

イアコーン サイレージ

生産・利用技術マニュアル
第2版



目次

1. イアコーンサイレージとは？	1
2. イアコーンサイレージの作り方	
1) 品種の選び方	2
2) 圃場準備と播種	3
3) 栽培・肥培管理	4
4) 収穫・調製	5
5) 輪作への導入効果	8
3. イアコーンサイレージの使い方	
1) 飼料特性	9
2) 乳牛への給与	10
3) 肥育牛への給与	11
4) 生産コスト	12
5) 生産事例	13

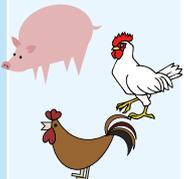
本マニュアルは、「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」および「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」、「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」を活用して行った研究で得られた成果を基に取りまとめたものです。

1. イアコーンサイレージとは？



イアコーンサイレージとは、トウモロコシの雌穂(イアコーン)の一部または全体を収穫し密封貯蔵して発酵させたものです。雌穂収穫専用のアタッチメントを普通コンバイン、または自走式ハーベスタに装着して収穫します。自走式ハーベスタで収穫したイアコーンサイレージは、ホールクロップサイレージに比べ、栄養価が高く、牛用の自給濃厚飼料として利用できます。一方、子実または子実と芯をコンバイン収穫したHMSCやCCM(HMEC)は、イアコーンサイレージよりも栄養価が高く、牛以外の豚や鶏などの家畜にも給与できます。表1にトウモロコシの収穫部位と一般名称を示しました。

表1. トウモロコシの収穫部位とわが国での一般名称

種類 (名称)	収穫部位	収穫機械	TDN含量 ⁴⁾ (DM%)	対象 家畜
コーンサイレージ (デントコーン)	ホールクロップ 	自走式ハーベスタ+ ロータリヘッド 	65-70	牛 
イアレージ	高刈ホールクロップ		70-75	牛
イアコーンサイレージ (イアレージ、 スナップレージ ¹⁾)  本マニュアルはこれ!	雌穂(芯、穂皮、子実)、 茎葉の一部 	自走式ハーベスタ+ スナップヘッド 	75-85	牛 
子実主体 コーンコブミックス (CCM ²⁾)、 ハイモイスチャイア コーン(HMEC ²⁾)	子実、芯の一部 	普通コンバイン+ スナップヘッド 	85-90	牛、豚、 鶏 
子実トウモロコシ(乾 燥子実)、ハイモイス チャシェルドコーン (HMSC ³⁾)	子実 		90-94	

1) 海外では、スナップレージ、イアレージと呼ぶのが一般的

2) CCM (Corn cob mix) : コーンコブミックス、米国ではHMEC(High moisture ear corn)と呼ぶ

3) HMSC (High moisture shelled corn) : ハイモイスチャーシェルドコーン

4) TDN含量は大下ら(2016)、青木ら(2016)、甲田ら(2016)、原ら(2016)より引用

2. イアコーンサイレージの作り方



1) 品種の選び方

収穫の目安(収穫適期)は? → **完熟期。各地域の気象条件から選ぶ。**

イアコーンとして利用する場合、雌穂乾物率をもとに適品種を選択します。

目標とする雌穂乾物率は60%(最低55%)で、10月中旬までに雌穂が黄熟後期から完熟期に達していることが目安です。サイレージ調製後の保存性などから、この時期が最も収穫に望ましい時期です。

イアコーンの早晩性は、ホールクロップ用と異なります。品種によって雌穂乾物率の上昇速度に違いがあるためです。道内各地域の単純積算温度を図1に、表2に単純積算温度とイアコーン利用に適した品種の早晩性との関係を表2に示しました。

どれだけ獲れるの? → **条件が良ければ1,200kg/10aも可能。**

イアコーンの期待可能な乾物収量は、800~1,200kg/10aです。多収であればあるほど生産費は安くすることができますが、ここに示した数量は目標収量です。

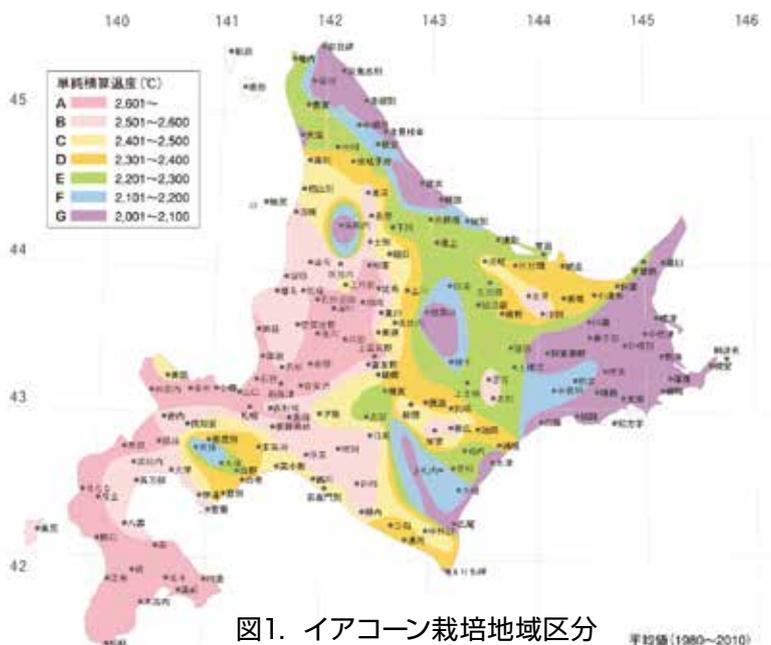


図1. イアコーン栽培地域区分 平均値(1980~2010)



写真1. 収穫適期(完熟期)の雌穂
ミルクラインが完全に子実の基部まで進んでいる。

表2. イアコーン栽培地域区分表

区分	単純積算温度 (5/16 ~ 10/10)	極早生		極早生		早中生		中生		中晩生		晩生	
		75日型		82日型		85日型		90日型		95日型		100日型	
		55% ¹⁾	60% ²⁾										
A	2,551~	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B	2,451~2,550	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△
C	2,401~2,450	○	○	○	○	○	○	○	△	○	△	△	
D	2,351~2,400	○	○	○	△	○	△	○		○			
E	2,301~2,350	○	△	○		△		△		△			
F	2,251~2,300	△		△									
G	~2,250												

¹⁾雌穂乾物率55%目標の場合、²⁾雌穂乾物率60%目標の場合。

◎:最適、○:適、△:マルチ栽培

2. イアコーンサイレージの作り方



2) 圃場準備と播種

基本的にはホールクローブサイレージ用トウモロコシと同じです。前年秋または春に圃場を準備します。不耕起播種機であれば、ディスクなどの簡易耕起でも対応できます。収穫時の雌穂損失をより少なくするために、スナッパヘッド(6ページ)に合わせて播種機の畝幅は75cmか30in(インチ)に設定します。栽植密度は4ページを参考に9,000本/10a程度とします。



写真2. マルチ播種機(左)、真空播種機(中)、千鳥播種機(右)

千鳥状に播種することで、効率よく播種量を増やせます。



写真3. マルチ栽培



写真4. 条播栽培(左)と千鳥栽培(右)

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
堆肥散布 耕起・整地	播種 土壌処理	除草剤散布 追肥					残さ処理 収穫

図2. イアコーンサイレージ用トウモロコシ栽培暦



2. イアコーンサイレージの作り方

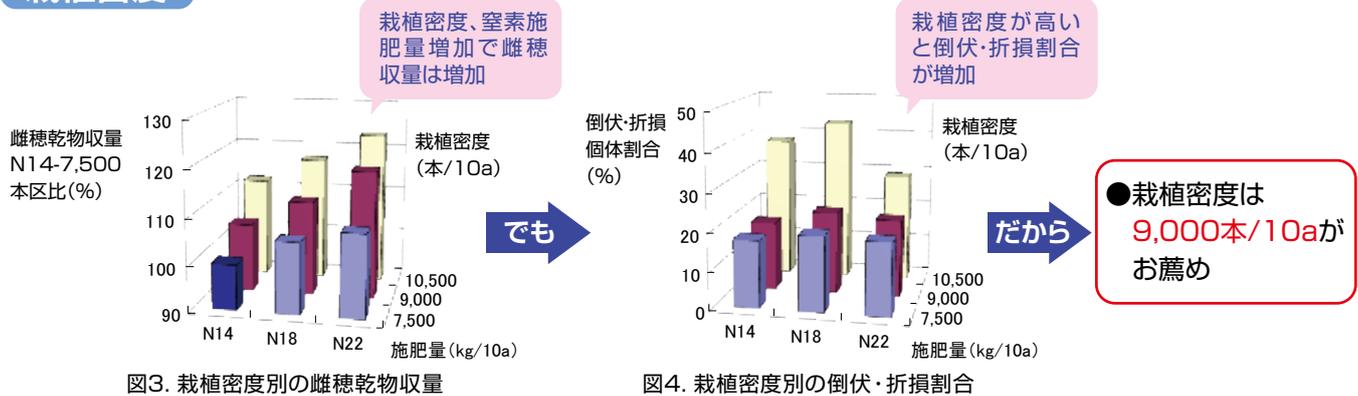
3) 栽培・肥培管理 ～十勝地域向け～

イアコーン向け飼料用トウモロコシの栽培管理の基本はホールクロップと同様です。ただし、雌穂収穫専用アタッチメントに対応する畦幅は30インチ(約75cm)ですので、栽植密度は株間で調整するのが良いでしょう。

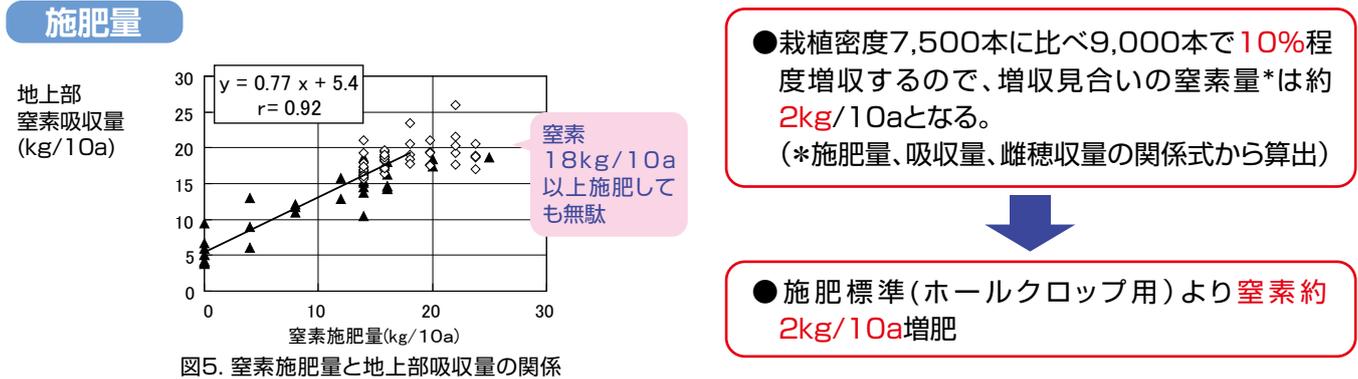
十勝地域におけるイアコーン栽培の推奨値	
栽植密度	(ホールクロップ)7,500本/10a → (イアコーン)9,000本/10a
施肥量	施肥標準(ホールクロップ)より窒素2kg/10a増肥
追肥時期	4～7葉期
追肥方法	側条あるいは散播(葉面が乾いた状態で)

*早生の早～中(RM73日～85日)の品種を用いる場合の推奨値
*その他栽培法は北海道施肥ガイド2015に準拠する。

栽植密度



施肥量



追肥時期と方法



コストは?

○推奨する栽培法では雌穂乾物収量は10%程度、約100kg/10a増収します。その際、増加するコストは、栽植密度(7,500→9,000本/10a)増加に伴う種子代約500円/10a、増肥分(窒素2kg/10a)の肥料代約500円/10aの合計約1,000円/10aです。

2. イアコーンサイレージの作り方



4) 収穫・調製

収穫適期

ホールクロップの収穫適期(黄熟後期)より1~2週間遅い完熟期がイアコーンの収量性、保存性が最も高い時期です。



収穫の目安:ミルクラインは子実の基部に到達。子実にブラックレイヤーが見える。

写真5. 完熟期の雌穂

サイレージ実収量 1,200 (kgDM/10a)

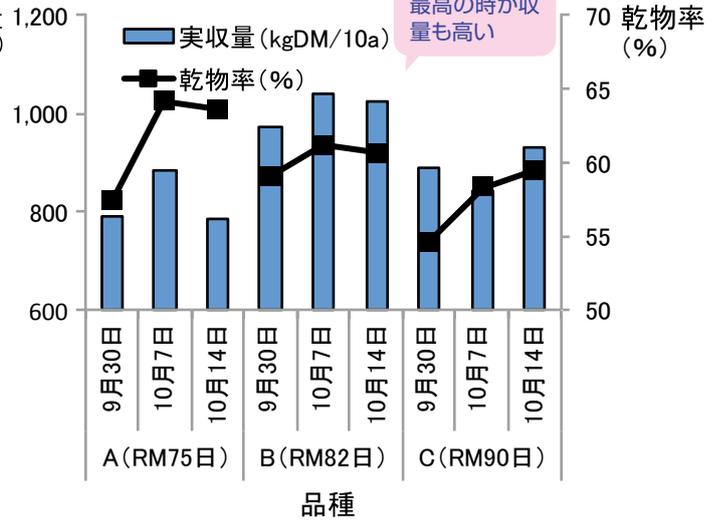


図8. 品種別、収穫期イアコーンサイレージ収量

イアコーン収穫からサイレージ調製までの作業体系と能率

- ✓ ホールクロップと同様な機械体系で作業能率は1.2~1.5ha/h
- ✓ 梱包密度(403kgDM/m³)はホールクロップより高い。



収穫
(スナッパヘッド装備自走式ハーベスタ, ダンプトラック)



密封・梱包1 (材料投入)
(ホイールローダ)



密封・梱包2 (サイレージ調製)
(細断型ロールベアラ)



移動・貯蔵
(グリッパ)

ハーベスタのアタッチメントを替えることで、ホールクロップサイレージと同様な体系でかつ同等以上の作業能率で収穫調製できます。



倒伏した圃場でも、スナッパヘッドを用いることで、イアコーンの収穫は可能ですが、収量減となるので倒伏させない管理を心掛けましょう。



2. イアコーンサイレージの作り方

4) 収穫調製 (その2)

■ イアコーンを収穫する…スナツパヘッド



写真6.
左奥はホーククロップ収穫用ロータリーヘッド、右手前はイアコーンサイレージ収穫用スナツパヘッド。

破碎処理装置(商品名:カーネルクラッシャ、コーンクラッシャ)の付いた自走式フォレージハーベスタを使用し、フィードローラ下側の隙間をプレート(商品名:Grain-loss reduction parts kit)で塞ぎ、子実のこぼれを防いで下さい。



写真7-1. ロータリーヘッド装備自走式ハーベスタで収穫したホーククロップ原料



写真7-2. スナツパヘッド装備自走式ハーベスタで収穫したイアコーン原料

収穫時の設定と注意

- ・ 設定切断長は10mm以下、破碎処理装置の設定間隙は2mmが目安です。
- ・ 作業時速の目安は6km/h程度です。
- ・ 作業を始める前に、破碎装置間隙を最大(開放)にして10m程を試し刈りすると、粉碎されたイアコーン原料がフィードローラ部に団子状に詰まる事を防ぐことができます。



2. イアコーンサイレージの作り方



4) 収穫調製 (その2)

■ イアコーンサイレージを調製する…細断型ベーララッパ

収穫したイアコーンは、細断型ロールベアラを利用したロールベールサイレージとしての保存が開封後の変敗ロスや利便性から有利といえます。また流通にも適しています。

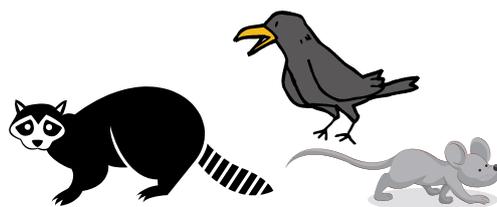


調製時の設定と注意

- ・ ラップ巻数は長期保存するため6層以上を推奨します。
- ・ 材料が乾燥している時は成形に時間をかけ過ぎると、ロールベールの側面からこぼれる量が多くなります。材料投入のタイミングがこぼれ量を少なくするための鍵です。

■ イアコーンサイレージを保存する…鳥獣害対策

保存中のラップフィルムの破損は、品質劣化の原因となります。鳥獣害対策を徹底して行ってください。





2. イアコーンサイレージの作り方

5) 輪作への導入効果

収穫後

ホールクローブの収穫適期(黄熟後期)より1~2週間遅い完熟期がイアコーンの収量性、保存性が最も高い時期です。



写真8. イアコーン収穫後の圃場と残さ

スナッパヘッド下部の回転刃によって、収穫と同時に茎葉が細断されます(左)。チョッパーやディスクハローで残さ処理をします。

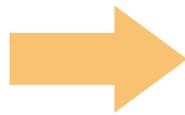


写真9. ディスクによる残さ処理

土壌物理性の改善

イアコーン残さをすき込むと、畑作土壌中の気相率(空気の量)が増加しました。土壌中の団粒構造の発達が可能で、排水性、保肥性の向上が期待できます。

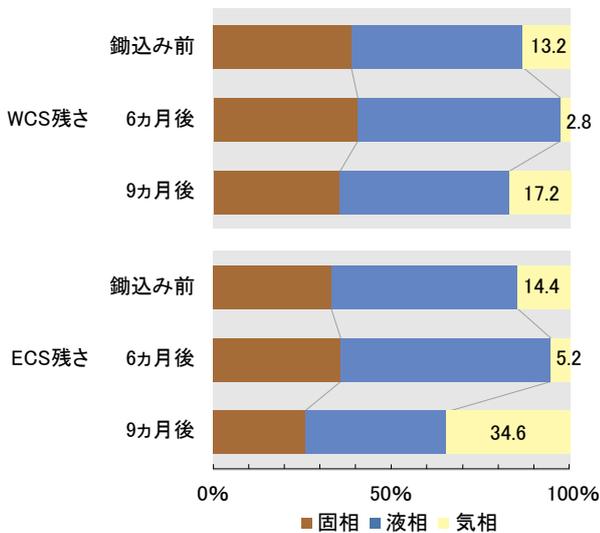


図9. 残さをディスクで処理した時の三相分布の推移 (深さ10~15cm)

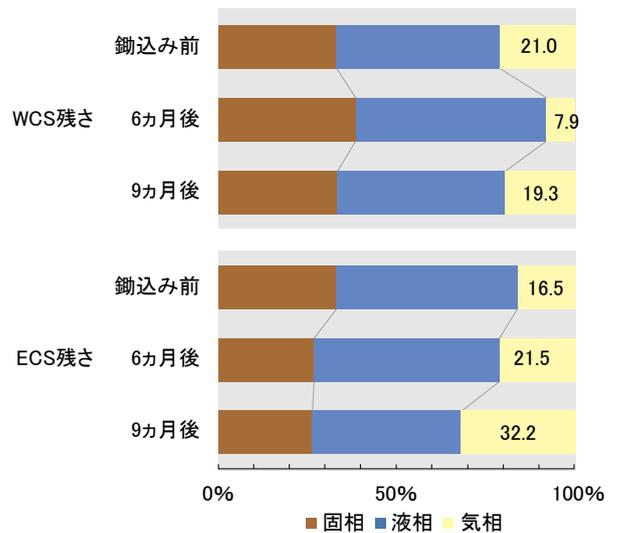


図10. 残さをボトムプラウで処理した時の三相分布の推移 (深さ25~30cm)

コンバインの汎用利用



注!意

後作物に対しては標準施肥量を守ってください。窒素の増肥は必要ありませんが、減肥は窒素飢餓による減収を招く恐れがあります。

スナッパヘッドは普通コンバインでも使えます。ハーベスタのヘッドを替えれば、他の畑作物の収穫が可能です。

3. イアコーンサイレージの使い方



1) 飼料特性

①発酵品質、保存性

イアコーンサイレージは、調製時に製剤添加や加水なしでも乳酸発酵が進み、pHは4程度にまで下がるなど品質は良好です。保存性にも優れ、ロールベールとして少なくとも1年間は保存できます。

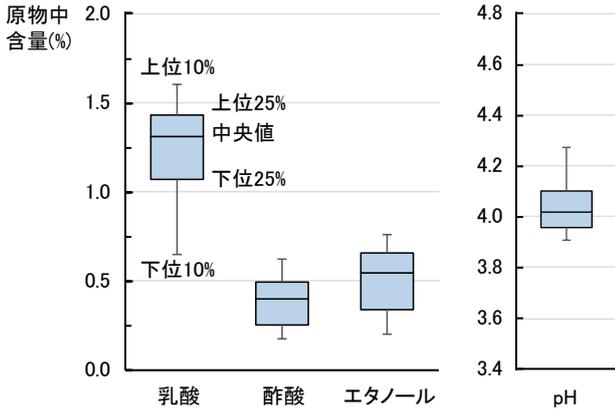


図11. イアコーンサイレージ発酵品質の分布状況

2012～14年、道内5箇所生産された110試料のデータ。いずれも乳酸菌製剤や水は添加せずに調製。

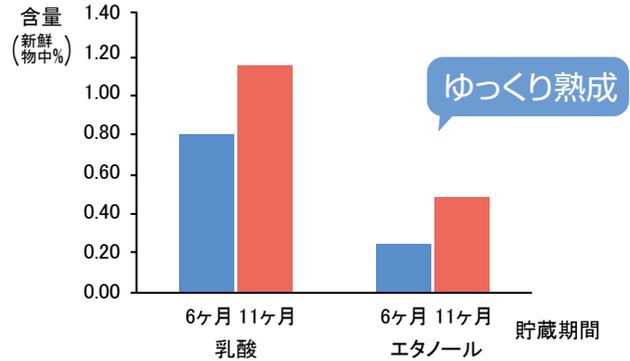


図12. 発酵品質の貯蔵期間による変化

保存期間が長いほど有機酸、エタノール含量が増えますが、ラップフィルムの破損は品質劣化の原因になるので、鳥獣害対策が重要です。

②成分、栄養価

イアコーンサイレージの成分含量、栄養価は、圧ペントウモロコシとホールクローブサイレージのおおむね中間の水準です。TDN(可消化養分総量)含量は約80%で、濃厚飼料として利用できます。

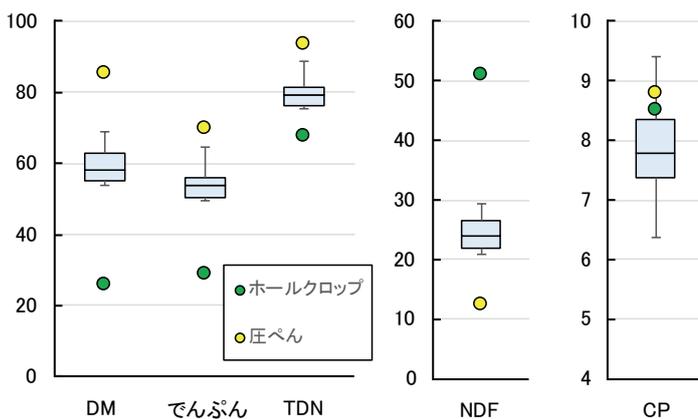


図13. イアコーンサイレージ栄養成分の分布状況とホールクローブ、圧ペントウモロコシとの比較

2012～14年、道内5箇所生産されたサンプルのうちTDNを実測した84試料についてのデータ。

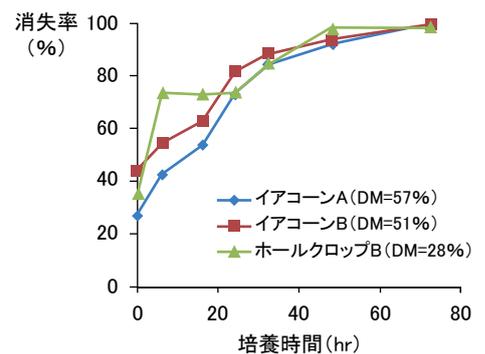


図14. ホールクローブとイアコーンサイレージの粗繊維の乳牛第一胃における消失パターン

子実粗繊維の第一胃内発酵は、ホールクローブサイレージ>イアコーンサイレージ>圧ペントウモロコシの順に速いことも特徴のひとつです。



3. イアコーンサイレージの使い方

2) 乳牛への給与

イアコーンサイレージは、圧ぺんとうモロコシの代わりとして乳牛へ給与でき、その分、濃厚飼料が節約できます。



給与量(乾物)の目安は、次のとおりです。

- ◇牧草サイレージ主体、3.3kg
- ◇牧草サイレージとトウモロコシホールクロップサイレージの併給、約2kg
- ◇集約放牧の補助飼料、約5kg

イアコーンサイレージに高蛋白質・高栄養価の早刈り牧草サイレージを組み合わせると、配合飼料や大豆粕が大きく節減できて、飼料自給率が大きくアップします。

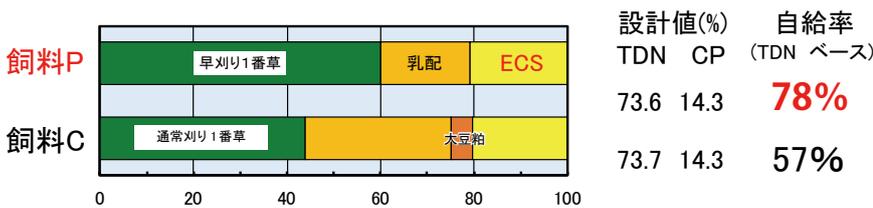


図15. 早刈り牧草とイアコーンサイレージの組み合わせ飼料メニュー例

イアコーンサイレージと早刈り牧草(乾物中TDN67%、CP15%、NDF54%)を組み合わせる飼料Pは、通常刈り牧草(同TDN59%、CP9%、NDF67%)を使う飼料Cと成分、栄養価は同程度ながら、乳牛用配合飼料を10ポイント減らすことができる上、大豆粕を使わないで調製できます。

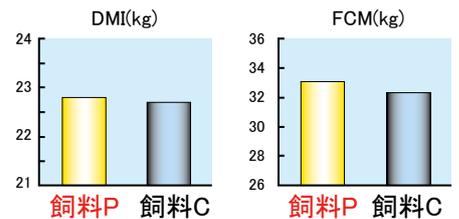


図16. 採食量と乳量

飼料Pを給与した乳牛の乾物摂取量(DMI)や乳量(脂肪補生乳、FCM)は飼料C給与時と差がありません。

イアコーンサイレージの給与によって、甘い香りに関わる微量成分「ラクトン類」が牛乳中に増加します。

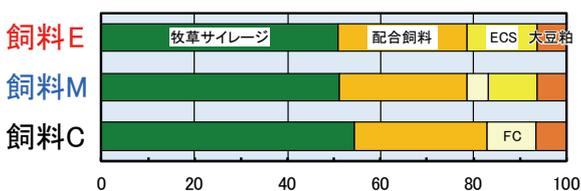


図17. イアコーンサイレージによる圧ぺんとうモロコシ(FC)代替飼料メニュー例

圧ぺんとうモロコシを10%(乾物中)含む飼料Cと、その一部または全部をイアコーンサイレージで置き換えた飼料Mまたは飼料Eを給与すると、ラクトン類含量は飼料E>飼料M>飼料Cの順でした。

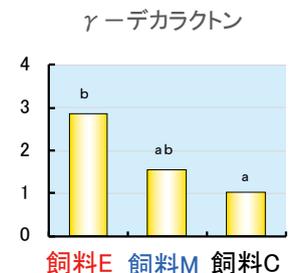


図18. 乳中ラクトン含量の例

3. イアコーンサイレージの使い方



3) 肥育牛への給与

イアコーンサイレージは、乳牛だけでなく肉用牛肥育にも利用できます。

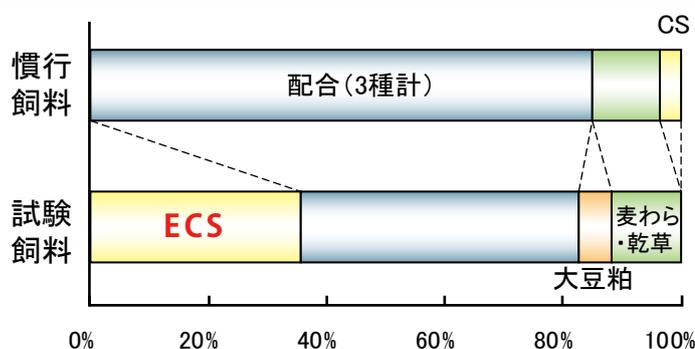


図19. 乳用種肥育でのイアコーンサイレージ給与メニュー例

表3. 枝肉成績

	対照区	給与区
出荷頭数	28	27
出荷時体重(kg)	769	799
日増体重(kg)	1.15	1.22
枝肉重量(kg)	422	437
枝肉歩留(%)	54.9	54.7
胸最長筋面積(cm ²)	39.4	38.3
ばら厚(cm)	5.8	5.9
皮下脂肪厚(cm)	1.8	1.8
歩留基準値	74.7	74.3
BMS No.	2.1	2.1
BCS No.	4.1	4.2

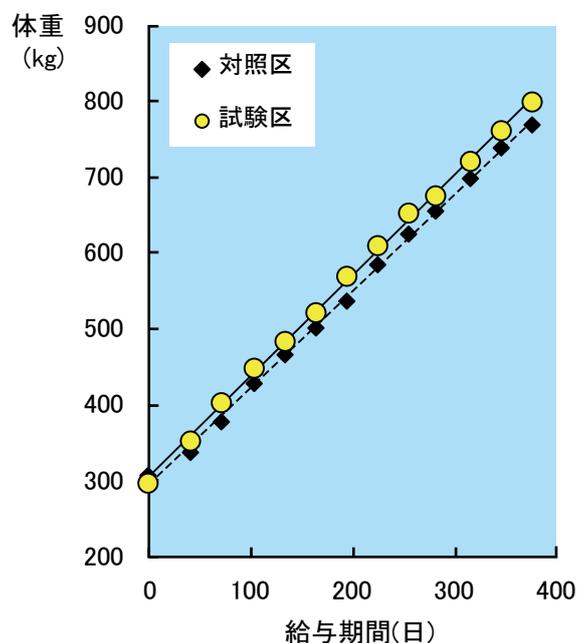


図20. 体重の変化

乳用種去勢肥育牛に、イアコーンサイレージが全飼料中36%(乾物比)の試験飼料を給与すると、配合飼料が85%を占める慣行飼料の対照区に比べて、肉質は同等で、増体重や枝肉重量は優れます。



適度な繊維を同時に採食できるので、濃厚飼料だけでなく、購入粗飼料の節減も期待できます。また、イアコーンサイレージの給与が給餌作業など管理面で大きな負担になることはありません。

黒毛和種肥育にも利用できます。





3. イアコーンサイレージの使い方

4) 生産コストの試算結果 ～道内における生産事例から～

- ・ケース1の道北のTMRセンターにスナッパヘッド(1,200万円)を導入し、イアコーンサイレージを生産する場合には、収穫面積が約70ha程度あれば、平成22年の調査でTDN1kgあたり51円(図21)で、圧べんトウモロコシとほぼ同様な価格であると試算されました。
- ・ケース2の道央の畑作経営が十勝のコントラクターに作業委託した場合には、TDN1kgあたり51円と試算されました(表4)。仮に、ケース1と収量が同じであった場合は、生産コストは現物1kgあたり約4円、TDN1kgあたり約9円上昇します。

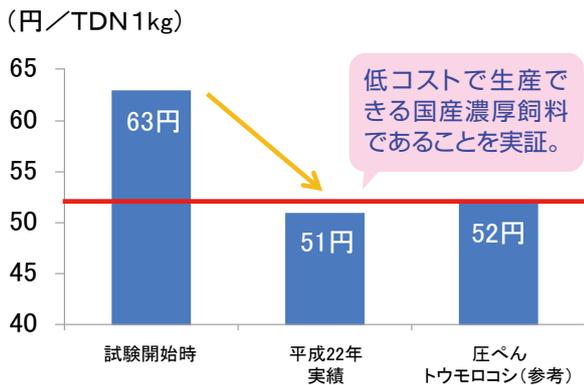


図21. 生産コストの比較 (平成22年、B町TMRセンター)

表4. イアコーンサイレージの生産コスト試算 (平成26年実績)

費目	単位	ケース1	ケース2
		道北 TMRセンター	道央 畑作経営
借地料	円/10a	3,110	6,000
作業機代(収穫調製以外)	円/10a	7,530	8,732
肥料費	円/10a	8,925	8,190
種苗費	円/10a	3,328	4,150
除草費	円/10a	1,412	3,025
ネット&ラップフィルム代	円/10a	2,779	0
賃貸料および収穫作業委託料	円/10a	5,327	11,777
ハーベスタ年間償却費	円/10a	514	0
スナッパヘッド年間償却費	円/10a	2,374	0
修理費等	円/10a	1,017	1,859
合計	円/10a	36,316	43,733
平成26年の現物収量	kgFM/10a	1,539	1,751
現物1kg当り生産費用	円/kg	24	25(28) ¹⁾
乾物収量	kgDM/10a	925	1,087
乾物1kg当り生産費用	円/kgDM	39	40(47) ¹⁾
TDN収量	kgTDN/10a	731	859
TDN1kg当り生産費用	円/kgTDN	50	51(60) ¹⁾

コスト低減には、
①増収、
②収穫面積の拡大、
③機械の共同利用
が重要です。



注1：道北TMRセンター(機械所有)および道央畑作経営(作業委託)実績。
 注2：スナッパヘッドについては取得価額を1,200万円として試算した。
 注3：収穫面積は道北TMRセンターが72ha、道央畑作経営は15ha(平成26年実績)。
 注4：乾物率は道北TMRセンター60%、道央畑作経営は62%、TDN含量は79%(過去調査の平均値)。
 1)：()内は、収量をケース1と同じと仮定した時の生産コスト。

3. イアコーンサイレージの使い方

5) 生産事例

イアコーンサイレージの生産利用は徐々に広がりを見せ、実証的取り組みを含め、第1版出版時は、約100haだった圃場面積は200ha以上となりました。以下に示す事例は、飼料自給率を高め安全安心な畜産物を消費者に届けることを目指し、国産濃厚飼料資源としてイアコーンサイレージの生産利用に取り組む意欲の高い生産者です。

ケース1：TMRセンター利用型

(有) ジェネシス美瑛 (TMRセンター (上川郡美瑛町：管理圃場面積670ha))

→TMR配送先構成員酪農家8戸 (平均乳量11,000kg/頭)

2008年よりイアコーンサイレージを生産、2015年より構成酪農家では通年給与。

自走式フォレージハーベスタと細断型ロールベアラを所有し、自家生産・自家消費。

利用する理由：

- ①嗜好性の高さ(夏場の食欲不振に効果を実感)
- ②トータルのTMR製造コストが5~7%削減

着実なコスト削減効果

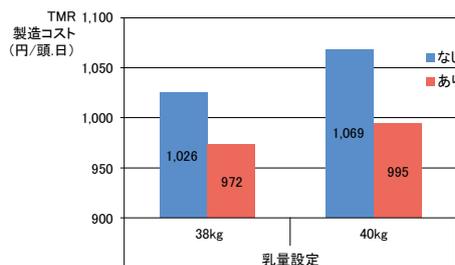


図22. イアコーンサイレージの有無によるTMR製造コストの違い (2010年 ジェネシス美瑛)

ケース2：地域間耕畜連携型

畑作((株)スキット)(勇払郡安平町)→肥育((農)美生ファーム)(河西郡芽室町)

2013年より実証試験的生産取り組み開始、イアコーンサイレージの収穫調製はコントラクターへの作業委託方式、全量販売。

2016年より8ヶ月齢以上の肥育牛全頭(1,200頭)に通年給与開始。

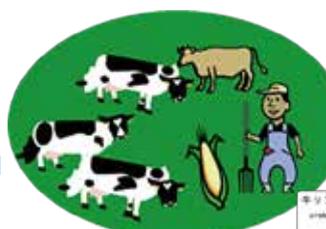
畑作集団(5軒)(管理面積250ha)

輪作4品目→5品目
小麦並みの省力作物



Non-GMO飼料
(輸入)より安価
→ロール購入

(目標手取り)
小麦、スイートコーン
並みか以上



肥育農家(国産Non-GMO飼料の 安定的供給体制でブランド力強化)

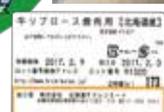


図23. 耕畜連携によるイアコーンサイレージの生産利用体系



— イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル 第2版 —

発行日：平成29年3月31日

編集：青木康浩

執筆：岩淵慶、山田洋文、渡部敢、青木康浩、根本英子、大下友子

協力機関：北海道胆振農業改良普及センター東胆振支所および十勝農業改良普及センター、(地独)北海道立総合研究機構畜産試験場および十勝農業試験場、(独)家畜改良センター十勝牧場、ホクレン農業協同組合連合会、北海道チクレン農業協同組合連合会、JA帯広かわにし、JAけねべつ、JAとまこまい広域、(株)IHIスター、(株)共成レンテム、(有)ジェネシス美瑛、(株)スキット、パイオニアエコサイエンス(株)、(株)北海道クボタ、ヤンマーアグリジャパン(株)

問い合わせ先：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

北海道農業研究センター 酪農研究領域

TEL：011-851-9141／FAX：011-859-2178

本マニュアルは、北海道農業研究センターホームページからダウンロードできます。

イアコーンマニュアル第2版

検索