

硝酸塩がサイレージの品質におよぼす影響 (4)

| | |
|-------|-------------------|
| 誌名 | 日本草地学会誌 |
| ISSN | 04475933 |
| 著者 | 安宅, 一夫 檜崎, ノボル |
| 巻/号 | 28巻3号 |
| 掲載ページ | p. 315-318 |
| 発行年月 | 1982年10月 |

硝酸塩がサイレージの品質におよぼす影響

4. 硝酸塩添加, グルコース添加ならびに温度の相互効果

安宅 一夫・檜 崎 昇

要 旨

安宅一夫・檜崎 昇 (1982): 硝酸塩がサイレージの品質におよぼす影響, 4. 硝酸塩添加, グルコース添加ならびに温度の相互効果, 日草誌 28, 315-318.

硝酸塩がサイレージの品質におよぼす影響を材料の糖含量および温度との関連で検討するため, オーチャードグラスにグルコースを2段階(0% および2%) および硝酸カリを4段階(0, 0.2, 0.4 および1.0%) で添加し, 1 l のポリ広口瓶に詰込み, 20°C および30°C の恒温室に貯蔵した。

グルコースも硝酸カリも添加しない場合, いずれの温度においても, 著しく品質の悪いサイレージができた。

これに対して硝酸カリを添加すると, いずれの温度においても, pH, 酪酸含量およびNH₃-N 比率が有意に低下し, フリーク評点が有意に高くなり, サイレージの品質が著しく改善された。また, 酪酸含量は, 30°C で硝酸カリ0.2% 添加したサイレージは0.11% とわずかに認められた以外, 硝酸カリを添加した他のすべてのサイレージには認められなかった。

一方, グルコースの添加効果は, 20°C では十分であったが, 30°C ではやや不十分であり, 高温条件(30°C) がサイレージ品質に悪影響をもたらすことを認めた。

本実験の結果から, 硝酸塩を添加すると, 高温条件においても, 良質のサイレージができることが示唆された。

緒 言

前報¹⁾において, WSC 含量が著しく低い材料に対しても, 硝酸カリを0.1~0.2% 以上添加すると酪酸生成がほとんどなくなり, 良質のサイレージが調製されることを認めた。

一方, 温度もサイレージの品質に影響する要因の一つであることが知られている。大山²⁾は, 実際のサイレージにおいて比較的高温および低温と考えられる30°C と15°C の温度条件を設定し, 種々の材料について発酵の様相を比較したところ, 多くの場合, 15°C では乳酸発酵が支配的になるのに対し, 30°C では酪酸発酵が優勢になったと述べている。

本報では, 硝酸塩の影響を材料の糖含量および埋蔵温度との関連で検討するため, オーチャードグラスを用いて, 温度2段階, グルコース添加量2段階, 硝酸カリ添加量4段階でサイレージを調製し, 品質を調査した。

材 料 と 方 法

材料牧草には, 酪農学園大学試験圃場で栽培したオー酪農学園大学 (069-01) 北海道江別市西野幌 582

チャードグラス (品種: キタミドリ) の1番草 (出穂期) を用いた。牧草の成分含量は, 水分76.0%, 乾物中粗蛋白質8.6%, WSC11.9% およびNO₃-N0.06% であった。

牧草はモアアで刈取り, 直ちにカッターで約1cmに切断し, 所定の添加物とよく混合して, 1 l 容ポリ広口瓶に詰込み, 20°C および30°C の恒温室に貯蔵した。

添加処理は, グルコースを添加しない区と2% 添加する区を設け, 各々に対して硝酸カリをそれぞれ0, 0.2, 0.4 および1.0% 添加した。従って, 温度2段階, グルコース添加量2段階および硝酸カリ添加量4段階で合計16種類のサイレージを調製し, その品質を2×2×4 要因実験により解析した³⁾。

材料牧草の成分及びサイレージのpH, NH₃-N は前報¹⁾と同様の方法で測定した。乳酸はBARKER and SUMMERSONの方法⁴⁾により, 揮発性脂肪酸は水蒸気蒸留法⁴⁾ およびガスクロマトグラフィ (機種: 柳本GC8型, 検出器: FID, カラム: 2m ステンレス製, 充填剤: PEG 6000, 温度150°C) により定量した。

結 果

サイレージ品質は表1に示した。

グルコースも硝酸カリも添加しない場合は、埋蔵温度が20°Cおよび30°Cとも、pH、酪酸含量およびNH₃-N比率の極めて高い、著しく品質の悪いサイレージができた。

埋蔵温度が20°Cでは、グルコースを添加しない場合、硝酸カリの添加量が多くなるにつれて、乳酸含量およびフリーク評点が高くなり、pHおよびNH₃-N比率が低下した。また、酪酸含量は硝酸カリを0.2%以上添加するとすべて0%となった。一方、グルコース2%添加によって、乳酸含量の多い、酪酸のほとんどない、NH₃-N比率の低い良質のサイレージが得られた。これに対して、グルコースと硝酸カリを併用添加した場合、すべて酪酸生成がなくなり、硝酸カリの添加量が多くなるにつれてNH₃-N比率は低下した。乳酸含量は硝酸カリ0.2%添加で高くなったが、それ以上の添加では逆に低下した。

埋蔵温度が30°Cにおいても、グルコースを添加しない場合、硝酸カリの添加量に応じて、pHおよびNH₃-N比率が低下し、乳酸含量およびフリーク評点が高くなった。酪酸含量は、硝酸カリ0.2%添加で著しく低下し、0.4%以上の添加でなくなった。一方、グルコース添加により、乳酸含量が増加し、酪酸含量およびNH₃-N比

率の低下がみられたが、その効果はNH₃-N比率を除いて20°Cの場合より劣った。グルコースと硝酸カリを併用添加すると、すべて酪酸がなくなり、硝酸カリの添加量が多くなるほどNH₃-N比率は低下したが、20°Cの場合よりやや劣った。乳酸含量は、硝酸カリ0.4%添加で最大であったが、1.0%添加では再び低下した。

サイレージ品質の分散分析表は表2に示した。

温度は酢酸含量 (P<0.05) に、グルコース添加はpH (P<0.01)、イソ-酪酸 (P<0.05)、n-酪酸 (P<0.05)、フリーク評点 (P<0.05) およびNH₃-N比率 (P<0.01) に、また、硝酸カリの添加はpH (P<0.05)、酢酸 (P<0.05)、イソ-酪酸 (P<0.01)、n-酪酸 (P<0.01)、フリーク評点 (P<0.05) およびNH₃-N比率 (P<0.01) に対してそれぞれ有意な効果を示した。また、グルコース添加と硝酸カリ添加の交互作用はpH (P<0.05)、イソ-酪酸 (P<0.01)、n-酪酸 (P<0.01) およびNH₃-N比率 (P<0.05) に対してそれぞれ有意であった。

考 察

本実験で用いた材料牧草のWSC含量は乾物中11.9% (新鮮物中2.86%) と中程度のものであったが、調製されたサイレージの品質は、グルコースも硝酸カリも添加しない場合、埋蔵温度が20°Cおよび30°Cのいずれにおいても著しく悪いものであった。この結果は、前

Table 1. Quality of the silages

| Temperature (°C) | Glucose addition (%) | Nitrate ^{a)} addition (%) | pH | Acids (% of fresh silage) | | | | | | | | Flieg's mark | NH ₃ -N ^{b)} |
|------------------|----------------------|------------------------------------|------|---------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|----------------------------------|
| | | | | Lact. | Acet. | Prop. | i-But. | n-But. | i-Val. | n-Val. | Total | | |
| 20 | 0 | 0 | 5.58 | 0 | 0.16 | 0.03 | 0.02 | 0.87 | 0 | 0 | 1.08 | 8 | 38.9 |
| | | 0.2 | 4.71 | 0.67 | 0.81 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.49 | 60 | 17.1 |
| | | 0.4 | 4.01 | 2.07 | 0.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.36 | 100 | 12.0 |
| | | 1.0 | 3.92 | 1.96 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.08 | 100 | 9.4 |
| | 2 | 0 | 3.99 | 1.74 | 0.16 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 1.91 | 100 | 15.4 |
| | | 0.2 | 3.92 | 2.46 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.64 | 100 | 10.3 |
| | | 0.4 | 3.89 | 1.72 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.05 | 99 | 8.5 |
| | | 1.0 | 3.90 | 1.25 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.39 | 100 | 6.4 |
| 30 | 0 | 0 | 5.32 | tr. | 0.47 | 0.21 | 0.06 | 0.77 | 0.10 | 0.07 | 1.68 | -7 | 52.0 |
| | | 0.2 | 4.72 | 0.60 | 0.87 | 0.01 | 0 | 0.11 | 0 | 0 | 1.59 | 16 | 21.4 |
| | | 0.4 | 4.39 | 0.77 | 0.51 | 0.01 | 0 | tr. | 0 | 0 | 1.29 | 70 | 12.8 |
| | | 1.0 | 4.07 | 1.60 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.91 | 99 | 10.3 |
| | 2 | 0 | 4.20 | 1.13 | 0.45 | 0 | 0 | 0.19 | 0 | 0 | 1.77 | 42 | 15.1 |
| | | 0.2 | 4.12 | 1.02 | 0.63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.65 | 73 | 11.8 |
| | | 0.4 | 3.97 | 1.56 | 0.49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.05 | 96 | 10.1 |
| | | 1.0 | 3.98 | 0.99 | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.20 | 99 | 9.8 |

a) Potassium nitrate.

b) % of total nitrogen.

Table 2. Analysis of variance for quality of the silage

| Factor | f | Variance | | | | | | | | | | Flieg's mark | NH ₃ -N ^{a)} |
|----------------------|---|----------|---------------------------|-------|-------|----------|--------|--------|--------|------|-------|-----------------|----------------------------------|
| | | pH | Acids (% of fresh silage) | | | | | | | | Total | | |
| | | | Lact. | Acet. | Prop. | i-But. | n-But. | i-Val. | n-Val. | | | | |
| Temperature (T) | 1 | 0.05 | 1.10 | 0.19* | 0.002 | 0.0001 | 0.002 | 0.0006 | 0.0003 | 0.22 | 2003 | 437 | |
| Glucose addition (G) | 1 | 1.41** | 1.10 | 0.06 | 0.005 | 0.0004* | 0.15* | 0.0006 | 0.0003 | 0.09 | 4323* | 5073** | |
| Nitrate addition (N) | 3 | 0.53* | 0.54 | 0.13* | 0.003 | 0.0004** | 0.20** | 0.0006 | 0.0003 | 0.10 | 3381* | 4098** | |
| T × G | 1 | 0.01 | 0.03 | 0.002 | 0.002 | 0.0001 | 0.001 | 0.0006 | 0.0003 | 0.04 | 0 | 111 | |
| T × N | 3 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.002 | 0.0001 | 0.001 | 0.0006 | 0.0003 | 0.12 | 288 | 57 | |
| G × N | 3 | 0.33* | 0.89 | 0.05 | 0.003 | 0.0005** | 0.12** | 0.0006 | 0.0003 | 0.34 | 1051 | 1905* | |
| Error | 3 | 0.03 | 0.29 | 0.01 | 0.002 | 0.00001 | 0.007 | 0.0006 | 0.0003 | 0.23 | 239 | 137 | |

a) % of total nitrogen.

* P<0.05, ** P<0.01.

報³⁾ のオーチャードグラスの対照区の結果とよく似ている。

これに対して、グルコースを 2% 添加すると乳酸含量が増加し、pH (P<0.01)、酪酸含量 (P<0.05) および NH₃-N 比率 (P<0.01) の低下がみられ、サイレージの品質が改善された。しかし、この効果は、埋蔵温度が 20°C では十分であったが、30°C ではやや不十分と思われた。ちなみに、フリーク評点におよぼす温度の影響は 10% 水準で統計的に有意であった。大山⁶⁾ は、サイレージの品質に対する温度の影響について、材料の WSC 含量が高い場合には、温度の影響をうけないが、材料の WSC 含量が中程度の場合、温度が低ければ良質のサイレージが得られ、温度が高いと品質は悪くなると述べており、本実験の結果を支持する。

硝酸カリを添加すると、pH (P<0.05)、イソ-並びに n-酪酸含量 (P<0.01) および NH₃-N 比率 (P<0.01) が有意に低下し、酢酸含量 (P<0.05) およびフリーク評点 (P<0.05) が有意に高くなることが示された。また、硝酸カリを添加すると、サイレージはほとんど酪酸を含まなかった。これらの結果は前報^{2,3)} の結果とよく一致している。

乳酸含量に対する硝酸カリ添加の効果は、統計的に有意ではなかったが、グルコース無添加の場合、いずれの温度においても硝酸カリの添加量が多くなるにつれて、乳酸含量が高くなったが、グルコースと併用して添加した場合、硝酸カリの添加量が多くなるにつれて乳酸含量が低下する傾向が認められた。このことは、硝酸カリの

添加量が多くなるほど不良菌の増殖が抑えられ、埋蔵初期における乳酸発酵が促進され、それによって pH が急速に低下し、より少ない乳酸含量で発酵が安定したためと考えられる。

一方、pH (P<0.05)、イソ-酪酸 (P<0.01)、n-酪酸 (P<0.01) および NH₃-N 比率 (P<0.05) には、グルコース添加と硝酸カリ添加の交互作用が有意に影響することが認められた。このことは、グルコース添加だけでも十分に効果があったので、硝酸カリ添加との併用の効果が認められなかったことを示している。

以上のように、WSC 含量が中程度の材料に対して硝酸カリを 0.2% 以上添加すると、高温 (30°C) 条件においても、酪酸生成の少ない良質のサイレージができることが明らかになった。

引用文献

- 1) 安宅一夫・榎崎 昇・野 英二 (1981) 日草誌 27, 100-105.
- 2) 安宅一夫・榎崎 昇・山本秀樹・菊地政則・松井幸夫 (1982) 日草誌 27, 421-427.
- 3) 安宅一夫・榎崎 昇・菊地秀利 (1982) 日草誌 28, 310-314.
- 4) 森本 宏 (監修) (1971) 動物栄養 試験法. 養賢堂. 東京. pp. 412-427.
- 5) 大山嘉信・森地敏樹 (1979) 微生物の生態 6. 養賢堂. 東京. pp. 161-178.
- 6) 吉田 実 (1975) 畜産を中心とする実験計画法. 養賢堂. 東京. pp. 125-162.

The Influence of Nitrate on Silage Quality

4. Effect of nitrate addition, glucose addition, ensilage temperature, and their interaction

Kazuo ATAKU and Noboru NARASAKI

The College of Dairying Rakuno Gakuen,
Ebetsu, Hokkaido 069-01

Summary

Ensilage experiment was conducted in order to know the effect of nitrate addition, glucose addition, temperature during ensilage, and their interaction on the silage quality. Orchard-grass was ensiled in laboratory silos of one-litre with the four levels of nitrate addition (0, 0.2, 0.4 and 1.0%) and the two levels of glucose addition (0 and 2%) at two ensilage temperature (20 and 30°C). The results obtained were as follow.

1. Although the silage with no added nitrate and glucose were of poor quality, the silages of higher temperature was poorer than that of lower temperature.
2. The silage quality were markedly improved by only nitrate addition, the synergistics effect of nitrate addition, glucose addition and lower temperature was also recognized.
3. These findings suggest that the silages of good quality were always obtained by the addition of higher nitrate.

(J. Japan. Grassl. Sci., 28, 315~318, 1982)