

平成28年度関東地域飼料増産行動会議現地研修会（2016.10.13）

飼料用オオムギのダイレクト収穫調製と 乳牛への給与について



農林水産省委託プロジェクト研究「低コスト・省力化、軽労化技術等の開発－自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発－」で実施した成果です。



群馬県畜産試験場
飼料環境係 横澤将美

本日の内容



1. 飼料用オオムギ生産のメリット
2. オオムギWCSのダイレクト収穫による適期
 - ① 水分含量と収量性および飼料成分の変化
3. 収穫時期の違いによるオオムギWCSの発酵品質
 - ① 乳熟～糊熟期のダイレクト収穫調製
 - ② 早熟期のダイレクト収穫調製
4. オオムギWCSの長期保存方法
 - ① ラップフィルムの巻数
 - ② 乳酸菌製剤の利用
5. オオムギWCSを使った乳牛への給与例
 - ① 物理性と栄養価（TDN）の把握
 - ② 発酵TMRにおける利用
 - ③ 先進農家の事例

1. 飼料用オオムギ生産のメリット



- 【年間収量の増産・確保】
飼料用イネ裏作に飼料用オオムギを導入することで**水田の有効活用**
- 【稲麦二毛作地帯】
群馬県は古くから水田二毛作地帯であり、**耕種農家取り組みやすい**
- 【従来草種との比較】
水田裏利用のイタリアンライグラスと比べ、**播種時期が遅い、雑草化しにくくマット状の根が残らない、収穫時の予乾不要、乾物収量も多い**
- 【機械の稼働率向上】
飼料用イネ専用収穫機の**年間稼働率の向上**によるコスト削減
- 【耕畜連携】
家畜ふん堆肥等を利用した**資源循環型の持続的低コスト生産**体系
- 【コムギよりもオオムギの理由】
 - ・食用麦類よりも**収穫時期が早い**ため、イネの準備期間を長くとれる
 - ・二条オオムギと六条オオムギとで収穫期を分散できる



2. オオムギWCSの収穫適期



◆ ダイレクト収穫体系の専用収穫機



コンバイン型収穫機



フレール型収穫機



汎用型飼料収穫機

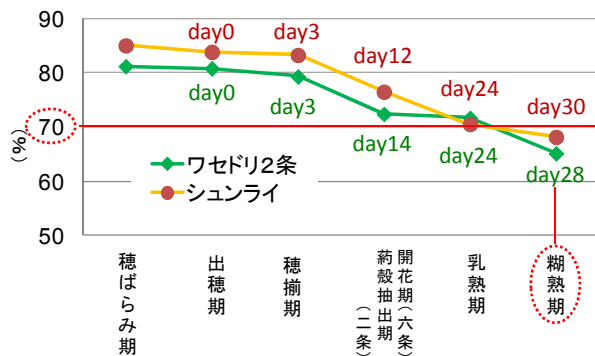


ハーベスタ+梱包機体系

2. オオムギWCSの収穫適期=糊熟期



◆ オオムギ（地上部）の水分含量変化



ワセドリ2条



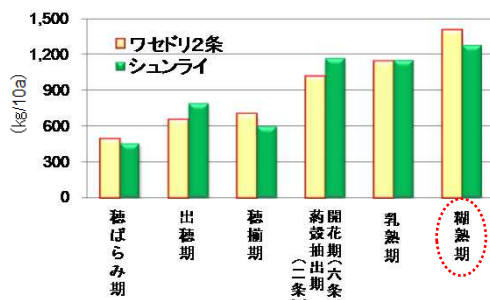
シュンライ

- ・ 出穂期の水分は80%以上を有している
- ・ 出穂期から約3週後に乳熟期に達し、水分は約70%となる
- ・ 出穂期から約4週後に糊熟期になり、水分は70%以下まで低下する

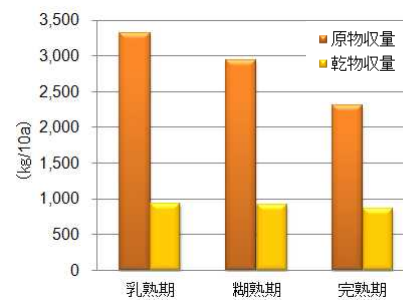
2. オオムギWCSの収穫適期=糊熟期



◆ オオムギ（地上部）の乾物収量変化



飼料用オオムギの乾物収量推移(前橋市)



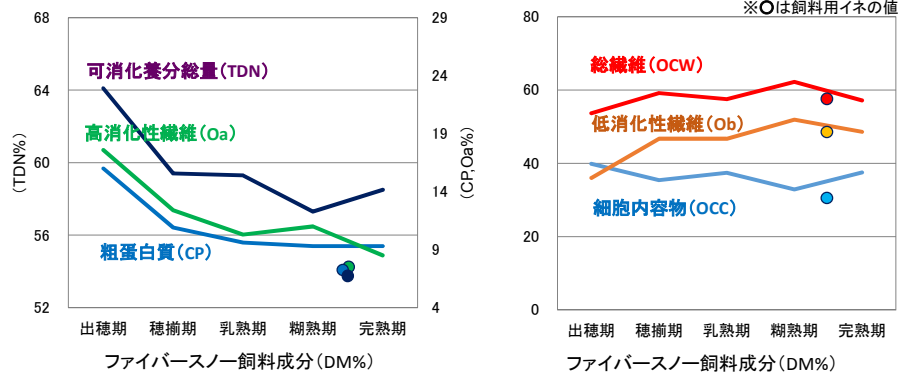
飼料用オオムギの実収量値

- ・ 乾物収量は、登熟によって増加し、糊熟期には1,200~1,400kg/10a(坪刈値)になる
- ・ 完熟期は子実収量が増加する。しかし茎葉部は枯凋し子実の脱粒も増えるため、実収量は低下する

2. オオムギWCSの収穫適期=糊熟期



◆ オオムギ（地上部）の飼料成分変化



- CP、OaおよびTDNは登熟するにつれ、減少する
- 登熟に伴いOCWはやや増加傾向。Obは茎葉の枯凋化により増加。
- 飼料用イネ（黄熟期）と比べ、オオムギ（糊熟期）の栄養価は同等以上。

2. オオムギWCSの収穫適期



◆ WCS用オオムギの収穫適期と判断基準

- ✓ 水分含量が70%以下
- ✓ 乾物収量（実収量）の確保
- ✓ 飼料成分（栄養価）

糊熟期が収穫適期

- 出穂期から約4週間後の時期
- 食用麦類との作業競合回避、稲栽培作業の期間を確保できる

熟期	出穂後 日数	穂部（穀粒）	茎葉
乳熟期	20日 前後	葉緑素があり、指先で簡単に潰せる。	濃緑色を呈する
糊熟前期	25日 前後	胚乳が充実。内・外穎とも穀実と密着は弱く、指で潰せる。芒の先端は黄化。	下位の葉が黄化。
糊熟後期	30日 前後	胚乳が充実し弾力を持つ。内・外穎とも穀実と密着、指で潰しにくい。芒は折れやすい。	下半分が黄化。
黄熟期	35日 前後	葉緑素が完全に消失、硬度を増す。	全体が黄化し始める。
完熟期	40日 前後	穀粒は硬化し容易に潰せず脱粒しやすい。	全体が黄化。

※群馬県前橋市内で栽培した「シュンライ」がモデル。

穂部
茎葉部



3. オオムギWCS発酵品質



3. オオムギWCS発酵品質



◆ 乳熟期と糊熟期調製の違いによる発酵品質比較

【材料・方法】

- ① 品種:「シュンライ」と「セツゲンモチ」
- ② 収穫機械:フレール型収穫機(YWH1400)
- ③ 添加剤:なし
- ④ 調製後1,2,3カ月で調査. 各月12ロール採取.



表 ロールベールの重量と形状

項目	水分含量	原物重量	乾物密度	
調製熟期	品種	(収穫時%)	(kg/m ³ /個)	
乳熟期	シュンライ	74.5	240.8±11.8	122.0±6.2
	セツゲンモチ	71.9	248.9±26.6	132.1±13.0
乳熟期平均		73.2A	244.9A	127.1B
糊熟期	シュンライ	66.1	213.4±9.1	147.2±7.0
	セツゲンモチ	63.9	215.9±14.1	147.2±8.3
糊熟期平均		65.5B	214.8B	147.2A

※各項目の異符号間に有意差あり. A:B<0.01

重量:
乳熟期>糊熟期

梱包密度:
乳熟期<糊熟期

3. オオムギWCS発酵品質

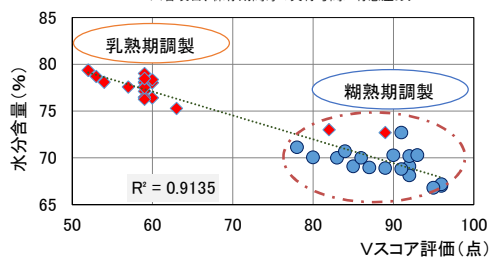


10

◆ 乳熟期と糊熟期調製の違いによる発酵品質比較

保存 期間	調製 時期	水分含量 (%)	pH	有機酸(原物中%)				VBN/TN (%)	Vスコア (点)
				乳酸	酢酸	ノルマル酪酸	プロピオン酸		
1カ月	乳熟期	77.2A	4.38A	1.20	0.29B	1.40A	0.04a	3.3a	59B
	糊熟期	68.1B	3.80B	1.62	0.51A	0.05B	0.01b	2.4b	94A
2カ月	乳熟期	77.2A	4.26A	1.30b	0.39	1.49A	0.07	3.6	60B
	糊熟期	69.5B	3.83B	1.64a	0.60	0.14B	0.01	3.2	86A
3カ月	乳熟期	78.3A	4.52A	0.75b	0.35	2.16A	0.14a	5.1	56B
	糊熟期	69.9B	3.85B	1.68a	0.56	0.17B	0.01b	3.3	84A

※各項目、保存期間毎の異符号間に有意差あり。AB=P<0.01, ab=P<0.05



オオムギWCSの水分含量とVスコアの関係(調製2カ月)

- 水分含量の高い乳熟期収穫は、**酪酸生成が多く、品質は不良**。
- 糊熟期収穫は、**乳酸の生成が多く、pHは4以下と十分に低下する**。
- 水分含量70%以下になる糊熟期に**ダイレクト収穫したWCSは、Vスコアが80点以上の「良」評価で品質は安定している**。

3. オオムギWCS発酵品質



11

◆ 早熟期収穫(結実前)による発酵品質

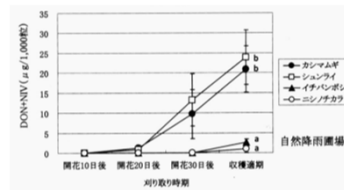


【麦類WCS課題】

- ✓ 農薬使用ができず、**かび毒(赤かび)混入のリスクがある**
- ✓ 収穫適期(糊熟期)期間が短く収穫作業が集中→**繁忙期**



早熟期収穫の導入を検討



オオムギのかび毒蓄積量推移
(飼料用稲麦二毛作マニュアル2013)

3. オオムギWCS発酵品質



12

◆ 早熟期収穫による発酵品質

①フレール型体系



②細断型体系



【材料・方法】

- ① 品種:「ハヤドリ2」
- ② 利用機械:フレール型収穫機、細断型ロールペーラ
- ③ 添加剤:11GFT
- ④ 収穫時期:出穂期後15日(葎殻抽出期前後)
- ⑤ 保管期間:81日間

表 ロールペールの重量と形状

調製機械	水分含量 (収穫時%)	原物重量 (kg/個)	乾物密度 (kg/m ³ /個)
フレール型	75.5	286.0±7.1	141.9±2.4
細断型		296.9±5.2	141.5±3.5

3. オオムギWCS発酵品質

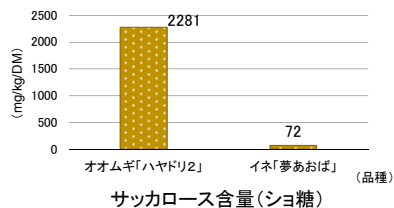


13

◆ 早熟期収穫による発酵品質

発酵品質	試験区	水分含量 (%)	pH	有機酸（原物中%）				VBN/TN (%)	Vスコア (点)	評価	
				乳酸	酢酸	ノルマル酪酸					プロピオン酸
	フレール型	74.1	3.70	1.69	0.94	0.01	0.01	5.3	93	良	
	細断型	75.5	3.72	1.56	0.95	0.02	0.01	6.6	89	良	

熟期/項目	出穂期 後日数	水分 (%)	CP	EE	CA	ADFom	aNDFom	NFC	TDN
			—	—	—	DM (%)	—	—	—
葎殻抽出前後	15	75.5	7.8	2.2	6.9	31.0	58.4	26.5	59.2
糊熟前期	24	64.2	6.1	2.4	5.2	22.1	48.5	39.5	64.4



- 結実前で水分含量が高いが、**発酵品質は良好**→**乳酸菌製剤の添加効果**。
- (メリット)早熟期のため、**粗蛋白質(CP)**や**繊維成分が高い**。(デメリット)収量少。
- オオムギは、**糖含量が多く**高水分でも乳酸発酵しやすい環境と示唆される。

4. オオムギWCSの長期保存方法



14

◆ラップフィルムの巻数による品質保持の検証

【材料・方法】

- ① 品種:「ワセドリ2条」、「シュンライ」糊熟期収穫
- ② 収穫機械:フレール型収穫機(JCB1500)
- ③ 添加剤:なし
- ④ 梱包:ラップフィルム8層巻(対照は6層巻)
- ⑤ 保管期間:61日(2カ月)および179日(6カ月)



※各3ロールを調査

梱包 (巻数)	保存 期間	水分 (%)	pH	有機酸(原物中%)				V2スロ7 (点)	かび毒(原物中mg/kg)		
				乳酸	酢酸	ノルマル酪酸	プロピオン酸		フフラトキシンB1	デオキシ コハレノール	ゼアラレノン
8層	2カ月	66.6	3.72	1.92	0.50	0.02	0.01	94	未実施		
	6カ月	65.7	3.73	1.84	0.53	0.16	0.01	81	0.01未満	0.01未満	0.01未満
6層	6カ月	67.9	4.31	0.12	0.65	2.33	0.06	53	0.01未満	0.01未満	0.01未満

*かび毒の未満表示は、定量検出限界値以下を示す。

- ・ 8層巻では6カ月保管時も発酵品質は「良」を維持。
- ・ 6層巻では6カ月保管時に酪酸が多く、発酵品質は「不良」の評価。
- ・ 8層巻での保管は品質保持に有効な手段の1つ。

4. オオムギWCSの長期保存方法



15

◆乳酸菌製剤の利用による品質保持の検証

【材料・方法】

- ① 品種:「シュンライ」糊熟期収穫
- ② 収穫機械:フレール型収穫機(JCB1500)
- ③ 添加剤:サイマスターAC(対照は無添加)
- ④ 梱包:ラップフィルム6層巻
- ⑤ 保管期間:184日(6カ月)および365日(12カ月)

※各3ロールを調査



4. オオムギWCSの長期保存方法



16

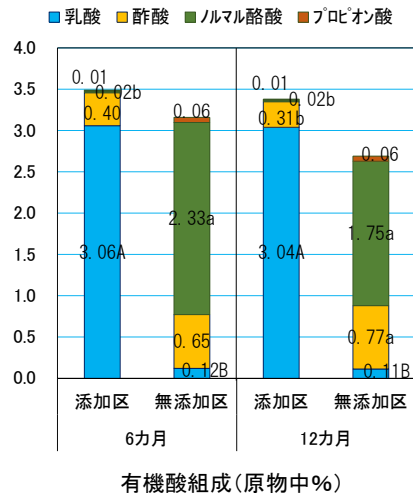
◆ 乳酸菌製剤の利用による品質保持の検証

保存 期間	試験区	水分 (%)	pH	VBN/TN (%)	Vスコア (点)
6カ月	添加区	66.3	3.47B	4.6	96A
	無添加区	67.9	4.31A	7.5	47B
12カ月	添加区	69.5	3.52B	6.9	94A
	無添加区	67.2	4.31A	9.4	46B

※各保存期間における項目の異符号間に有意差あり。A:B=P<0.01、
a:b=P<0.05

◎かび毒はいずれも未検出

- ・ 添加区は6カ月、12カ月保管とも**乳酸が3%**と多く生成され、**pHは3.5程度を維持し高品質のまま安定した状態**。
- ・ 無添加では、酪酸主体の有機酸組成であり、品質の劣化が顕著。
- ・ **乳酸菌製剤の利用は、長期保存の品質保持に効果的な手段。**



4. オオムギWCSの長期保存方法



17

◆ 自家製乳酸菌による発酵品質の検討

オオムギ由来の乳酸菌増殖発酵液（発酵液）の作成

※飼料用イネの付着乳酸菌事前発酵液の調製方法（平岡ら）に準じた方法により作成。

- ① 収穫前のオオムギ原物1kgを細切
- ② 5Lの水に①を加え10分間振とう
- ③ 二重以上にしたガーゼで抽出液を濾過
- ④ 抽出液に砂糖2%加え室内で5日間静置

【材料・方法】

- ① 品種:「ハヤドリ2」 糊熟期収穫
- ② 収穫機械:フレール型収穫機(JCB1500)
- ③ 添加剤:発酵液、サイマスターAC、11GFT →3つを比較
- ④ 梱包:ラップフィルム6層巻
- ⑤ 保管期間:61日(2カ月)および167日(6カ月)
※各2ロールを調査

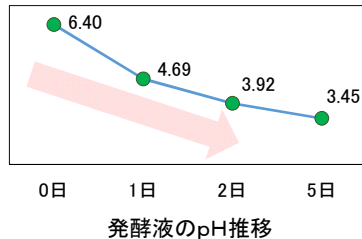


4. オオムギWCSの長期保存方法



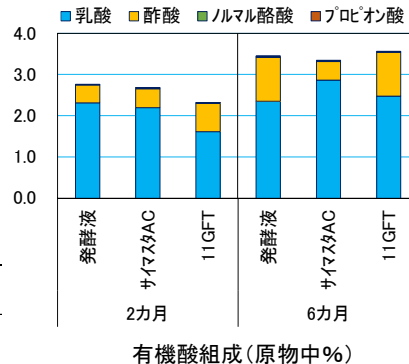
18

◆ 自家製乳酸菌による発酵品質の検討



保存期間	試験区	水分 (%)	pH	VBN/TN (%)	Vスコア (点)
2カ月	発酵液	69.3	3.53	5.7	95
	サイマスタAC	68.3	3.45	5.5	95
	11GFT	67.0	3.56	5.4	94
6カ月	発酵液	68.4	3.67a	6.3	88
	サイマスタAC	66.7	3.65a	5.8	94
	11GFT	67.2	3.51b	6.7	89

※異符号間に有意差ありa:b=P<0.05



- ・ 発酵液は安価なことがメリット。
- ・ いずれの添加剤も良好な発酵品質を示し、保存性は良い。

オオムギWCSのダイレクト収穫調製



19

～良質調製のためのポイント～

- ◆ 収穫適期（糊熟期）を逃さない
- ◆ 土壌の巻き込みを防ぐ
- ◆ 細切し梱包密度を上げる
- ◆ 乳酸菌製剤を上手く使う（特に早熟期収穫と長期保存用には必須）
- ◆ ラップの巻数は6層以上かつ長期保管の場合は8層が望ましい

5. オオムギWCSの乳牛への給与



(TMR給与)



(消化試験)



(発酵TMR調製)

5. オオムギWCSの乳牛への給与



◆ オオムギWCSの栄養価と物理性

飼料成分の比較	オオムギ ¹⁾ WCS	イネWCS	スーダン ²⁾ グラス乾草	チモシー ²⁾ 乾草	トウモロコシ ²⁾ サイレージ
飼料成分(%DM)					
粗蛋白質	7.6	5.8	8.6	7.6	8.0
粗脂肪	2.5	2.4	1.7	2.1	3.0
中性デタージェント繊維	55.6	48.3	67.9	66.6	47.7
可消化養分総量	59.4	54.0	52.2	54.4	66.4
咀嚼行動					
採食時間(分/日)	169	144	-	-	-
反芻時間(分/日)	483	493	-	-	-
咀嚼時間(分/日)	653	637	-	-	-
RVI(分/乾物1kg)	72	82	77	83	66

【飼料成分】

- CPIはチモシーと同等、NDFomはイネ、トウモロコシ以上、イネ科牧乾草以下
- TDNIはイネ科牧乾草より高い値

【RVI: 粗飼料評価指数】

- トウモロコシ<オオムギWCS, スーダン乾草<イネWCS, チモシー乾草

注1) 飼料成分: オオムギWCS実測値。イネWCS、スーダングラス、チモシーおよびトウモロコシサイレージは日本標準飼料成分より引用。

注2) 咀嚼行動: オオムギWCS実測値。イネWCS既報値。スーダングラス、チモシーおよびトウモロコシサイレージは日本飼料標準・乳牛2006から引用。

注3) RVI: 粗飼料評価指数=反芻時間/DMI

5. オオムギWCSの乳牛への給与



◆ オオムギWCSの消化率（イネWCSと比較）

消化率の比較	オオムギWCS	イネWCS
乾物	61.3	52.7
有機物	62.3	59.3
粗蛋白質	54.3	37.7
粗脂肪	69.3	60.8
中性デタージェント繊維	53.5	44.1
穀実消失率	93.1	95.5

※ イネWCSの穀実消失率は、既報値

- いずれの項目も消化率は、イネWCSより高い傾向
→イネWCSと同等以上の栄養価があることを証明

5. オオムギWCSの乳牛への給与



◆ オオムギWCS給与（発酵TMR、短期給与）

※チモシー乾草全量代替を検討

供試牛:	ホルスタイン種泌乳牛6頭(2~4産): 泌乳中後期
試験期間:	平成22年11月22日~平成23年2月18日 1期28日間(馴致21日間、本試験7日間)
実験計画:	ラテン方格法
試験区:	対照区:オオムギWCS 0% 50%区:チモシー乾草をオオムギWCSで50%代替 100%区: " 100%代替

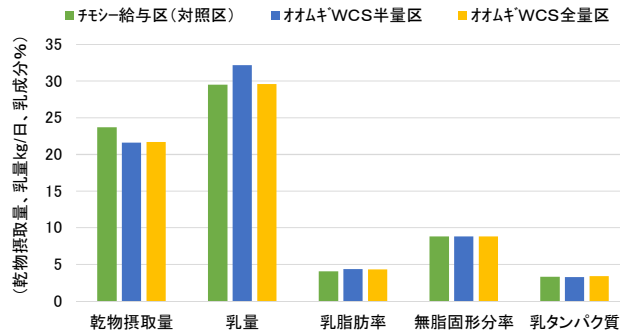
飼料混合割合	対照区	50%区	100%区
オオムギWCS	-	14.5	29
チモシー乾草	29	14.5	-
コーンサイレージ	12	12	12
配合飼料	59	59	59



5. オオムギWCSの乳牛への給与



◆ オオムギWCS給与（発酵TMR、短期給与）



【オオムギWCS混合発酵TMRの短期給与】

- ・選好性、消化性に**問題はない**。
- ・乳生産は、チモシー乾草と**遜色がない**。
- ・第一胃内容液性状および血液生化学性状は、**正常値の範囲内**で影響は認められない。



オオムギWCSはチモシー乾草の代替になる

5. オオムギWCSの乳牛への給与



◆ オオムギWCS給与（発酵TMR、長期給与）

※泌乳前期の泌乳牛における長期給与の検討

供試牛	ホルスタイン種泌乳牛 6頭(2~5産)
試験期間	平成24年8月~平成25年2月分娩前3週~分娩後15週
試験方法	一元配置法
試験区	対照区: 流通チモシー乾草主体フレッシュTMR オオムギWCS区: オオムギWCS主体発酵TMR

項目\区	対照区	オオムギWCS区	飼料成分(DM%)	対照区	オオムギWCS区
オオムギWCS(セツケンモチ)	—	29.0	乾物	49.4	47.5
チモシー乾草	29.0	—	粗蛋白質	13.0 b	14.2 a
トウモロコシサイレージ	7.0	7.0	粗脂肪	3.7 B	5.9 A
圧片トウモロコシ	18.5	18.5	NDF-om ¹⁾	33.6 A	27.9 B
圧片大麦	14.5	14.5	NFC ²⁾	44.3	45.0
大豆粕	10.2	10.8	TDN ³⁾	77.1	77.0
ビートパルプ	5.0	4.3			
綿実	5.5	4.2			
ビール粕	4.0	3.8			
脂肪酸カルシウム	0.6	2.2			
その他 ¹⁾	5.7	5.7			

1) ふすま2%、糖蜜2%、炭酸カルシウム0.9%、第二リンカル0.3%、ビタミンADE0.3%、食塩0.2%

1) 中性 detergent 繊維、2) 非繊維性炭水化物
3) 設計値 ※A,B:p<0.01 a,b:p<0.05

5. オオムギWCSの乳牛への給与



◆ オオムギWCS給与（発酵TMR、長期給与）

項目		対照区	オオムギWCS区
平均体重	kg	655.3 A	637.5 B
乾物摂取量	kg/日	22.1 A	18.2 B
乳量	kg/日	25.4(32.2) B	36.3 A
4%FCM ¹⁾	kg/日	26.6 B	37.2 A
乳成分			
乳脂率	%	4.31	4.16
無脂固形率	%	8.8 A	8.45 B
乳蛋白率	%	3.57 A	2.99 B
乳糖率	%	4.22 B	4.47 A
MUN ²⁾	mg/dl	6.7 B	8.2 A

1) 4%乳脂補正乳量 2) 乳中尿素窒素
()内は2頭平均の乳量 ※A,B: p<0.01

- 乾物摂取量は対照区より有意に低い、乳量は平均35kg/日と有意に高い。
- 乳成分は対照区より低い、**正常値の範囲内**であり、チモシー乾草主体のフレッシュTMRと遜色がない。
- 血液性状、第一胃内容液性状は**正常値の範囲内**で、泌乳前期牛の健康への影響は認められない。

オオムギWCS混合
の発酵TMR



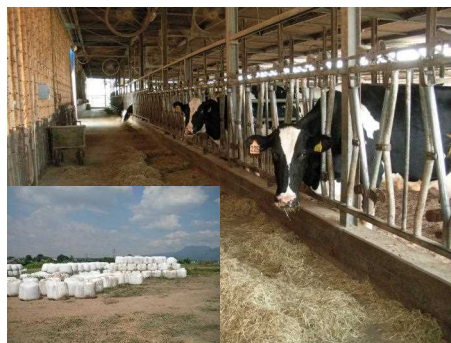
泌乳前期牛に給与してもチモシー乾草
100%代替が可能と示唆。

5. オオムギWCSの乳牛への給与



◆ オオムギWCS給与（前橋市S牧場の例）

◎経産牛：約120頭
◎給与形態：TMR（フレッシュ）
◎給与量：
イネWCS 5kg
オオムギWCS 3kg
粃米サイレーシ 3kg
トウモロコシサイレーシ 7kg
配合飼料 15kg
オーツハイ 1.5kg
アルファルファ 2kg
トウモロコシ輸入乾草 1.5kg
◎搾乳量：11,500kg/頭/年



- ✓ イネ・オオムギWCSは**通年給与**の体制が整っている。
- ✓ イネ・オオムギWCSは**適期収穫よりも早い時期での収穫**を行い、飼料成分（特に繊維成分）に留意している。



地元産飼料の構成で6次産業
化を進める