

6: 食用トウモロコシ茎葉の飼料価値査定

畜産生命科学研究部門 花田正明

メールアドレス hanada@obihiro.ac.jp

研究の概要

【目的】

スイートコーンの茎葉の栄養価ならびにサイレージ適性を検討するとともに、茎葉サイレージを乳牛に給与して採食量、消化性、血液性状を調査し、スイートコーン茎葉サイレージの乳牛用飼料としての価値を検討することを目的とした。

【方法】

試験1) スイートコーンの茎葉サイレージの発酵品質の品種間比較: アイダホ78(極早生種)、アイダホ84(早生種)、アイダホ88(早中生種)およびジュビリー(晩生種)の熟期の異なる加工用スイートコーンの4品種を栽培した。各品種とも2010年5月18日に畦幅750mm、株間305mmの間隔で播種した。収穫時期は、シンジェンダシード社で示されているスイートコーンの収穫日決定式に基づいて決定した。すなわち絹糸抽出日から日平均気温から6°C引いた値を積算し(式1)、積算した温度が380°Cを越えた日を収穫日とした。

$$\text{シンジェンタシード式積算温度} = \sum ((\text{最低気温} + \text{最高気温}) / 2 - 6) \quad \dots \text{式1}$$

収穫は、鎌で地上部から10cmの位置で刈り取り、収量調査後にサイレージ調製をおこなった。収穫した茎葉をチョッパーで50mm程度に細断し、約750gをプラスチックバックに入れて脱気・密封した。茎葉を密封したプラスチックバックを20°Cの恒温器内で3週間保管した後、開封して茎葉サイレージの発酵品質を評価した。試験2) 食用トウモロコシの茎葉サイレージの飼料価値査定: 早生種であるアイダホ84試験1と同様に栽培した。8月17日から20日にかけて雌穂を手で除去した後、8月23日にコーンハーベスタで収穫し、バンカーサイロに詰め込みサイレージ添加剤を使用せずにサイレージ調製した。試験には泌乳をしていないホルスタイン種雌牛(非妊娠)3頭(試験開始時の平均体重: 689kg)を用いた。試験は、配合飼料の給与量により3区を設けて実施した。すなわち茎葉サイレージのみを給与した対照区、茎葉サイレージにCP要求量の10%に相当する量の配合飼料を加えた10%給与区、さらに茎葉サイレージにCP要求量の20%に相当する量の配合飼料を加えた20%給与区の3区とした。各区とも茎葉サイレージは自由摂取させた。試験は7日間の茎葉サイレージへの馴致期を経てから2010年10月7日から3×3のラテン方格法に基づいて実施された。

【結果】

試験1) 茎葉の乾物収量は3.7t/haから6.2t/haであり、晩生の品種ほど多くなる傾向がみられた。この収量は、北海道におけるサイレージ用トウモロコシの平均乾物収量(11t/haから19t/ha, 北海道立総合研究機構(2011))の約3割、牧草の平均収量(7t/haから12t/ha, 北海道立総合研究機構(2011))の約5割程度であった。

表1に各品種の茎葉サイレージの発酵品質を示した。pHは品種間に差はみられず、いずれの品種とも3.7を下回った。乳酸含量は各品種とも18%以上と高く、特にアイダホ78とジュビリーの乳酸含量は20%を上回っていた。酢酸含量は2.8%から4.2%の範囲で、アイダホ78やアイダホ84に比べ熟期の遅いアイダホ88とジュビリーでやや高い値を示した。各品種ともプロピオン酸や酪酸はほとんど含まれていなかった。揮発性塩基態窒素(VBN)は0.08から0.14%の範囲であり、全窒素に占めるVBNの割合は4.9%から8.6%の範囲であった。

サイレージの発酵品質を総合的に評価するV-スコアの値はいずれの品種も80点以上であった。これらのことから加工用スイートコーンの茎葉を原料とした場合、添加剤を使用しなくても良好な発酵品質のサイレージを調製できることが示された。しかし、収穫時の茎葉の水分含量は80%から83%の範囲であり、実規模でサイレージ調製した場合、排汁生成が問題になると考えられた。

| | アイダホ78 (極早生種) | アイダホ84 (早生種) | アイダホ88 (早中生種) | ジュピリー (晩生種) |
|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 水分、原物中% | 80.8 | 80.8 | 81.5 | 83.3 |
| pH | 3.57 | 3.60 | 3.57 | 3.63 |
| 短鎖脂肪酸(乾物中%) | | | | |
| 乳酸 | 22.08 ^a | 18.36 ^b | 18.18 ^b | 21.03 ^a |
| 酢酸 | 2.84 ^b | 2.79 ^b | 4.15 ^a | 3.63 ^a |
| プロピオン酸 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 酪酸 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VBN ¹⁾ (乾物中%) | 0.11 | 0.10 | 0.08 | 0.14 |
| VBN/TN ²⁾ (%) | 4.90 ^b | 5.73 ^b | 5.97 ^b | 8.63 ^a |
| V-スコア | 90 | 89 | 88 | 83 |

^{a,b}:異なる符号間に有意差あり(P<0.05)
¹⁾VBN:揮発性塩基態窒素
²⁾VBN/TN:全窒素に占める揮発性塩基態窒素の割合

各品種のサイレージのCP含量は8.9%から13.4%の範囲で黄熟期に収穫したホールクロップの飼料用トウモロコシサイレージ(8.0%から8.5%, 日本標準飼料成分表(2009))よりも高く、特に極早生種のアイダホ78ではCP含量が13%と高かった。NDF含量は53%から58%の範囲であり、黄熟期に収穫したホールクロップのトウモロコシサイレージ(NDF:51%, 日本標準飼料成分表(2009))と比べ茎葉サイレージの方がNDF含量は高かった。また、茎葉サイレージの繊維質含量は、熟期の遅い品種ほど高くなる傾向がみられた。カルシウム、リン、マグネシウム含量はそれぞれ0.38%から0.40%、0.28%から0.34%、0.17%から0.22%の範囲であった。

試験2)バンカーサイロへ原料を詰め込んだ直後からサイレージ調製期間中にかけてバンカーサイロより排汁の漏出が確認された。排汁は成分的損失だけでなく周辺環境への負荷を招くことになる。茎葉サイレージのpHおよび乳酸、酢酸および酪酸含量はそれぞれ3.5、18.81%、2.04%、0.02%であり、サイロより排汁の漏出が観察されたもののサイレージの品質は良好であった。

表2飼料摂取量の結果を示した。対照区の乾物摂取量は9.6kg/日、1.4%、73g/MBS/日であった。日本飼養標準肉用牛(2008)よると体重689kgで妊娠していない維持状態の成雌牛の乾物摂取量は8.4kg/日であることから、スイートコーンの茎葉サイレージの採食性は良好であると推察された。茎葉サイレージはCP含量が少ないため配合飼料により窒素源を供給することにより乾物摂取量が増加すると考えられたが、処理間の茎葉サイレージの乾物摂取量には差がみられず、むしろ配合飼料の給与により茎葉サイレージの摂取量は減少する傾向が認められた。

CP、NDF摂取量も処理間に差はみられず、配合飼料を給与してもCP摂取量は増加しなかった。配合飼料を用いて茎葉サイレージ以外からの窒素供給量を増やしても、茎葉サイレージの摂取量が増加しなかったことから、茎葉サイレージの摂取量は反芻胃への窒素供給不足によって制限されていたのではないと考えられた。対照区の体重当たりのNDF摂取量は8.1gであった。Mertens(1994)は、乳牛の乾物摂取量はNDF摂取量によって制限を受け、体重当たりのNDF摂取量が12.5gのとき乾物摂取量が最大となると述べている。このことから本試験における茎葉サイレージの摂取量は、反芻胃内容物の容積や飼料片の反芻胃内滞留時間など物理的調節による制限を受けていなかったのではないかと考えられた。

表3に各飼料成分の消化率を示した。各成分の消化率はいずれも処理間に差はみられず、乾物消化率は対照区で72%であり、めん羊にハニーバンタムの茎葉サイレージを給与したときの乾消化率

(67%, 阿部・山川2003)よりも高い値であった。CP、NDFおよびエネルギーの消化率も処理間に差は認められず、茎葉サイレージのみを給与した対照区の消化率はそれぞれ71%、68%、74%であった。エネルギー摂取量にエネルギー消化率を乗じて可消化エネルギー(DE)摂取量を算出すると、DE摂取量は対照区で144MJ/日となった。これは対照区の平均体重である体重690kgの成雌牛の維持に要するDE要求量(78MJ/日, 日本飼養標準肉用牛, 2009)のみならず、体重690kgの分娩前3週の乾乳牛のDE要求量(129MJ/日, 日本飼養標準乳牛, 2006)も上回る値であった。さらに飼料給与前の静脈中の血糖が72.3mg/dlと標準値(61±5mg/dl, 岡田(2001))を上回っていたことから(表4)、茎葉サイレージの採食量は、物理的調節ではなく、代謝的調節(採食量を加減して血糖や体温など恒常性を維持しようとする機序)によって採食が制限されていたのではないかと考えられた。

茎葉サイレージのエネルギー含量にエネルギー消化率を乗じて茎葉サイレージのDE含量を算出した結果、茎葉サイレージDE含量は14.7MJ/kgDMと算出された。日本標準飼料成分表(2009)によると黄熟期に収穫・調製した飼料用トウモロコシサイレージのDE含量は12.0から12.5MJ/kgDMであり、乳熟期に収穫したスイートコーンの茎葉サイレージのDE含量は飼料用トウモロコシよりも高かった。スイートコーンの茎葉サイレージのDE含量はミカン粕などの粕類と同程度であり(日本標準飼料成分表, 2009)、茎葉サイレージはエネルギー価の高い粗飼料であることが示された。

| | 対照区 ¹⁾ | 10%給与区 ²⁾ | 20%給与区 ³⁾ |
|---|-------------------|----------------------|----------------------|
| 乾物摂取量, kg/頭/日 | | | |
| 茎葉サイレージ | 9.62 | 9.25 | 8.61 |
| 配合飼料 | 0.00 a | 0.33 b | 0.66 c |
| 全飼料 | 9.62 | 9.58 | 9.27 |
| 乾物摂取量, 体重当たりの割合(%) | 1.45 | 1.43 | 1.37 |
| " , g/MBS ⁴⁾ /日 | 73.2 | 72.6 | 69.7 |
| 粗タンパク質摂取量, kg/日 | 1.03 | 1.04 | 1.01 |
| NDF摂取量, kg/日 | 5.59 | 5.49 | 5.17 |
| エネルギー摂取量, MJ/日 | 193.8 | 191.8 | 185.9 |
| a, b, c: 異なる符号間に有意差あり(P<0.05) | | | |
| ¹⁾ 対照区: 茎葉サイレージのみ給与 | | | |
| ²⁾ 10%給与区: 粗タンパク質要求量も10%に相当する量の配合飼料を給与 | | | |
| ³⁾ 20%給与区: 粗タンパク質要求量も20%に相当する量の配合飼料を給与 | | | |
| ⁴⁾ MBS: 代謝体重=(体重) ^{0.75} | | | |

| | 対照区 ¹⁾ | 10%給与区 ²⁾ | 20%給与区 ³⁾ |
|---|-------------------|----------------------|----------------------|
| 消化率, % | | | |
| 乾物 | 72.0 | 71.2 | 72.8 |
| 粗タンパク質 | 70.6 | 69.4 | 71.4 |
| NDF | 68.3 | 66.9 | 67.7 |
| エネルギー | 74.3 | 73.4 | 74.7 |
| ¹⁾ 対照区: 茎葉サイレージのみ給与 | | | |
| ²⁾ 10%給与区: 粗タンパク質要求量も10%に相当する量の配合飼料を給与 | | | |
| ³⁾ 20%給与区: 粗タンパク質要求量も20%に相当する量の配合飼料を給与 | | | |
| ⁴⁾ MBS: 代謝体重=(体重) ^{0.75} | | | |

表4に飼料給与前の血液性状の結果を示した。エネルギー代謝関連項目の値はすべて処理間に差は認められなかった。血糖で標準値(岡田, 2001)を上回る値であったが、それ以外の数値は標準値(岡田, 2001)の範囲内であり、茎葉サイレージを給与しても良好なエネルギー代謝状態が保たれていたと推察された。

タンパク質代謝関連項目も処理間に明確な差はみとめられなかった。しかし、アルブミンと尿素態窒素の値は乾乳牛の標準値(岡田, 2001)よりも低い値を示し、タンパク質不足を伺わせる値となった。しかし、各区のCP摂取量は1.0kg/日であり、体重690kgのCPの維持要求量(0.61kg/日)を上回っており、タンパク質

の摂取不足であったとはいきれず、この点に関しては今後の検討課題となった。無機質代謝関連項目の数値は、いずれも処理間に差は認められず、いずれも標準値(岡田, 2001)の範囲内であった。肝機能指標の数値も処理間に差はみられず、いずれも標準値(岡田, 2001)もしくはそれ以下の値であり、肝機能は正常に維持されていたと判断された。

| | 対照区 ¹⁾ | 10%給与区 ²⁾ | 20%給与区 ³⁾ | 標準値 ⁴⁾ |
|---|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| エネルギー代謝関連項目 | | | | |
| 血糖, mg/d | 72.3 | 73.0 | 73.0 | 61±5 |
| 遊離脂肪酸, μEq/l | 153.3 | 196.7 | 156.7 | 185±77 |
| リン脂質, mg/d | 102.3 | 100.7 | 105.0 | 87±22 |
| 総コレステロール, mg/d | 83.3 | 84.0 | 84.0 | 111±31 |
| βヒドロキシ酪酸, μmol/d | 263.7 | 304.7 | 309.0 | 572±146 |
| タンパク質代謝関連項目 | | | | |
| ヘマトクリット値, % | 28.4 | 28.7 | 27.5 | |
| アルブミン, g/d | 3.87 | 3.93 | 3.90 | 4.1±0.2 |
| 尿素態窒素, mg/d | 6.37 | 5.93 | 6.80 | 13±3 |
| 血清タンパク質, g/dl | 7.13 | 7.17 | 7.07 | |
| 無機質代謝関連項目 | | | | |
| カルシウム, mg/d | 9.9 | 10.0 | 10.1 | 10.4±0.6 |
| 無機リン, mg/d | 4.9 | 4.9 | 5.1 | 5.3±0.9 |
| マグネシウム, mg/d | 2.2 | 2.2 | 2.2 | |
| 肝機能指標 | | | | |
| AST ⁵⁾ , IU/L | 53.0 | 53.0 | 50.3 | 70±14 |
| γGTP ⁶⁾ , IU/l | 27.7 | 27.3 | 28.0 | 28±3 |
| ¹⁾ 対照区: 茎葉サイレージのみ給与 | | | | |
| ²⁾ 10%給与区: 粗タンパク質要求量も10%に相当する量の配合飼料を給与 | | | | |
| ³⁾ 20%給与区: 粗タンパク質要求量も20%に相当する量の配合飼料を給与 | | | | |
| ⁴⁾ 標準値: 岡田(2001) | | | | |
| ⁵⁾ AST: アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ | | | | |
| ⁶⁾ γGTP: γグルタミルトランスフェラーゼ | | | | |

【まとめ】

本研究の結果からスイートコーンの茎葉は、貯蔵可能なエネルギー価の高い飼料資源であり、物理的調節によって採食量が制限されにくくエネルギー要求量の高い生産段階にある牛では高い採食量が期待できる粗飼料であると判断された。収穫時における茎葉の回収方法、排汁対策さらにはタンパク質代謝におぼす影響など、今後さらに検討しなければならない点はあるが、スイートコーンの茎葉は、泌乳牛のように多くの飼料摂取量が求められる場面における粗飼料源としての利用が期待できる飼料資源である。

【参考文献】

- 1) 阿部英則・山川政明(2003) スイートコーンの茎葉、加工残渣のサイレージ特性と消化率, 北海道畜産試験場研究報告 25: 43-46.
- 2) 独立行政法人北海道立総合研究機構(2011) 平成 22 年主要農作物作況, 北農, 78: 60-88.
- 3) 独立行政法人農業食品産業技術総合研究機構(2006) 日本飼養標準乳牛(2006 年版), 中央畜産会, 東京
- 4) 独立行政法人農業食品産業技術総合研究機構(2008) 日本飼養標準肉用牛(2008 年版), 中央畜産会, 東京
- 5) 独立行政法人農業食品産業技術総合研究機構(2009) 日本標準飼料成分表(2009 年版), 中央畜産会, 東京
- 6) 岡田啓司(2001) 代謝プロファイルテストを基本とした栄養管理, 生産獣医療システム乳牛編 3(全国家畜畜産物衛生指導協会), 農山漁村文化協会, 東京, p7-65.
- 7) Mertens, DR (1994) Regulation of forage intake, in Forage quality, evaluation, and utilization. Ed: GC Fahey Jr. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Wisconsin, USA