

低水分ラップサイレージの乾物密度, フィルム被覆層数, 添加剤がかび発生度合いに及ぼす影響

森 登*

要 約

低水分ラップサイレージ調製時の乾物密度, フィルム被覆層数, 添加剤が長期貯蔵したラップサイレージのかび発生度合いに及ぼす影響についてイタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) を用いて検討し以下の結果を得た.

- 1 ロールベールの乾物密度の違いで肉眼によるかび発生度合いに差は認められなかったが, かびコロニー数は標準密度区 ($147\text{kg}/\text{m}^3$) の $10.9 \times 10^2 \text{cfu g}^{-1} \text{DM}$ に対して高密度区 ($171\text{kg}/\text{m}^3$) は $4.6 \times 10^2 \text{cfu g}^{-1} \text{DM}$ と少ない傾向であった.
- 2 フィルム被覆層数 4, 6, 8 層巻の間ではかび発生度合いに差は認められなかった.
- 3 ロールベール (直径 120cm, 高さ 120cm) 1 個あたりにそれぞれエタノール 300ml, 尿素 1% 水溶液 300ml, プロピオン酸 10% 水溶液 200ml の添加ではかび防止効果は認められなかった.

Effect of Dry Matter Density in Rolled Bale, Number of Film Layers and Additives on the Growth of Fungi in the Low Moisture Wrapped Silage

Noboru MORI

Summary

This experiment was conducted to depress the growth of fungi of low moisture wrapped silages. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) was ensiled with different conditions of dry matter density, film layers and additives.

- (1) Italian ryegrass ensiled with high ($171\text{kg}/\text{m}^3$) and low ($147\text{kg}/\text{m}^3$) dry matter density: the growth of fungi was slightly depressed in the rolled bales with the high dry matter density.
- (2) Italian ryegrass wrapped with four, six and eight film layers: the growth of fungi was not different according to the number of film layers.
- (3) Italian ryegrass ensiled with no additive (control), ethanol, propionic acid and urea: the growth of fungi was not different according to additives.

キーワード: 低水分ラップサイレージ, かび防止, 乾物密度, フィルム被覆層数, 添加剤

緒 言

大家畜飼養では生産費の低減のため飼料自給率を高めることが重要である。また、粗飼料生産は農地の保全対策としての役目もある。近年、貯蔵、給与の面から乾草に対する需要が高まり、乳質改善や多頭飼育による労働力の不足も加わり輸入乾草の使用量が増加している。しかしながら、輸入乾草にはかび、エンドファイト、硝酸態窒素の蓄積等による家畜への安全性の問題および雑草

種子の混入等環境面の問題が発生している。そのため、安全性の高い乾草を低コストで生産することが求められる。しかし、西日本では降水量が多く、湿度が高い気象条件により良質乾草の調製が困難である。乾草にかびを発生させないためには一般に水分含量 15~16% まで乾燥させる必要があるが、水分含量 20~30% までは比較的乾燥しやすいもののそれ以下にするには難しい。この水分含量では 1 か月程度の貯蔵でかびが梱包全体に

1998年8月31日受理

* 中央農業技術センター

発生³⁾する。

ベールラッパーとストレッチフィルムを用いたラップサイロ体系は作業能率が高く、労働負荷が小さいため固定サイロ体系から急速に移行が進んでいる。前報⁷⁾ではラップフィルム銘柄とベールラッパー機種の性能差、ラップサイレージ発酵品質と水分含量の関係、ラップサイロ乾物密度とかびの発生程度について明らかにした。ラップサイロは低水分にすることで乾物当たりのラップフィルム資材費の低減、ラップサイロの質量が軽くなるため取り扱いが容易になるなどの利点がある。一方、低水分含量ではラップサイロ内の空隙が多いため、かびの発生の増加が予想される。そこで、本試験では低水分ラップサイレージ貯蔵時のかび発生を抑制するためかび発生程度とロールベールの乾物密度、フィルム被覆層数、添加剤について検討した。

材料及び方法

試験は、ロールベールの乾物密度、フィルム被覆層数とかびの発生度合いについて行った試験1と添加剤とかびの発生度合いについて行った試験2に分けて実施した。<試験1>供試材料はイタリアンライグラス一番草(品種タチワセ)をモアコンディショナ(VICON社)で刈取り、ほ場で1日2回テッパで反転し4日間予乾したものをを用いた。

乾物密度は120cm径の可変径式ロールベラ(VICON社RP1201)を用い、通常の走行速度(2.3km/h)で梱包した標準密度区と走行速度を1.7km/hに落とし密度を高めて梱包した高密度区の2水準とした。ロールベールはほ場から貯蔵場所に運搬した後にベールラッパー(タカキタ社)を用いてラップした。ストレッチフィルムはTINOSPINの緑色を用い被覆層数は高密度区、標準密度区それぞれ4, 6, 8層巻(重複率50%)の3水準を2梱包ずつ調製し、貯蔵は屋外に防鳥用ネットを張り1段の縦積みで行った。

かびの発生調査は12か月後に開封して行った。乾物密度(kg/m³)の算出は開封前にロールベール質量をトラッ

表1 肉眼によるかび発生度合いの評価方法

かび発生度合い	ラップサイロ内のかび発生状況
1(無)	発生がほとんど認められず、廃棄量5%以下
2	表面にしか認められず、廃棄量10%以下
3	表面と内部にも認められ、廃棄量20%以下
4	表面、内部とも多く、廃棄量30%以下
5(多)	サイロ内全体に発生し、廃棄量30%以上

クスケールで、ロールベールの直径はメジャーでそれぞれ実測し、ロールベール質量×乾物率÷ロールベール容積で行った。

肉眼によるかび発生度合いは表1の基準で評価した。かびコロニー数の測定は-18℃で凍結貯蔵した試料20~40gに滅菌蒸留水200mlを加え、ツァベックドック寒天培地を用いて25℃で7日間培養した後にコロニー数をカウントし、乾物1g当たりのコロニー数(cfu g⁻¹DM)に換算した。水分含量は105℃、16時間法で求めた。<試験2>供試材料はイタリアンライグラス一番草(品種タチワセ)を試験1と同様の方法で刈取り、3日間予乾したものをを用いた。梱包作業は試験1の標準密度区と同様に行った。添加剤の種類により4試験区を設けた。ラップする前にロールベール中心にエタノール300mlを添加したエタノール区、ロールベールの表面に尿素1%水溶液300mlを散布した尿素区、プロピオン酸10%水溶液200mlを散布したプロピオン酸区および無処理区とし、それぞれ2梱包ずつ調製した。

各試験区ともフィルムは4層巻(重複率50%)でラップした後、試験1と同様の方法で貯蔵した。かび発生度合いは14か月後に調査した。試料の化学分析は一般成分は常法で、酵素成分は阿部の方法¹⁾を用いた。TDNは回帰式⁴⁾を用い繊維成分含量をもとに計算で求めた。

結果

密度処理によるロールベール質量、乾物密度を表2に示した。水分含量は高密度区20.7%、標準密度区21.2%、ロールベールの直径は高密度区116cm、標準密度区119cmで処理間に差はなかった。ロールベール質量、乾物質量は高密度区が有意に高かった(P>0.05)。乾物密度は標準密度区147kg/m³、高密度区171kg/m³で有意な差(P>0.01)が認められた。

乾物密度によるかび発生度合いを表3に示した。肉眼観察によるかび発生度合いは、高密度区、標準密度区とも、ロールベールの底面に若干認められたが、他の部分ではほとんど認められなかった。表面培養後のかびコロニー数は高密度区4.6×10²cfu g⁻¹DM、標準密度区10.9×10²cfu g⁻¹DMと標準密度区が多い傾向であったが有意な差は認められなかった。

フィルム被覆層数の違いによるかび発生度合いを表4に示した。肉眼によるかびの発生度合いはすべてのロールベールで軽微でフィルム被覆層数の差は認められなかった。かびコロニー数は高密度の6層区が2.6×10²cfu g⁻¹DMと少なく、標準密度の6層区が2.3×10³cfu g⁻¹DMとやや多い傾向であったが、他の区は同程度

表2 密度処理によるロールベール質量，乾物密度

密度	水分含量 (%)	直径 (cm)	質量 (kg)	乾物質量 (kg)	乾物密度 (kg/m ³)
高	20.7	116	274 ^a	217 ^a	171 ^a
標準	21.2	119	249 ^b	196 ^b	147 ^b

^{a,b}: P>0.05 ^{A,B}: P>0.01

表4 ロールベール乾物密度，フィルム被覆層数の違いによるかび発生度合い，コロニー数

密度	フィルム被覆層数	肉眼によるかび発生度合い (1無-5多)	表面培養後のかびコロニー数 (cfu g ⁻¹ DM)
高	4	1.0	5.5×10 ²
	6	1.0	2.6×10 ²
	8	1.0	5.8×10 ²
標準	4	1.0	5.4×10 ²
	6	1.0	2.3×10 ³
	8	1.0	4.7×10 ²

表3 ロールベール乾物密度によるかび発生量，コロニー数

密度	肉眼によるかび発生度合い (1無-5多)	表面培養後のかびコロニー数 (cfu g ⁻¹ DM)
高	1.0	4.6×10 ²
標準	1.0	10.9×10 ²

表5 添加剤処理によるかび発生度合い

処理	肉眼によるかび発生度合い (1無-5多)	表面培養後のかびコロニー数 (cfu g ⁻¹ DM)
無処理	1.5	1.5×10 ²
エタノール	2.0	4.0×10 ²
尿素	1.0	2.7×10 ²
プロピオン酸	2.0	5.8×10 ²

表6 添加剤処理による化学成分含量

処理	原物中成分 (%)		乾物中成分 (%)							
	水分	乾物	有機物	CP	EE	OCC	OCW	Oa	Ob	TDN
無処理	26.3	73.7	88.5	9.0	2.3	27.2	61.3	12.0	49.3	56.7
エタノール	27.2	72.8	88.3	10.0	2.6	25.3	62.9	12.4	50.5	56.1
尿素	24.6	75.4	89.1	8.5	2.1	26.4	62.7	14.1	48.7	57.2
プロピオン酸	24.9	75.1	89.0	9.0	2.2	24.2	64.8	14.6	50.2	56.4

CP:粗蛋白質 EE:粗脂肪 OCC:細胞内容物 OCW:細胞壁物質 Oa:高消化性繊維 Ob:低消化性繊維
 TDN:可消化養分総量 回帰式による計算値 TDN = 0.29×(OCC+Oa) - 0.18×Ob + 54.2 (r=0.940, SE=2.1)

で一定の傾向は認められなかった。

添加剤処理によるかび発生度合いを表5に示した。肉眼観察によるかび発生度合いは尿素区1.0で最も少なく、次いで無処理区1.5，エタノール区，プロピオン酸区は2.0の順で処理により差が見られた。かびのコロニー数は尿素区2.7×10²cfu g⁻¹DM，エタノール区4.0×10²cfu g⁻¹DM，プロピオン酸区5.8×10²cfu g⁻¹DMといずれの処理区も無処理区の1.5×10²cfu g⁻¹DMより高く添加剤によるかび防止効果は認められなかった。

添加剤処理による化学成分含量を表6に示した。化学成分含量は処理間に大きな差は認められなかった。化学成分含量から計算で求めたTDN含量は56.1～57.2と同程度であった。

考 察

1. 乾物密度とかび発生度合い

糸川ら³⁾は6か月の貯蔵で乾物密度100kg/m³と180kg/m³でかび発生の差はなかったと報告しているが、一方では高密度化の利点としてピンホールによる劣化の抑制，乾物当たりのフィルム費用の低減，運搬・バンドリング時の作業機への負担軽減など副次的効果が大きいことを指摘している。また，ロールベールの乾物密度は一定ではなく中心部に比べベール両端肩部は乾物密度が低く，低密度部分はピンホールによるかびの発生が多かったとしている。そのため，乾物密度を均一にかつ高く維持することはかび発生を低下させるためには重要な項目であると考えられる。本試験ではかびのコロニー数は高密度区で少ない傾向であり，乾物密度を高めるとかび発生が

抑えられる可能性があると考えられた。しかしながら、高密度化のためにロールペーラの走行速度を落とすと作業能率が30%程度低下すること、肉眼によるかび発生度合いは乾物密度で差がなかったこと、前報⁷⁾の水分含量50%での試験では乾物密度が130kg/m²を越えればかび発生度合いが低くなったことから、水分含量20%の本試験でも乾物密度130kg/m²以上で梱包すれば12か月の貯蔵が可能であると考えられた。

2. フィルム被覆層数とかび発生度合い

糸川ら³⁾はフィルム被覆層数が2層巻で1か月程度の貯蔵可能であるとしている。鎌田⁹⁾、松本ら⁶⁾、白田¹⁰⁾はフィルム被覆層数が3層巻ではかびの発生が多く4層巻が必要であるとしている。井川ら²⁾、脇ら¹¹⁾は4、6層巻で差はなく6か月間は貯蔵できるとしている。守谷屋ら⁸⁾、白田¹⁰⁾は6層巻でかびの発生が少なかったと報告しているが、糸川ら³⁾は長期貯蔵では6層巻でも相当劣化し、TDNも低下傾向であるとし、ストレッチフィルムの被覆だけでは気密性が充分ではないと報告している。本試験では低水分ラップサイレージの12か月貯蔵でフィルム被覆層数によりかび発生度合いに差は認められず、4層巻で12か月の貯蔵が可能であると考えられた。本試験および他の試験結果でも6層巻以上に被覆層数を増やしてもかび発生度合いに大きな違いはないことからストレッチフィルムでの被覆だけでは気密性が高まらないものと考えられた。

また、フィルム被覆層数を増やすとペールラッパーの作業能率の低下、フィルム費用の増加などにより生産費用の上昇を招いてしまう。前報⁷⁾で指摘したようにストレッチフィルム銘柄によってかび発生度合いに差があり、性能の高いフィルムの選定や乾物密度を高めること、形のよいペールを梱包することなどにより総合的に低水分サイレージのかび発生度合いを制御することが費用の節減につながると考えられる。

3. 添加剤とかび発生度合い

ラップサイレージに対する添加剤の効果についてプロピオン酸0.5%添加でローズグラスは若干のかび防止効果を、アルファルファでは効果が高かったと報告¹¹⁾されているが、草種により添加効果に差があり、無添加区と比べて大きな差ではなかった。本試験で用いた添加剤はかび発生には各処理間に差が認められなかった。このことは、供試添加剤がすべて揮発性であったため、開封時には添加剤のほとんどが揮発したことにより無添加区と

差がなくなったものと考えられた。本試験では、無添加区でもかびの発生は低いレベルであり、イタリアンライグラスでは添加剤の必要性は低いものと考えられた。しかし、蟻酸アンモニウム製剤のギニアグラスに対する防かび効果は高かった⁹⁾と報告されており、今後さらに効果的な添加剤の使用方法について草種ごとに検討する必要があると考えられた。

以上のことからイタリアンライグラスラップサイレージは、ロールペール乾物密度130kg/m²以上、フィルム被覆層数4層巻(重複率50%)、添加剤なしで12か月間の貯蔵が可能であると考えられた。

引用文献

- (1) 阿部 亮(1988):炭水化物を中心とした飼料分析法と、その飼料栄養価評価法への応用:畜試研資2
- (2) 井川育昌・堂岸 宏・蔭田雅史・土屋いずみ・染谷憲秀(1996):粗飼料の安定貯蔵技術の確立:石川畜試研報31,10-15
- (3) 糸川信弘・本田善文・小林亮英(1995):ラップサイロの特性および調製貯蔵条件と発酵品質:日草誌40,478-487
- (4) 自給飼料品質評価研究会幹事会(1997):フォレージテストの分析項目・表示法・分析手法に関する提案:畜産の研究51,1049-1059
- (5) 鎌田隆義(1993):ロールペーラによるサイレージ調製作業の利点と問題点:日草近中支報22,11-17
- (6) 松本博紀・伊藤成宏・唯野雅之・中島 廣・篠田 満・萬田富治(1989):ロールペールラッパーによるサイレージ調製試験:畜産の研究43(5),35-40
- (7) 森 登・秋田 勉(1994):ラップサイロ用ストレッチフィルムの種類とサイレージ品質:兵庫農技研報(畜産)30,39-44
- (8) 守谷屋兼二・庄子一成(1993):ラップサイレージの品質安定化技術:沖縄畜試研報31,119-123
- (9) 守谷屋兼二・庄子一成(1995):ラップサイレージ品質安定化技術:沖縄畜試研報33,155-159
- (10) 白田英樹(1996):ロールペールサイレージの調製技術と特性を生かした給与法:日畜関西支部報133,6-9
- (11) 脇 大作・岡村友幸・町田克郎・垣内一明・井上清視・加治屋 達(1997):九州・沖縄地域におけるラップサイレージの品質安定化技術の確立:鹿児島畜試研報30,12-22