

エノキタケ廃菌床を含むイネ WCS 発酵 TMR の 発酵品質と乳牛の乳生産性に及ぼす影響

梅田剛利*・太田 剛¹⁾・北崎宏平・馬場武志¹⁾

稲発酵粗飼料(イネ WCS)を主体とした発酵混合飼料(発酵 TMR)の原料として、エノキタケ廃菌床の利用可能性を検討するため、乳牛への給与試験を実施した。給与試験はホルスタイン種泌乳牛 6 頭を用い、エノキタケ廃菌床を含む発酵 TMR(廃菌床区)と、これを含まない発酵 TMR(対照区)を給与した 1 期 15 日間の試験を行い、2 期目には処理を反転するクロスオーバー法で行った。エノキタケ廃菌床を含むイネ WCS 発酵 TMR の発酵品質は良好であり、両試験区の乾物摂取量と第一胃内溶液性状および乳量における処理間差は見られなかった。乳成分の無脂固形分率に有意差があったものの、廃菌床区が 9.0%と対照区の 8.8%より高く($P < 0.01$)、良好な乳成分含量であった。以上の結果から、エノキタケ廃菌床をイネ WCS 発酵 TMR の原料として利用することは可能であることが示された。

[キーワード: エノキタケ廃菌床, 稲発酵粗飼料, 発酵 TMR, 泌乳牛]

Effect of a Total Mixed Ration Containing Spent Substrate from Enokitake Mushroom (*Flammulina velutipes* (Curt.:Fr.) Sing) using Whole Crop Rice Silage on Fermentation quality and Lactation Performance in Dairy Cows. UMEDA Taketoshi, Takeshi OHTA, Kouhei KITAZAKI and Takeshi BABA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 1:44-48 (2015)

To evaluate the fermentation quality of fermented total mixed ration (TMR) containing spent substrate from Enokitake mushroom (SSEM) using whole crop rice silage, and to investigate the effect of feeding fermented TMR containing SSEM on intake, digestibility and milk production, two primiparous and four multiparous Holstein lactating cows were assigned to 1 of 2 diets in a crossover design. During each of the 15-d periods, cows were fed either TMR containing SSEM or TMR not containing SSEM. Both SSEM TMR and control TMR showed excellent fermentation quality. There were no significant difference in DM intake, fermentation conditions in the rumen, or milk yield between cows fed SSEM TMR and control TMR. Milk solids-not-fat was higher for cows fed SSEM TMR than for control TMR (9.0 vs, 8.8%; $P < 0.01$), whereas both SSEM TMR and control TMR showed excellent milk quality. These results indicate that fermented TMR containing SSEM can be used for lactating cows.

[Key words: Enokitake mushroom, whole crop rice silage, total mixed ration, lactating cows]

緒 言

近年の輸入飼料価格の高騰により、酪農経営は一層厳しさを増している。このような状況の中、最近のきのこ生産は菌床の材料が家畜飼料と同じものが用いられる菌床栽培へと移行しており、きのこ廃菌床が低価格資源として活用できれば飼料の低コスト化に貢献できると考えられる。

我が国のきのこ生産量は、農林水産省の特用林産物生産統計調査(2012)によると、主要 9 品目で年間 46 万 t が生産されており、中でもエノキタケは 13 万 t と最も多い。エノキタケ生産に用いられる菌床はコーンコブが主体であり、小柳ら(1999)はコーンコブ主体のきのこ廃菌床がインビトロ消化率とヤギによる消化試験の結果からライグラスストローと同等の飼料価値を持つことを報告している。このことから、エノキタケ廃菌床による粗飼料の一部代替利用の可能性が示唆される。

一方、稲発酵粗飼料(イネ WCS)は水田で作られる稲のホールクロップサイレージであり、稲発酵粗飼料用稲は近年作付面積が増加している自給飼料である。福岡県における作付面積は 2009 年に 387ha であったのが、2013 年には

1,049ha に増加しており(農林水産省 2006)、これに合わせて、粗飼料としてイネ WCS を用いた発酵 TMR の県内流通が検討されている。

きのこ廃菌床は水分含量が半分程度と多いため保存性が悪く、牛の嗜好性も悪いことが知られているが、エノキタケ廃菌床はサイレージ化することで長期間保存が可能であり(當眞ら 2005)、ナメコ廃菌床は単独では乳牛に採食されないが、配合飼料あるいはアルファルファヘイキューブと混合給与すると採食される(増田, 下條 2005)。これらの報告から、イネ WCS の一部をエノキタケ廃菌床で代替して発酵 TMR にすることにより、廃菌床の保存性と嗜好性を改善しつつ、飼料コストを低減できる可能性がある。しかしながら、泌乳牛におけるきのこ廃菌床の給与と乳生産性に関する報告はみあたらない。

そこで本試験では、エノキタケ廃菌床がイネ WCS を用いた発酵 TMR の原料としての利用可能性を検討するため、イネ WCS の一部をエノキタケ廃菌床で代替した発酵 TMR の発酵品質を評価するとともに、これを泌乳牛に給与した場合の採食性と乳生産性に及ぼす影響を検討した。

*連絡責任者

(資源活用研究センターバイオマス部: umeda-t4900@pref.fukuoka.lg.jp)

1) 畜産部

材料および方法

1 TMR の調製

試験を実施するにあたり、きのこ廃菌床を含む TMR（以下、廃菌床区）と含まない TMR（以下、対照区）の 2 種類の TMR（第 1 表）を調製した。イネ WCS は県内で栽培されたもので、品種は「タチアオバ」を用い、TMR 調製前に分析用サンプルとして採取した。きのこ廃菌床は大木町のきのこ生産者から提供されたエノキタケ廃菌床を用い、TMR 調製前に分析用サンプルとして採取した。生産者からの聞き取りによる菌床の主な材料はコーンコブが 4 割とこめぬかが 4 割およびビートパルプが 1 割であった。エノキタケ廃菌床はビニール袋に 20kg ずつ（15 個）密封した後、翌日に熊本県菊池市の全国酪農業協同組合連合会中九州酪農センターへ搬送して TMR 調製に用いた。廃菌床を含まない対照区の TMR はイネ WCS を乾物で 41%とし、可消化養分総量 (TDN) が 75%, 粗タンパク質 (CP) が 13%, 中性デタージェント繊維 (NDFom) が 30%となるように日本標準飼料成分表 (2009 年版) に記載された値とイネ WCS の化学分析値を用いて濃厚飼料の配合割合を調整した。廃菌床区の TMR は乾物あたり 10%のイネ WCS をエノキタケ廃菌床で置き換え、TDN と CP および NDFom の値が対照区と同様となるように配合割合を調整した。なお、エノキタケ廃菌床の分析値は、分析用サンプルを採取した廃菌床のかき出し直後の翌日に発酵 TMR の調製を実施したため、小柳ら (1999) の報告による分析値 (TDN はインビトロ乾物消化率を代用) を用いた。また、2 種類の TMR はともに水を加えずに調製し、泌乳牛への給与試験は約 3 ヶ月の発酵期間を経てから開始した。

第1表 イネWCSエノキタケ廃菌床TMRの混合割合

飼料名	対照区	廃菌床区
	- 乾物%-	
イネWCS	41.0	27.0
加熱圧ぺんとうもち	30.0	37.0
コーングルテンフィード	16.0	15.0
糖蜜	13.0	12.0
エノキタケ廃菌床	0.0	10.0

2 供試動物および飼養管理

供試した動物はホルスタイン種泌乳牛 6 頭（初産牛 2 頭および経産牛 4 頭）で、両区に初産牛 1 頭と経産牛 2 頭をそれぞれ配置し、試験用 TMR で 1 週間馴致した後、1 期 15 日間（予備期 10 日間、本試験期 5 日間）の試験を行った。2 期目には処理を反転して試験を実施した（クロスオーバー法）。試験開始時における平均体重±標準偏差 (SD) と平均分娩後日数±SD は初産牛でそれぞれ、666±33.0kg と 247±8.5 日、経産牛でそれぞれ 715±47.7kg と 194±50.9 日であり、経産牛の平均産次±SD は 2.3±0.4 産であった。飼養形態はフリーストール方式、個体給餌はドアの

開閉時間と飼槽重量が自動的にコンピュータ内に記録されるドアフィーダ飼槽（ウエストファリア・システムット社製、ドイツ）により実施した。飼料給与は試験用発酵 TMR を現物あたり 15kg/日とし、濃厚飼料自動給餌装置 (CCF : コンピュータコントロールフィーダー) を用いて泌乳牛用配合飼料 (TDN74) を 1 日 5kg 給与した。さらに、TDN 要求量が 110%となるように粗飼料と配合飼料を追給した。追給飼料は購入スーダングラス乾草とアルファルファペレットおよび泌乳牛用配合飼料 (TDN74) を現物あたり 4 : 3 : 8 の割合で混合した TMR とした。試験用発酵 TMR と追給用 TMR は 1 日 2 回 (9:00 と 17:00) に分けて給与した。ビタミン添加剤 50g とミネラル調整剤 50g は 1 日 1 回 17:00 に飼槽内の TMR にトップドレス給与し、飲水および舐塩は自由とした。搾乳は 1 日 2 回 8:45 分と 17:15 分から行った。なお、試験中の動物に対する取り扱い「産業動物の飼養および保管に関する基準」（総理府告示 1987 年 10 月）に従った。

3 調査方法および試料の分析方法

飼料摂取量はコンピュータに記録されたドアフィーダ飼槽による摂取量と CCF の摂取量とした。乳量は搾乳時に測定し、体重は 1 日 2 回搾乳直後に測定した。分析用乳サンプルの採取は本試験期間中最後の 3 日間行った。採血は試験最終日の 10 : 00 から行い、第一胃内容液の採取は最終日 13 : 00 に経口カテーテルにより行った（全国農業共済協会 1997b）。糞サンプルは本試験期間中最後の 3 日間、10:00 と 18:00 に直腸刺激によって排出されたものを 1kg 程度採取し、良く混合した後 300g 程度をただちに 55℃で 48 時間乾燥した。乾燥した糞サンプルは 1 試験期分を混合後、一部を分析に供した。飼料の消化率は飼料と糞のリグニンをを用いた指示物質法により求めた（石田 2001）。飼料および本試験期間中の残飼は 55℃, 48 時間乾燥した。乾燥した飼料と残飼および糞サンプルは 1 mm メッシュを装着した粉砕機で粉砕した。

発酵 TMR とイネ WCS の発酵品質を調べるため、pH、有機酸組成および揮発性塩基態窒素 (VBN) 含量を測定し、VBN と総窒素との割合 (VBN/TN) と V-スコアを求めた（自給飼料利用研究会 2009）。有機酸組成は高速液体クロマトグラフィを用いた BTB ポストラベル法で測定し、VBN は水蒸気蒸留法で測定した（自給飼料利用研究会 2009）。乳脂率、乳タンパク質率、乳糖率、無脂固形分率および乳中尿素体窒素は MILKO-SCAN FT6000UWF（Foss Electric, Hillerød Denmark）を用いて測定した。乾燥粉砕した飼料と残飼は CP を算出するため窒素をケルダール法により測定し、乾物率、粗灰分、粗脂肪および NDFom を測定した（自給飼料利用研究会 2009）。乾燥粉砕した糞は乾物率、粗灰分、粗脂肪および NDFom を測定した（自給飼料利用研究会 2009）。また、飼料は酵素法による総繊維 (OCW) を測定した（自給飼料利用研究会 2009）。なお、NDFom と OCW の測定にあたってはすべてのサンプルをアミラーゼ処理した。飼料と糞のリグニンは酸性デタージェント液による処理時間を 6 時間とした改良型酸性デタージェントリグニン（改良型 ADL）を測定した（竹澤ら 1992）。非繊維性炭

第2表 供試飼料の化学分析値

		エノキタケ 廃菌床	イネWCS	TMR(発酵前)		発酵TMR		スーダン 乾草	ルーサン ペレット	泌乳牛用 配合飼料	追給用 TMR
				対照区	廃菌床区	対照区	廃菌床区				
乾物率	現物%	49.8	42.8	55.8	59.8	52.0	59.4	94.3	93.1	90.0	91.8
粗灰分	乾物%	17.5	10.8	10.0	9.6	12.0	9.5	9.4	9.3	6.0	7.6
CP	乾物%	12.0	5.9	9.9	10.6	11.3	11.4	8.5	17.3	22.4	17.5
粗脂肪	乾物%	6.1	2.7	2.1	3.5	2.9	4.2	1.7	2.6	4.9	3.6
NDFom	乾物%	44.4	54.8	34.4	27.4	37.7	34.5	68.3	49.8	20.4	39.5
NFC	乾物%	20.0	25.9	43.6	48.8	36.2	40.5	12.2	21.2	46.3	31.8
OCW	乾物%	51.9	56.5	34.6	32.0	36.5	32.8	73.0	57.1	24.3	44.4
OCC	乾物%	30.6	32.7	55.5	58.4	51.5	57.7	17.7	33.7	69.6	48.0
改良型ADL	乾物%	-	-	-	-	3.7	2.5	2.2	7.6	0.8	2.6

1) NDFom 中性デタージェント繊維, NFC 非繊維性炭水化物, OCW 細胞壁物質(総繊維), OCC 細胞内用物質の有機物部分, 改良型ADL 酸性デタージェント液処理 6時間のリグニン

2) 追給飼料はスーダン乾草とルーサンペレットおよび泌乳牛用配合飼料の化学分析値と混合割合から算出

水化物 (NFC) は乾物含量から粗灰分, 粗脂肪, CP および NDFom 含量を差し引いて算出し, 細胞内容物質の有機物部分 (OCC) は乾物含量から粗灰分, OCW 含量を差し引いて算出した (自給飼料利用研究会 2009)。有機物は乾物含量から粗灰分含量を差し引いて算出した。第一胃内容液は採取後ただちに 2 重ガーゼでろ過して pH を測定し, ろ過した第一胃内容液 1ml に 4ml の MFS (メチルグリーン・ホルマリン溶液) を加え原虫の計数に供した (小野寺 2001)。その後, 第一胃内容液は遠心分離 (3,000rpm, 15 分, 4℃) し, 上清は揮発性脂肪酸 (VFA) とアンモニア態窒素の分析に供するため -25℃ で凍結保存した (全国農業共済協会 1997b)。VFA は高速液体クロマトグラフィーを用いた BTB ポストラベル法で測定し, アンモニア態窒素は水蒸気蒸留法で測定した。血液の白血球数と赤血球数およびヘマトクリット値は多項目自動血球計数装置 (Sysmex KX-21NV, シスメックス, 神戸) を用いて測定した。その後分離した血漿は, 総タンパク質, 血糖, 尿素態窒素, 総コレステロールおよびゲルタミック・オキザロアセティック・トランスアミナーゼ (GOT) を血液化学自動分析機 (スポットケム SP-4410, 第一科学, 京都) による測定に供した。

得られた測定値は, 分散分析により群および時期の効果をブロック因子, 飼料の効果を処理因子として解析した。

結果および考察

試験用 TMR に用いたエノキタケ廃菌床とイネ WCS および TMR の化学分析値を第 2 表に示した。なお, 追給用飼料はスーダングラス乾草とルーサンペレットおよび泌乳牛用配合飼料の化学分析値と混合割合を用いて計算した (第 2 表)。エノキタケ廃菌床は生産者からの聞き取りによるとコーンコブ主体の菌床で栽培されたものであり, CP と NDFom がそれぞれ 12.0% と 44.4% であった (第 2 表)。小柳ら (2001) の報告によるコーンコブ主体エノキタケ廃菌床の成分値, CP と NDFom がそれぞれ 11.4% と 53.3% と比べると, CP は同程度であったが, NDFom は低かった (第 2 表)。これは, 菌床の材料や混合割合が異なるためと推察され,

このことが廃菌床区の NDFom 含量が対照区と比べて低くなった一要因と考えられた。

TMR の飼料成分は両区とも発酵 TMR が発酵前の TMR と比べ, NFC と OCC 含量が低く, 逆に NDFom と OCW が高くなった (第 2 表)。鈴木ら (2010) は発酵前と比べて発酵 TMR における NFC 含量の低下と NDFom 含量の増加を報告しており, NFC が発酵基質として利用されたものと考察している。本試験においても貯蔵中の廃汁発生がまったく観察されなかったことから, 可溶性炭水化物を含む画分である NFC と OCC が発酵により消費され, 繊維成分である NDFom と OCW が相対的に増加したものと思われた。発酵品質に関してはイネ WCS と発酵 TMR について調べた。イネ WCS の発酵品質は pH が 4.9 であったことと乳酸が検出されなかったことから, サイレージ発酵は進んでいないものの, VBN/TN は 6.0% と低く, V-スコアも 97.0 点 (第 3 表) であったことから品質は良好であると判断された。イネ WCS を用いた発酵 TMR の発酵品質は両区とも pH と有機酸含量および VBN 含量が同程度で, 廃菌床区と対照区の VBN/TN はそれぞれ 2.8%, 3.3% と低く, V-スコアはそれぞれ 96.1 点, 94.5 点と高かったことから (第 3 表) 発酵品質は両区とも良好であり, 今回使用したエノキタケ廃菌床がイネ WCS 発酵 TMR の発酵品質に及ぼす負の影響は特に見られなかった。試験期間中の体重, 乾物摂取量, 見かけの消化率および TDN 含量に処理間差は認められず同程度であった (第 4 表)。CCF による泌乳牛用配合飼料の摂取量はどの試験牛も設定量の 5kg/日であり, 飼槽内に給与した 1 日あたりの発酵 TMR 量と追給用 TMR 量から総給与量を計算すると, 合計乾物量 $\pm$ SD/日が廃菌床区と対照区でそれぞれ 29 ± 3.4 kg/日と 29 ± 1.6 kg/日と同様であり, 乾物残飼量 $\pm$ SD は廃菌床区と対照区でそれぞれ 2.6 ± 1.7 kg/日と 2.9 ± 2.9 kg/日と同様であった。また, 給与飼料のイネ WCS ときのこ廃菌床の乾物割合は廃菌床区と対照区でそれぞれ 9.1% と 12.1% および 3.4% と 0.0% と計算された。各飼料の成分含量と給与量から算出した給与成分含量は両試験区で同程度であり (第 4 表), CP は廃菌床区と対照区でそれぞれ 16.4% と 16.6% であった (第 4 表)。これ

第3表 イネWCSと発酵TMRの発酵品質

		イネWCS	発酵TMR 対照区 廃菌床区	
乾物率	%	42.8	59.4	52.0
pH		4.9	4.1	4.0
有機酸	新鮮物中%			
乳酸		ND	0.99	0.66
酢酸		0.06	0.20	0.17
酪酸		ND	ND	ND
プロピオン酸		ND	ND	ND
VBN	mg/100g新鮮物	24.1	31.4	30.1
VBN/TN	%	6.0	3.3	2.8
V-スコア		97.0	94.5	96.1

1) VBN/TN 総窒素中の揮発性塩基態窒素割合

第4表 給与飼料の摂取成分含量と乾物摂取量および消化率

		対照区	廃菌床区	標準誤差
体重	kg	696.9	696.9	13.9
乾物摂取量	乾物kg/日	26.6	25.9	0.79
給与成分含量				
乾物	%	75.0	74.9	0.71
有機物	乾物%	91.7	91.7	0.11
CP	乾物%	16.6	16.4	0.04
粗脂肪	乾物%	1.0	1.1	0.03
NDFom	乾物%	34.8	35.0	0.47
消化率				
乾物	%	61.8	63.6	1.20
有機物		61.8	63.9	1.23
粗脂肪		78.8	78.1	1.19
NDFom		35.8	35.3	2.34
TDN		64.3	68.7	0.91

1) TDN 可消化養分総量, NDFom 中性デタージェント繊維

第5表 供試牛の乳量と乳成分

		対照区	廃菌床区	標準誤差
乳量	kg/日	30.9	29.3	1.63
4%FCM	kg/日	30.8	27.8	1.49
乳脂肪率	%	4.0	3.7	0.10
乳タンパク質率	%	3.4	3.6	0.06
乳糖率	%	4.5	4.4	0.05
無脂固形分率	%	8.8	9.0	0.04 **
乳中尿素態窒素	mg/dL	12.9	10.4	0.62

1) **: P<0.01

2) 4%FCM 4%脂肪補正乳量

第6表 供試牛の第一胃内容液性状

		対照区	廃菌床区	標準誤差
pH		6.5	6.5	0.10
総原虫数	10 ⁴ 個/ml	14.7	10.4	2.62
総VFA	mmol/dL	11.8	11.6	0.19
酢酸	mol%	49.7	50.7	1.56
プロピオン酸	mol%	20.5	23.4	1.89
酪酸	mol%	23.5	22.1	1.71
酢酸/プロピオン酸		2.7	2.3	0.21
アンモニア態窒素	mg/dL	8.5	8.5	0.26

1) VFA 揮発性脂肪酸

らのことから、エノキタケ廃菌床をイネ WCS 発酵 TMR の原料とした場合の泌乳牛における嗜好性および乾物摂取量に及ぼす負の影響は特になく考えられた。

乳量と乳成分は無脂固形分率を除いて処理間差は認められなかった (第 5 表)。両試験区の乳成分は全国乳質改善協会が示す最上級の乳成分基準が乳脂肪率 3.7%以上、乳タンパク質 3.2%以上、無脂固形分率 8.7%以上となっていることから (中央畜産会 2005)、両区とも良好な乳成分と思われる (第 5 表)。第一胃内容液性状を第 6 表に示した。第一胃内容液の pH、総原虫数、総 VFA 濃度、VFA 組成およびアンモニア態窒素に処理間差は認められず、いずれも正常値の範囲であった (全国農業共済協会 1997b)。乳成分のうち無脂固形分率は廃菌床区で 9.0%と対照区の 8.8%と比べ有意に高かった (P<0.01, 第 5 表)。無脂固形分率は濃厚飼料の給与量と正の相関関係がある (伊東ら, 1985) ことから、両区の給与粗飼料割合を計算したところ、給与飼料全体の粗飼料割合は両区とも 40%と計算され、同様であった。加えて、繊維の総量を示す NDFom は両区とも乾物あたり 35%と計算され、NDFom のみかけの消化率は廃菌床区と対照区でそれぞれ 35.3%と 35.8%と同様であったことから (第 4 表)、廃菌床区の濃厚飼料摂取量が対照区と比べて高くなったとは考えにくく、無脂固形分率が廃菌床区で高くなった原因は不明である。

血漿中代謝産物については、どの成分も処理間差が認められず (第 7 表)、いずれも正常値の範囲であった (全国農業共済協会, 1997a)。

第7表 供試牛の血液性状

		対照区	廃菌床区	標準誤差
総タンパク質	g/dL	6.2	6.2	0.08
血糖	mg/dL	56.3	57.3	1.19
血中尿素態窒素	mg/dL	11.0	9.8	0.74
総コレステロール	mg/dL	177	177	12.4
GOT	IU/L	52	56	4.9
白血球数	10 ² /μL	86	85	7.4
赤血球数	10 ⁴ /μL	577	592	13.5
ヘマトクリット値	%	26	29	1.17

1) GOT: グルタミン・オキザロアセティック・トランスアミナーゼ

以上より、コーンコブ主体のエノキタケ廃菌床を乾物あたり 10%混合したイネ WCS 発酵 TMR の発酵品質は良好であり、発酵 TMR を 15kg/日給与した場合の嗜好性や乾物摂取量に及ぼす負の影響は見られなかった。乳中の無脂固形分率に有意差があったものの、廃菌床区は対照区より高かった。乳量に差は見られず、乳成分も良好であったことと、第一胃内容液性状と血液性状に差が見られず正常値であった。これらのことから、エノキタケ廃菌床をイネ WCS 発酵 TMR の原料として利用することは可能であると考えられた。なお、廃菌床の飼料成分含量は菌床の材料や配合割合が異なる場合があることが推察されたことから、飼料分析により把握することが望ましいと思われる。

謝 辞

本研究に際し、イネ WCS の提供ならび発酵 TMR の調製にご協力とご助言をいただいた、ふくおか県酪農業協同組合生産部、古藤政則氏、橋本昌幸氏に深謝します。

引用文献

- 中央畜産会 (2005) 乳用牛, 乳成分・乳質の改善と向上, 東京, <http://zookan.lin.gr.jp/kototen/rakuno/> (2014 年 6 月 30 日閲覧)
- 石田元彦 (2001) 消化試験 反芻動物. 新編 動物栄養試験法 (石橋晃監修) 第一版, 養賢堂, 東京, p. 408- 416.
- 伊藤雄一・余谷行義・東原信幸・佐々木敏雄 (1985) 牛乳の無脂固形分に関する試験. 第 2 報 飼養管理が乳質におよぼす影響. 三重県農業技術センター研究報告 13: 123- 136.
- 自給飼料利用研究会 (2009) 三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地畜産種子協会, 東京. p. 4- 77.
- 小柳 渉・本間暁子・今井明夫・石橋和彦 (1999) キノコ廃菌床の飼料利用に関する研究. 日本畜産学会北陸支部会報 79: 19-21.
- 増田泰久・下條雅敬 (2005) ナメコ栽培廃菌床の栄養価値と嗜好性に及ぼすサイレージ調製の影響. 食肉に関する助成研究調査結果報告書. (財)伊藤記念財団, 東京, 23: 176- 181.
- 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2007) 日本飼養標準・乳牛 (2006 年版). 中央畜産会, 東京, p. 37-93.
- 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2010) 日本標準飼料成分表 (2009 年版). 中央畜産会, 東京.
- 農林水産省 (2006) 平成 24 年度耕地及び作付面積統計. 農林水産省, 東京, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kikaku/book/seisan/24_kouti_menseki/ (2014 年 6 月 30 日閲覧)
- 小野寺良次 (2001) ルーメン機能解析法. 新編 動物栄養試験法 (石橋晃監修) 第一版, 養賢堂, 東京, p. 408- 416.
- 竹澤武春・滝沢静雄・宮重俊一 (1992) リグニンを指示物質とした消化率測定法の検討-改良型 ADL の回収率-. 西日本畜産学会報 35: 26-31.
- 當眞嗣平・守川信夫・長利真幸・望月智代 (2005) 地域未利用資源の活用・エノキダケ廃菌床の飼料化. (1) エノキダケ廃菌床サイレージの発酵品質の検討. 沖縄県畜産研究センター研究報告 43: 52-57.
- 全国農業共済協会 (1997a) 家畜共済における臨床病理検査要領. 第 3 章, 検査手技と評価, 第 3 節, 血液生化学検査, 第一胃内容液検査, 全国農業共済協会, 東京, p. 104- 187.
- 全国農業共済協会 (1997b) 家畜共済における臨床病理検査要領. 第 3 章, 検査手技と評価, 第 8 節, 第一胃内容液検査, 全国農業共済協会, 東京, p. 309- 326.