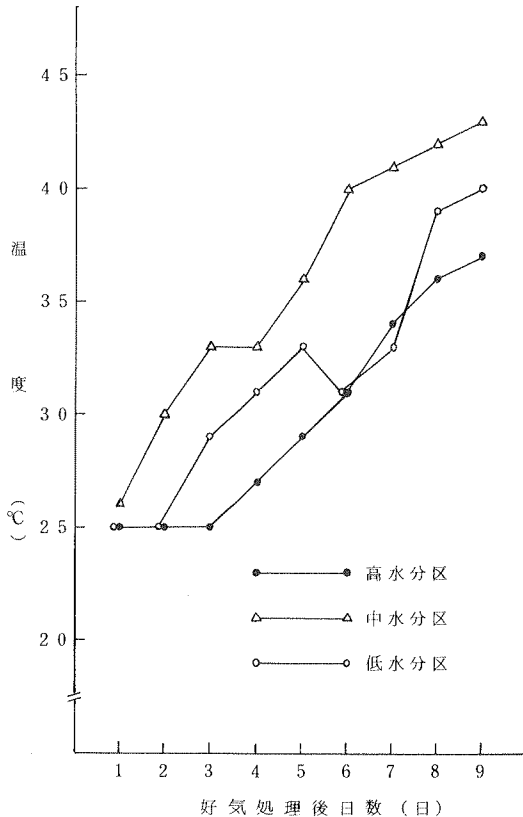


図1. 好気処理後のイタリアンライグラスサイレーズの品温の推移

結 果

1. サイレーズの水分含量と二次発酵との関係について

1) サイレーズの品温の推移 (表1、図1)

試験開始時の各試験区の水分含量は、表1に示すように高水分区が77.2%、中水分区が60.3%、低水分区が43.2%であった。

好氣的条件下におけるサイレーズの品温の上昇は、中水分区および低水分区で速く認められた。すなわち、高水分区では試験期間9日間で発熱温度が平均38℃であったが、一方中水分区は45℃、低水分区は41℃に達し、高水分区と比較して3~7℃の差が認められた。さらに、発熱開始までの時間(室温維持時間)が高水分区は平均88時間であったのに対し、中水分区は20時間、低水分区は55時間であり、高水分区と比較して35~68時間の差が認められた。このように、サイレーズの水分含量によりサイレーズの好氣的条件下での品温の推移には差が認められ、二次発酵の速さは中水分区が最も速く、高水分区は最も遅かった。

2) サイレーズのPHおよび有機酸の推移 (表2表3)

好氣的条件下におけるサイレーズのPHの上昇は、中水分区および低水分区で顕著に認められたが、高水分区ではほとんど変化が認められなかった。すなわち、高水分区で9日間の試験期間中4.53~4.57の範囲で推移したのに対し、中水分区では4.79から5.76に、低水分区では5.36から6.44に上昇した。

表1. 好気処理後のイタリアンライグラスサイレーズの最高到達温度

試験区	最高到達温度(°C)	室温維持継続時間(h)
高水分区 (水分77.2%)	38 ^a ± 1.0	88 ^c ± 2.4
中水分区 (水分60.3%)	45 ^b ± 2.4	20 ^d ± 5.2
低水分区 (水分43.2%)	41 ^b ± 2.8	55 ^e ± 5.4

(注) 異符号間に有意差あり。

a, b : p < 0.05
c, d : p < 0.001
c, e : p < 0.01

表2. 好気処理後のイタリアンライグラスサイレーズのPHの推移

試験区	0日	4日	9日
高水分	4.57	4.53	4.56
中水分	4.79	4.79	5.76
低水分	5.36	5.78	6.44

つぎに、好氣的条件下におけるサイレーズの有機酸の推移について見ると、高水分区では試験期間中に微減したのに対し、中水分区および低水分区では激減した。すなわち、高水分区では総酸量が1.56%（現物当たり）から1.35%に若干減少したが、中水分区では1.24%から0.36%に、低水分区では1.12%から0.33%に大きく減少した。

このようなサイレーズのPHおよび有機酸の好氣的条件下における推移から見て、高水分サイレーズは低～中水分サイレーズに比較して、二次発酵が抑制される傾向が認められた。

3) サイレーズの好氣性微生物数の推移(表4)

サイレーズ開封時の酵母および好氣性細菌の数は、サイレーズの乾物1g当たりについて見ると、高水分区が低～中水分区に比較して、約10～10²倍多かった。一方糸状菌は、低～中水分区が多く、高水分区では少なかった。

このように高水分区では試験開始時に酵母数および好氣性細菌数が多かったにもかかわらず、試験期間中の好氣的条件下での増加は非常に小さかった。また、糸状菌数も試験期間中にほとんど増加が認められなかった。一方、中水分区および低水分区では、試験開始時に酵母数および好氣性細菌数が少なかったにもかかわらず、好氣的条件下での増加は大きかった。とくに、中水分区での増加が顕著であった。すなわち、中水分区では試験を開始してから4日後に、酵母および好氣性細菌数が10³倍に増加した。また低水分区では9日後に酵母数が10³倍に、好氣性細菌数が10²倍に増加した。さらに、糸状菌数も中水分区および低水分区ともに9日後に約10⁴倍

に増加した。

以上の好氣性微生物数の推移から判定して、高水分サイレーズは中水分および低水分サイレーズより二次発酵が抑制された。

2. サイレーズのPHと二次発酵との関係について

1) サイレーズの品温の推移(表5、図2)

試験開始時の各試験区のPHは、表5に示すように低PH区(乳酸2%添加区)が3.79、高PH区(可性ソーダ1%添加区)が9.37、中PH区(無添加区)が4.97であった。

好氣的条件下におけるサイレーズの品温の上昇は、高PH区および中PH区で速く認められ、低PH区では抑制される傾向が認められた。すなわち、発熱開始までの時間が低PH区では平均123時間であったのに対し、中PH区および高PH区では平均31時間であり、低PH区と比較して92時間の差が認められた。さらに、発熱最高温度も高PH区では平均46℃、中PH区で40℃に達したのに対し、低PH区では33℃にしか上昇せず、低PH区と比較して7～13℃の差が認められた。

この結果、PHの高いサイレーズは二次発酵が速く、PHの低いサイレーズは二次発酵が抑制されることが分った。

表4. 好氣処理後のイタリアンライグラスサイレーズの好氣性微生物数の推移(log cells/gDM)

試験区	微生物	0日	4日	9日
高水分区	酵母	8.34	8.29	8.62
	細菌	8.41	8.24	8.72
	糸状菌	<3.86	<3.87	<3.88
中水分区	酵母	7.29	10.29	10.37
	細菌	7.74	10.30	10.38
	糸状菌	3.92	6.59	7.77
低水分区	酵母	6.75	8.53	9.52
	細菌	7.64	8.58	9.56
	糸状菌	3.77	6.04	7.01

表3. 好氣処理後のイタリアンライグラスサイレーズの有機酸の推移(現物当たり%)

試験区	有機酸	0日	4日	9日
高水分区	酢酸	0.05	0.08	0.07
	酪酸	0.92	0.95	0.71
	乳酸	0.59	0.56	0.57
	総酸	1.56	1.59	1.35
中水分区	酢酸	0.19	0.07	0.13
	酪酸	0.09	0.05	痕跡
	乳酸	0.96	0.94	0.23
	総酸	1.24	1.06	0.36
低水分区	酢酸	0.18	0.16	0.07
	酪酸	0	0	0
	乳酸	0.94	0.36	0.26
	総酸	1.12	0.52	0.33

表5. 好氣処理後のライムギサイレーズの最高到達温度

試験区	最高到達温度(°C)	室温維持継続時間(h)
乳酸2%添加区 (PH: 3.79)	33 ^a ± 5.8	123 ± 80.2
可性ソーダ1%添加区 (PH: 9.37)	46 ^b ± 1.7	31 ± 1.0
無添加区 (PH: 4.79)	40 ^c ± 0	31 ± 2.4

註 異符号間に有意差あり。a, b : p < 0.05

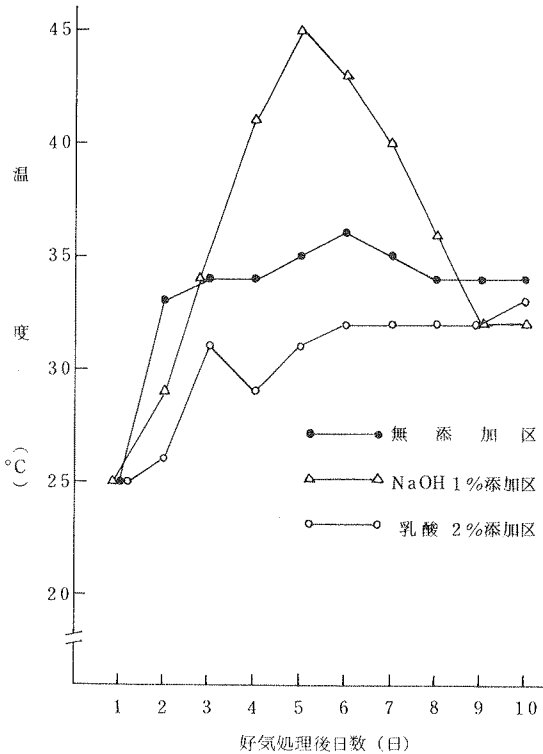


図2. 好気処理後のライムグサイレーズの品温の推移

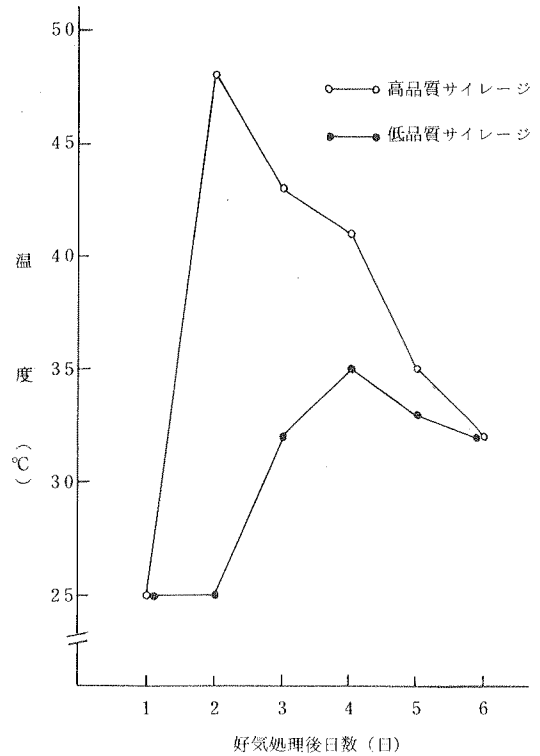


図3. トウモロコシサイレーズの品温の推移

表6. トウモロコシサイレーズの密封遅延処理区と早期密封区との発酵品質の差異

試験区	水分(%)	PH	有機酸組成 (現物当たり%)				フリーク評点
			酢酸	酪酸	乳酸	総酸	
早期密封区	77.22 ± 0.29	3.72 ^a ± 0.03 ^b	a	c	a	a	100 ± 0
3日間開放区	77.55 ± 0.06	4.30 ± 0.12	b	d	b	b	11 ± 14

註 異符号間に有意差あり。 a, b : p < 0.001 c, d : p < 0.11

3. サイレーズの二次発酵と発酵品質との関係について

1) 試験開始時の各試験区のサイレーズ発酵品質(表6) 各試験区のサイレーズ発酵品質は表6に示すとおりである。高品質区(早期密封区)のサイレーズは、酪酸の全く認められないフリーク評点100点のサイレーズであった。一方低品質区(3日間開放区)のサイレーズは、酪酸含量が現物当たり0.54%でフリーク評点11点の低品質サイレーズであった。

2) サイレーズの品温の推移(表7、図3)

好气的条件下におけるサイレーズの品温の上昇は、高品質区では速く、低品質区では抑制された。すなわち、

表7. トウモロコシサイレーズの好気処理後の最高到達温度

試験区	最高到達温度(°C)	室温維持継続時間(h)
高品質区	a 49 ± 2.6	c 35 ± 1.7
低品質区	b 36 ± 3.9	d 59 ± 10.7

註 異符号間に有意差あり。 a, d : p < 0.02 c, d : p < 0.05

発熱開始までの時間が高品質区では平均3.5時間であったのに対し、低品質区では平均5.9時間であり、低品質区が24時間ほど発熱開始が遅かった。さらに、発熱最高温度も高品質区が49°Cであったのに対し、低品質区では36°C

であり、低品質区が13℃ほど低かった。

この結果、高品質サイレージに比較して低品質サイレージでは二次発酵が抑制される傾向が認められた。

4. 干酸および酪酸添加による二次発酵抑制効果について

1) サイレージの品温の推移(表8,図4)

好氣的条件下におけるサイレージの品温の上昇は、無添加区および酪酸0.5%添加区に比較して、干酸0.5%添加区では強く抑制された。すなわち、発熱開始までの時間が干酸0.5%添加区では212時間を要したのに対し、酪酸0.5%添加区では34時間、無添加区では33時間であり干酸0.5%添加区が他の試験区に比較して発熱開始までの時間が177~178時間遅かった。さらに発熱最高温度も干酸0.5%の添加区では、室温より1℃高い26℃にしか達しなかったのに対し、酪酸0.5%添加区および無添加区では37℃に達し、11℃の差が認められた。

この結果、干酸0.5%添加区では、二次発酵が強く抑制される傾向が認められた。

2) サイレージのPHおよび有機酸の推移(表9,表10)
好氣的条件下におけるサイレージのPHの上昇は、無添

加区および酪酸0.5%添加区では顕著に認められた。とくに無添加区のPHの上昇は速くかつ大きかった。しかし、干酸0.5%添加区ではPHの上昇がわずかにしか認められなかった。すなわち、試験期間中にPHが無添加区では3.87から4.67に、酪酸0.5%添加区では3.81から4.33に顕著に上昇したのに対し、干酸0.5%添加区では3.49から3.55にわずかに上昇した。

好氣的条件下におけるサイレージの有機酸は、干酸0.5%添加区ではごくわずかに減少しなかったが、酪酸0.5%添加区および無添加区では顕著に減少した。とくに無添加区では、有機酸の減少が速かった。すなわち、干酸0.5%添加区では総酸量が現物当たり1.19%から1.16%

表8. 好気処理後のトウモロコシサイレージの最高到達温度

試験区	最高到達温度(℃)	室温維持継続時間(h)
干酸0.5%添加区	26 ^a ± 1.4	212 ^a ± 33.5
酪酸0.5%添加区	37 ^b ± 1.2	34 ^b ± 3.3
無添加区	37 ^{bc} ± 6.4	33 ^b ± 10.9

註 異符号間に有意差あり。 a, b: p < 0.01 a, c: p < 0.02

表9. 好気処理後のトウモロコシサイレージのPHの推移

試験区	0日	4日	9日
干酸0.5%添加区	3.49	3.56	3.55
酪酸0.5%添加区	3.81	3.91	4.33
無添加区	3.87	4.25	4.67

表10. 好気処理後のトウモロコシサイレージの有機酸の推移
(現物当たり%)

試験区	有機酸	0日	4日	9日
干酸0.5%添加区	酢酸	0.51	0.41	0.48
	酪酸	0.01	0	0
	乳酸	0.67	0.65	0.68
	総酸	1.19	1.06	1.16
酪酸0.5%添加区	酢酸	0.61	0.79	0.29
	酪酸	0.43	0.26	0.19
	乳酸	0.63	0.31	0.25
	総酸	1.67	1.36	0.73
無添加区	酢酸	0.49	0.40	0.24
	酪酸	痕跡	0	0
	乳酸	0.64	0.24	0.17
	総酸	1.13	0.64	0.41

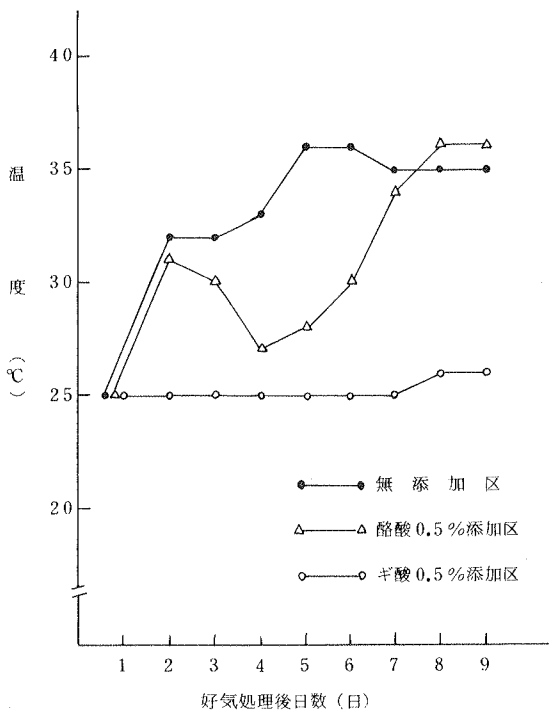


図4. 好気処理後のトウモロコシサイレージの品質の推移

にわずかに減少したのに対し、酪酸 0.5%添加区では 1.67%から 0.73%に、無添加区では 1.13%から 0.41%に減少した。

以上のようなPHおよび有機酸の推移から見て、ギ酸 0.5%添加区ではサイレーズの二次発酵が強く抑制された。酪酸 0.5%添加区も無添加区に比較して若干二次発酵が抑制された。

3) サイレーズの好気性微生物の推移 (表 11)

試験期間中ギ酸 0.5%添加区では、酵母および好気性細菌、糸状菌ともにほとんど増加が認められなかった。一方酪酸 0.5%添加区では、酵母および好気性バクテリアが顕著に増加した。また、無添加区では酵母、好気性バクテリア、糸状菌ともに顕著に増加した。すなわち、酪酸 0.5%添加区では酵母が⁴10倍に、好気性細菌が³10倍に増加した。また無添加区では、酵母が³10³倍に、好気性バクテリアが⁴10⁴倍に、糸状菌が³10³倍以上に増加した。

このような好气的条件下における好気性微生物の推移から見て、ギ酸 0.5%添加区では二次発酵が強く抑制されることが分った。

表 11. 好気処理後のトウモロコシサイレーズの好気性微生物数の推移 (Log cells /g DM)

試験区	微生物	0日	4日	9日
ギ酸0.5%添加区	酵母	7.20	6.20	6.39
	細菌	6.28	6.25	6.33
	糸状菌	<3.83	<3.85	<3.86
酪酸0.5%添加区	酵母	6.46	9.18	10.31
	細菌	6.41	9.26	9.96
	糸状菌	<3.88	<3.88	<4.86
無添加区	酵母	7.19	10.34	10.24
	細菌	6.43	10.25	10.22
	糸状菌	<3.88	<4.82	6.30

5. 二次発酵初期における好気性微生物の推移について (表 12)

二次発酵の初期においては、酵母およびバクテリアともに増殖の速さには大差が認められなかった。すなわち、試験を開始してからの 24 時間後と 72 時間後とで対比すると、酵母は 40 倍に増加したのに対し、好気性細菌は 60 倍に増加し、微生物レベルから見て、顕著な差はほとんど認められなかった。さらに、酵母と好気性微生物の増殖はほとんど同時に始まる傾向が認められた。

6. 添加物によるサイレーズ中の好気性微生物の増殖抑制効果について (表 13)

選択性培地におけるギ酸 0.5%添加区では、好気性細菌、酵母、糸状菌ともにコロニーが全く発生しなく、好気性微生物に対する強い増殖抑制作用が認められた。酪酸 0.5%添加区ではとくに酵母に対しての抑制作用が認められた。乳酸 2%添加区では好気性細菌にはとくに強い抑制作用が認められ、酵母に対してもかなり強い抑制作用が認められた。ギ酸のCa 塩およびアンモニウム塩 0.5%添加区でも、好気性微生物に対してやゝ強い抑制作用が認められたが、ギ酸 0.5%添加区、乳酸 2%添加区、酪酸 0.5%添加区と対比すると抑制作用は劣った。

考 察

1. サイレーズの化学的性質と二次発酵との関係について

表 12. 二次発酵に伴う酵母および好気性微生物の推移 (ソルガムサイレーズ) (生菌数/g DM)

微生物	開封後時間			
	24	30	48	72
酵母	3.0×10^8	6.2×10^9	9.5×10^9	1.2×10^{10}
細菌	2.0×10^8	6.1×10^8	6.1×10^9	1.2×10^9

表 13. 添加物によるサイレーズ中の好気性微生物の増殖抑制効果 (コロニー数/シャーレ) (コロニー数/シャーレ)

試験NO	微生物	無処理区	ギ酸区	酪酸区	ギ酸Ca 区	ギ酸アンモニウム区	乳酸区
I	細菌	30	0	3	3	9	—
	酵母	14	0	0	1	5	—
	糸状菌	5	0	0	3	1	—
II	細菌	36	0	24	17	—	0
	酵母	58	0	11	49	—	2

註) ギ酸、酪酸、ギ酸Ca、ギ酸アンモニウムの培地中の濃度は 0.5%であり、乳酸の濃度は 2%である。

サイレーズのPHと二次発酵との関係では、サイレーズのPHが低い方が二次発酵が起き難い傾向が認められた。一方、サイレーズの水分含量とサイレーズのPHとの間には負の相関があり、水分の高い方がサイレーズのPHが低いことを既報⁵⁾で報告した。したがって、高水分サイレーズはPHが低くなるので、二次発酵が起き難いと考えられる。

サイレーズの発酵品質と二次発酵との関係では、低品質サイレーズの方が高品質サイレーズより二次発酵が起き難い傾向が認められた。発酵品質の良いサイレーズは酵母が多く二次発酵が起き易く¹⁾、酪酸発酵を起こした低品質サイレーズは生成した酪酸の作用により、二次発酵が抑制される⁶⁾と報告されている。実際に、今回の試験でも酪酸を添加したサイレーズは無添加サイレーズと比較して、若干二次発酵が遅いこと、また、酪酸は酵母の増殖を抑制することを認めた。乳酸発酵を行った高品質サイレーズと酪酸発酵を行った低品質サイレーズとでは、サイレーズ中の微生物相には差異があり、その差がサイレーズの二次発酵に影響していることが考えられ、今回の試験では、その点についての究明は出来なく、今後の課題と考えられる。

サイレーズの水分と二次発酵との関係では、水分条件のみに限定して見た場合には、高水分のサイレーズの方が、中水分および低水分のサイレーズより、二次発酵が起き難い傾向が認められた。しかし、高水分のサイレーズは既述したように、PHが低いということと、酪酸発酵を起こして低品質になり易く⁵⁾、そのために二次発酵が起き難いということも考えられる。実際に、試験に用いた高水分サイレーズは低水分サイレーズおよび中水分サイレーズと比較してPHが低く、酪酸発酵を起こしていた。難しいことであるが、今後の課題としては、出来るだけPHと発酵品質を同一条件にして、水分のみを変えた厳密な試験を実施して比較して見る必要がある。

サイレーズ発酵は、養分ロス、家畜生理の影響、臭い公害等から考えて乳酸発酵が望ましい。一方、乳酸発酵を行った良質サイレーズは、酪酸発酵を行った低品質サイレーズより二次発酵が速く、開封後のサイレーズ取扱上問題となり、サイレーズの品質管理の上からは矛盾している。しかし、酪酸発酵を行ったサイレーズは全く二次発酵をしないという保証は無く、二次発酵の速さが遅いと言えるだけであり、やはり良質なサイレーズを調製した上での二次発酵防止技術をさらに検討する必要がある。

今回の試験結果から考えられる最も重要な点は、PHが低いサイレーズの方が比較的二次発酵が遅いということ

であり、その意味においてはサイレーズの低水分化はPHを上昇させるので適当ではない。とくに、二次発酵が起き易いサマーサイレーズにおいては、水分を下げると二次発酵が起き易くなると考えられるので、注意を要する。また、低水分サイレーズは堆積密度が高くなるので取り出し時に空気が侵入し易く、二次発酵を一層促進することも考えられる。

2) 各種添加物の二次発酵防止効果について

先に述べた様に、サイレーズ調製においては、発酵品質の良いサイレーズをつかった上で二次発酵を抑制する技術が必要となる。その場合、物理的に空気の侵入を防ぐ二次発酵防止板、ビニール間仕切り法などの物理的方法も重要であるが、添加物を用いて好気性微生物の増殖を抑制する化学的方法も重要である。

今回の試験では特にギ酸に効果が認められた。開封時および取り出し時にギ酸を添加すると、サイレーズのPHが低下して強い二次発酵抑制効果を示した。ギ酸は取り扱い上問題点があるが、開放型のサイロでは有効な二次発酵抑制剤と考えられる。しかし、ギ酸Ca塩、アンモニウム塩は好気性微生物の抑制作用があるけれどその効果はギ酸よりは劣る。また、乳酸にも好気性微生物の抑制作用が認められた。それらはやはりPHの低下による影響と考えられる。酪酸にも特に酵母の抑制作用が認められた。

二次発酵の初期においては酵母が増殖し、酵母が二次発酵に関与する主要な微生物であると言われている²⁾。しかし、今回の試験では、酵母と好気性バクテリアがほぼ同時に増殖し、差があまり認められなかった。一方糸状菌の増殖は、酵母および好気性バクテリアより遅いという傾向が認められた。今後の問題としては、これらの好気性微生物を抑制するに有効な添加物と、好気性微生物の絶対量の少ないサイレーズ調製法を研究する必要がある。

引用文献

- 1) 鎌田隆義・佐野豊・月森幸雄、島根畜試報、18: 25-41. 1982.
- 2) 大山嘉信・畜試年報、19: 68-70. 1979.
- 3) 鎌田隆義・佐野豊・月森幸雄、島根畜試報、17: 42-46. 1981.
- 4) Ohyama, Y, S. Hara and S. Masaki, Jpn. J. Zotech. Sci., 52 (11): 789-797. 1981
- 5) 鎌田隆義・佐野豊・月森幸雄、島根畜試報、21: 56-62. 1985.
- 6) 大山嘉信: 畜産の研究、35(8): 997-1002. 1981.