

飼料自給率向上へ向けての 副産物利用

ポイントは「地産地消」と発酵技術

雪印種苗(株)研究開発本部
石田 聡一

主な内容

- * どんな副産物(「エコフィード」)があるの？
- * なぜ、エコフィードの利用は少ないの？
- * どうしたらエコフィードを利用できるの？
- * 低利用エコフィードの「キノコ廃菌床」、「緑茶粕」の紹介

どんなエコフィードがあるの？

(乾物%)	粗蛋白質	粗脂肪	繊維(NDF)	NFC	K	硝酸態窒素
ビール粕	20~30%	10%前後	50~85%	10%以下	1%以下	一般にエコフィードの硝酸態窒素含量は、低い特徴があり、この点では泌乳牛、乾乳牛の飼料として適している。
豆腐粕	20~30%	10%前後	20~30%	15~40%	1~2%	
醤油粕	20~30%	10%前後	20~40%	10~20%	1%以下	
焼酎粕	20~30%	10%前後	20~40%	30~40%	—	
ジュース粕 (りんご、ミカン、ブドウ、パイナップル)	10%以下	1~10%	10~50%	—	1~2%	
茶系飲料残さ (緑茶、ウーロン茶)	20~30%	5~10%	45~55%	10%前後	1%以下	
茶系飲料残さ (麦茶、ブレンド茶)	10~20%	2~5%	20~50%	10~50%	0.5~1.5%	
きのこ廃菌床	10%前後	1~5%	60~70%	10~20%	1%以下	

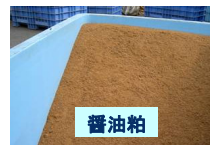
TMRセンター利用の食品副産物



ビール粕



豆腐粕



醤油粕



キノコ廃菌床

エコフィードの普及を妨げているのは？

- * 水分が高い: 保存性が悪い
- * 飼料成分・品質・供給量が安定しない: 飼料メニューに組みづらい
- * 運賃が割高: 乾燥飼料に比較し、乾物当たりの運賃が高い
- * 飼料としての実績がない: 給与して計算どおりの飼料成分、産乳効果があるか不安
- * 乾燥飼料に比較し給与の作業性が悪い

やっかいなエコフィードの水分を飼料として どう利用するか

- * 水分が高く、空気にさらすと変敗、腐敗しやすい



- * サイロ等に入れ密封させる



- * 酪酸発酵ではなく、乳酸・アルコール発酵させる



- * <これを利用しエコフィードの飼料価値を高める>
(牛乳から機能性のヨーグルトを作る発想が必要)

高水分エコフィードの乳酸発酵の確立

*エコフィードの水分、糖含量(WSC)、緩衝能の三つを確認し、酪酸発酵させない



(自給飼料のサイレージ調製の基本と一致)

*「実験サイロ」で確認する



* 高水分のエコフィードの貯蔵ではpHを4.0以下にすれば変敗(酪酸発酵)を防ぐことは可能

高水分エコフィード乳酸発酵法の確立 ＜蟻酸、酵素、乳酸菌の利用＞

エコフィードの飼料特性	使用技術
繊維含量が高く、繊維の消化性よい場合	セルラーゼ、乳酸菌添加
澱粉含量が高い場合	アミラーゼ、乳酸菌添加
遊離アミノ酸を増加したい場合	プロテアーゼ添加
緩衝能が高い場合	上記の添加の他に蟻酸の添加

“エコフィード(ウェット)”の保存方法

水分/糖分条件	密封	酵素添加の経済性	特記
高水分/低糖 (生豆腐粕、生ビール粕、生緑茶粕)	排出後速やかに密封する。 (この処置によりカビ、大腸菌等の腐敗菌の増殖を防ぎ、嫌気性菌の増殖する条件ができる)	◎	酵素無添加では、酪酸発酵の可能性大
高水分/低糖/低pH (焼酎粕)		○	酵素添加で乳酸含量高まる
高水分高糖 (リンゴ粕、パイナップル等)		△	酵素無添加でも乳酸発酵
中水分低糖 (脱水豆腐粕、ビール粕、緑茶粕、きのこ菌床粕)		○	酵素添加で乳酸発酵高まる。
中水分高糖		△	酵素無添加でも乳酸発酵
高水分低糖高澱粉 (ジャガイモ屑、ポテトビール)		○	澱粉分解酵素の利用

エコフィードと油粕・そうこう類(配合飼料原料)の違いは

油粕・そうこう類(配合飼料原料)



*食品工場、農産加工場(主に米国)から大量に産出、大量輸送のため 生産費用が低い

*栄養価が高いものが流通

エコフィード



*国内の食品工場等からの産出

*乾燥化ではコスト的にあわず、脱水処理などウェットのままで流通

農産副産物のエコフィード化

どんなところに、どんなものがあるか

*冷凍/カット野菜工場/選果場の残さ物、規格外(くず野菜、種・わた(カボチャ)、へた(人参)、外皮/茎葉 (スイートコーン、ブロッコリー、大根))

エコフィード化のむずかしさ

*収穫時(7月～11月)に集中的に産出されるため労力、ストック場所の確保がむずかしい

*水分が高くそのままの貯蔵では、酪酸発酵、排汁処理に困る

農産副産物のエコフィード化



農産副産物の貯蔵法

*バンカーサイロ、スタックサイロへの密封貯蔵

*ワラ、ビートパルプ、フスマ、米糠等と混合し「エコフィード発酵飼料」とする

低利用・未利用の食品/農産副産物をエコフィード/TMR原料として使っていくには

「保存・貯蔵法を確立する」



1. 産出現場/生産量
2. 分析による安全性(微生物、重金属、農薬汚染等)
3. 飼料成分/変動
4. 嗜好性の調査
5. エコフィード乾物当たりの価格
(一般流通飼料に比較し割安感があるか)

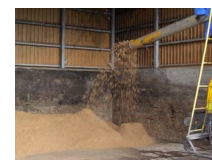
輸入飼料を使うか、国産エコフィードを使うか

* ほぼ経済合理性に従っている？

* 弊社の例では、輸入飼料が高騰した時には、エコフィード製品(商品名「エコレージ」、エコフィード80%以上含有)に割安感が出て需要が高まった

* 今後、円安、穀物相場高まった時には、この「エコレージ」の需要は高まるか

弊社「エコフィード発酵飼料」(「TMウェット」)の製造(平成10年以前、千葉)



“エコフィード(ウェット)+ワラ類”混合発酵の粗飼料源としての威力 <粕類+ワラ類混合理論>

粗飼料源	給与量(乾物kg)	Oa給与量 (高消化性繊維)	Ob給与量 (低消化性繊維)	有効NDF量 (粗飼料因子量/物理性)
ルーサン乾草	5	0.58	1.98	1.94
オーツ乾草	5	0.46	2.46	3.10
合計	10	1.04	4.44	5.04
小麦ワラ	6	0.59	4.25	4.72
豆腐粕	2	0.33	0.64	0.23
ビール粕	2	0.33	0.78	0.46
合計	10	1.25	5.67	5.41

・小麦ワラに豆腐粕、ビール粕を混合したウェット飼料は、ルーサン乾草+オーツ乾草以上の物理性とほぼ同等の繊維の消化性を示すことが予測される

「高水分エコフィード+ワラ類」発酵飼料(密封貯蔵しサイレージ化)の製造例

(北海道を想定した場合)



高水分エコフィード:
澱粉粕、豆腐粕、ジュース粕、焼酎粕、野菜副産物

ワラ類: 小麦、大麦ワラ

用途: 肉牛育成/繁殖用
乳牛育成/乾乳用

エコフィード発酵飼料と自給サイレー ジとの発酵品質の違いは？

(原物%)	エコフィード発酵飼料	自給飼料サイ レージ
有機酸含量	概ね2.5%～3.5%	概ね2%以内
アルコール 含量	概ね0.5%～2.0%	概ね0.5%以内
2次発酵	バンクライフは一般には発酵飼料＞自給 サイレージ	

見逃されているエコフィード

「キノコ廃菌床」(コーンコブ主体)

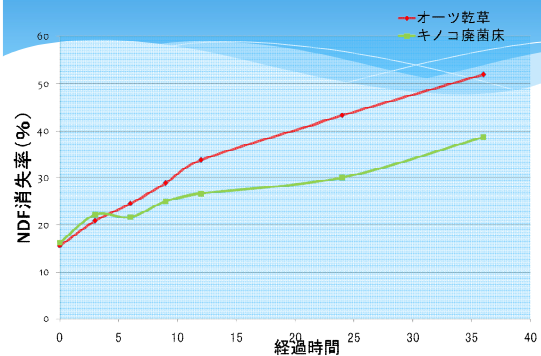
麦ワラ

- * 菌床は配合飼料原料と同じ
- * 工場、栽培キノコ種が同じであれば飼料成分に変動は少ない
- * イネ科牧草と蛋白質、繊維含量は同じ、粗飼料因子量(反芻を促す物理性量)は低い
- * TDN(エネルギー価)は50%(乾物当たり)
- * 嗜好性は低い
- * イネ科牧草より蛋白質、TDNが低い、成分の変動は少ない
- * 繊維含量、粗飼料因子量高い
- * カロチン含量はほとんどない
- * カリウム含量は低い
- * 嗜好性は低い

「キノコ廃菌床」飼料分析例(乾物%)

乾物	粗蛋白	粗脂肪	NDF	ADF
34.3	8.5	1.0	60.8	24.4
NFC	カルシ ウム	リン	マグネ シウム	カリウム
24.4	0.49	0.67	0.62	0.76

「キノコ廃菌床」及びオーツ乾草のNDF消失率



「キノコ廃菌床」発酵品質

pH	乳酸	酢酸	酪酸
4.0	1.7	0.19	0
カビ (cfu/g)	酵母 (cfu/g)		
10 ³ 未満	2.5 × 10 ⁷		

(原物当たり、1週間貯蔵)

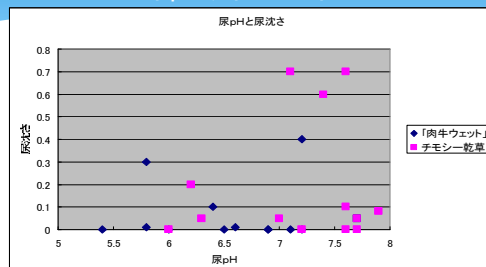
サイレージ化した「キノコ廃菌床」



キノコ廃菌床、小麦ワラを利用した発酵飼料 （「肉牛ウェット」）

	特 徴
配合内容	キノコ廃菌床、小麦ワラ、ビール粕（ドライフルーツくず）（シロップ廃液）
発酵品質	乳酸、アルコール発酵
粗飼料効果	「肉牛ウェット」1kgは稲ワラ0.3kg～0.5kgの物理性（咀嚼時間）に匹敵

カリウム含量が低いエコフィード発酵飼料の給与と尿pH、尿沈さ（尿石）



給与条件：
肉牛配合飼料(1種類)、給与プログラムは飼区とも同じ
調査牛：当場養鶏肉用牛(2.5ヶ月齢～8ヶ月齢)
調査期間：平成18年～19年

見逃されているエコフィード：緑茶粕

飼料特性

- *TDN70%程度
- *嗜好性悪く、TMRに混合して給与
- *カテキンが含まれ、ルーメン発酵に影響しない給与量は乾物0.5kg程度

飼料成分(乾物%)

乾物	粗蛋白	粗脂肪	NDF	ADF
22.2	27.6	5.6	47.4	32.2
NFC	カルシウム	リン	マグネシウム	カリウム
16.3	0.58	0.33	0.18	0.46

TMRのタイプ

自給飼料
エコフィード(サイレージ)
流通粗飼料
乳配
単味(濃厚)飼料
加水

組み合わせ

フレッシュ

発酵

ドライ

どのタイプが牛群/経営を安定させてくれるか？

エコフィード(ウェット)を組み込んだ発酵飼料 (密封貯蔵しサイレージ化)のメリット・デメリット

	密封貯蔵	フレッシュ
調製費	内訳、保管場所の経費必要	>
保存性		> 2次発酵しやすい
嗜好性	有酸素・アルコールの生成により良好	> =
飼料の機能性	・乳酸・アルコール発酵・ブレババイオテックの可能性(有用乳酸菌・酵母の増殖)	混合しただけでは、飼料の機能性、付加価値アップは少ないか？

乳量30kg(乾物20kgTMR)の飼料費の構成割合(大まかな捉えとして)

TMRのタイプ	A:原料費 B:資材費 C:製造費 D:運送費	特徴
ドライタイプ		原料費は一般に高くなるが資材費、製造費、運搬費は、他の2タイプより安い。運距離供給に有利
フレッシュタイプ(加水含む)		密封貯蔵に比べて原料費は同じ中、資材費、製造費がやや安くなる
発酵(密封貯蔵)タイプ		原料費の低コスト分が資材費、製造費、運搬費の高コストを吸収して、ドライタイプより飼料費は低下する

通常のTMRとエコフィード主体TMRの成分の違い

牛群平均乳量30kg 飼料設計の目安(日本飼養標準):NDF35%			
ドライタイプ TMR	粗蛋白	粗脂肪	NDF(30~35%) NFC
エコフィード (ウェット) 主体TMR	粗蛋白	粗脂肪	NDF(35~45%) NFC

・エネルギーはNFC(糖、澱粉)より繊維(可消化繊維)のウェイトが高く、また脂肪にも依存していたため、栄養バランスとしては、アシドーシスになりにくいTMRである

31

発酵飼料/発酵TMRの貯蔵・運搬方法

トランスバック方式



ラッピング方式



圧縮型ラップマシンによるウェット飼料の成型・密封貯蔵・国内運搬

※ 装置にウェット飼料を投入すると自動的に圧縮し、ラッピングされる

※ トランスバック貯蔵方式では、詰め込み後のガス抜きが必要となるが、本方式で不要

※ カビの発生がほとんどないため、長期間(6ヶ月程度)の保存も可能



33

発酵前後のTMRの成分の違い

同じ点	違う点	
蛋白、繊維、NFC 含量に差はない	発酵前	発酵後
	有機酸	<
	アルコール	<
	分解性/溶解性蛋白	<
発酵によるエネルギーロスは少ない	アルコール発酵の場合乾物ロスは大い(41%が炭酸ガスとしてなくなる) $C_6H_{12}O_6 \text{ (ブドウ糖)} \rightarrow 2C_2H_5OH \text{ (エタノール)} + 2CO_2 \text{ (炭酸ガス)}$	

発酵TMRの牛のイオンバランスに与える影響

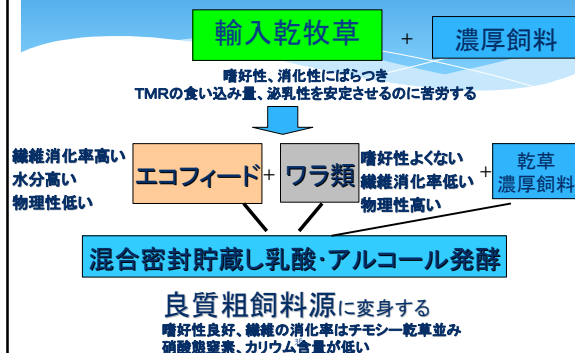
	頭数	尿pH	尿Ca	尿P	尿K	血清K	血清Ca
発酵TMR	3頭平均	7.1	32	0	123	5.1	9.8
TMR	5頭平均	8.5	3.4	3.6	203	4.8	9.5

単位:尿中KはmEq/L、他はmg/dl

発酵TMR:乳配、粕類、ストロー類を混合してサイレージ化したもの、有機酸含量は乾物 4~5%

発酵TMRを給与している農家の調査でも、乳酸含量がアップする夏季に尿pHは低下する傾向

TMR(泌乳牛)におけるエコフィードの活用



「エコフィード+小麦ワラ」の産乳性、飼料効率

「エコフィード+小麦ワラ」組み入れTMRの給与例

発酵TMR(87%) + オーツ乾草・ルーサン乾草(13%)	
発酵TMR配合内容(%)	栄養バランス・乳生産
脱水ビール粕 11.5	エコフィード割合 53.1
醤油粕 8.0	TDN (%) 70.3
きのこ廃菌床 17.7	CP 15.3
豆腐粕 7.1	ADF 24.2
りんごジュース粕 8.8	NDF 39.9
配合飼料 35.4	NFC 35.7
小麦ワラ 11.5	DMI (kg) 25.1
	乳量 42.7
	飼料効率 1.71

※試験中・当農場では年分換後5～110日まで（平成14年6月～平成16年12月）
6頭（平成15年12月～16年2月）

エコフィード・小麦ワラ組み込みTMRの産乳性・飼料効率

飼料成分(乾物%)	TMR(換算)	「富士学カレッジ」 +乳肥+乾草等	「福舎学カレッジ」 +乳肥+乾草等
エコフィード割合 (産乳中%)	47.4	29.1	25.1
TDN	70.4	71.9	71.7
CP	16.6	16.3	15.8
ADF	25.5	22.1	22.1
NDF	45.6	37.9	38.0
NFC	28.3	37.3	37.9
乳量(kg)	44.5	44.6	41.0
DMI(kg)	24.6	23.2	23.3
飼料効率	1.64	1.91	1.67

※試験中・当農場では年分換後5～110日まで（平成14年6月～平成16年12月）
飼料効率: $SCMR乳量(12.3 \times 乳量) + 6.58 \times NDF量 - 0.0752 \times 乳量) \div DMI$ より算出

多種類のエコフィードを利用するには

- ※ 規模の小さい酪農家では種類が限られる
- ※ メガファームやTMRセンターの利用では種々のものを使えるのでは？
- ※ 多種類のエコフィード利用でも、TMRや発酵飼料は一本化し、製造の能率を上げられるのでは？

TMRセンターでのエコフィード利用策

- ※ 多種類のエコフィード、供給量の変動が大きいエコフィードを積極的に利用していくには



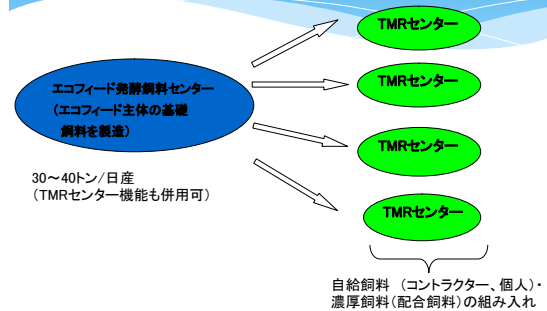
- ※ TMRの設計において「原料主義」にこだわらない
- ※ エコフィード主体の発酵飼料を製造する「エコフィード発酵飼料センター」を設置し、「TMRセンター」への供給

39

「エコフィード発酵飼料センター」と「TMRセンター」

(府県を想定)

20～30トン/日産



おわりに

牛はエコフィード(繊維)を牛乳、牛肉に換えられる家畜です

