高糖分イネ「たちすずか」WCS(ホールクロップサイレージ)の給与が泌乳中後期牛の乾物摂取量および乳生産に及ぼす影響

誌名	福岡県農林業総合試験場研究報告
ISSN	21894876
著者名	山口,昇一郎 太田,剛 手島,信貴 浅岡,壮平 馬場,武志
発行元	福岡県農林業総合試験場
巻/号	5号
巻号補足	
掲載ページ	p. 41-46
発行年月	2019年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

高糖分イネ「たちすずか」WCS（ホールクロップサイレージ）の給与が泌乳中後期牛の乾物摂取量および乳生産に及ぼす影響

山口昇一郎*・太田 剛[1)]・手島信貴[1)]・浅岡壮平・馬場武志[2)]

高糖分イネ「たちすずか」WCS を泌乳中後期牛へ給与した際の乾物摂取量および乳生産に及ぼす影響や収穫ステージの違いによる影響を検討するため，泌乳中後期のホルスタイン種経産牛 6 頭を用いてクロスオーバー法で試験を実施した。試験 1 では，イタリアンライグラスサイレージ（IRS；開花期）と比較するため，TMR 中の乾物割合で 34%の IRS を混合したもの（対照区）と，IRS を半量または全量「たちすずか」WCS で代替したもの（試験区）を比較検討した。試験 2 では「たちすずか」の収穫ステージの違いが乾物摂取量および乳生産に及ぼす影響について検討するため，9 月下旬に収穫した糊熟期と 10 月下旬に収穫した完熟期の「たちすずか」WCS について比較検討した。試験 1：乾物摂取量は，対照区に比べ試験区の方が有意に多かった（半量代替区；$P<0.05$，全量代替区；$P<0.01$）。乳量は対照区に比べ全量代替区が有意に多かった（$P<0.05$）。乳成分や血液成分に大きな差は認められなかった。試験 2：乾物摂取量，乳量および乳成分は，試験区間に差は認められなかった。以上のことから，「たちすずか」WCS を TMR に乾物割合で 3 割程度給与すると開花期のイタリアンライグラスサイレージを配合した慣行飼料と比較して泌乳中後期牛の乾物摂取量および乳量が増加する。また「たちすずか」は収穫作業工程上刈り遅れた場合（完熟期）でも乾物摂取量や乳量には影響は認められないことが明らかとなった。

［キーワード：泌乳中後期牛，ホールクロップサイレージ（WCS），高糖分イネ，「たちすずか」］

Influence of the "Tachisuzuka" Diet, a Whole-Crop Silage Rice Cultivar with High Sugar Content, on Dry Matter Intake and Milk Production in Dairy Cows. YAMAGUCHI Shoichiro, Takeshi OHTA, Nobutaka TESHIMA, Sohei ASAOKA and Takeshi BABA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 5:41-46 (2019)

'Tachisuzuka', a rice cultivar for whole-crop silage (WCS), is characterized by a small panicle and high sugar content in the stem. The objective of the present study was to determine the effects of the 'Tachisuzuka' WCS diet and the different harvesting stages of 'Tachisuzuka' on dry matter intake (DMI) and milk production in dairy cows. Six mid- or late-lactation Holstein cows were assigned to one of two diets in a crossover design. In experiment 1, it was compared with Italian ryegrass silage (IRS) at flowering stage. The feeding groups comprised the control group (34% IRS in total mixed ration; dry matter basis), the 50% WCS group (17% IRS plus 16% 'Tachisuzuka' WCS) and the 100% WCS group (32%'Tachisuzuka' WCS). In experiment 2, we examined the effect of different harvesting stages of 'Tachisuzuka' on DMI and milk production. The experiment diets consisted of the dough-ripe stage with 'Tachisuzuka' WCS harvested at the end of September or the full-ripe stage with 'Tachisuzuka' WCS harvested at the end of October. In experiment 1, DMI was significantly larger in the experimental groups than in the control group (50% WCS, $P<0.05$; 100% WCS, $P<0.01$). Milk production was significantly higher in the 100% WCS group than in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in milk components and blood components. In experiment 2, there were no differences in DMI, milk production and milk components between the experimental groups. In conclusion, the 'Tachisuzuka' WCS diet resulted in improved DMI and milk production compared with the normal diet. The late-cut 'Tachisuzuka' WCS diet had no effect on DMI and milk production compared with the normal diet, even if harvesting operation was delayed.

[Key words: dairy cows, high sugar content, 'Tachisuzuka', whole-crop silage (WCS)]

緒　言

福岡県内における稲発酵粗飼料用稲の作付面積は，平成 20 年の 312ha から平成 28 年度には 1,430ha まで増えてきており，草種別内訳において牧草の 29.0%に次いで 27.9%を占めてきている（福岡県 2017）。この栽培面積増加の要因として，従来の品種よりも籾の割合が大幅に低く，茎葉が多収となる WCS 専用品種の「たちすずか」の普及が一因となっている。従来品種では籾の量が多いため泌乳牛に多給した場合には，未消化籾に起因する食滞が発生することが報告（村田・石崎 2014）されており，従来品種のみでの多給は困難であり，他の粗飼料と組み合わせる必要がある。「たちすずか」は平成 22 年に近畿中国四国農業研究センターが開発した品種であり，従来品種である「クサノホシ」や「リーフスター」に比べ，籾の割合が大幅に低く，糖度の高い茎葉が多収の WCS 専用

＊連絡責任者（畜産部：yamashou@farc.pref.fukuoka.jp）
1）現　福岡県農林水産部　畜産課
2）前　福岡県農林業総合試験場　畜産部

受付 2018 年 8 月 1 日；受理 2018 年 11 月 14 日

種である (Matsushita *et al.* 2011)。しかし,「たちすずか」WCSにおける詳細な給与事例は少なく,多給した場合の報告事例も少ない。また,従来品種のイネWCSの場合には,籾の成熟ステージが進むにつれ乳牛の消化率が低下し,未消化籾の割合が増えるため乳熟期から糊熟期の早期に収穫される事例も多いが,早期収穫の場合には,水分が高いため不良発酵が懸念される。一方,「たちすずか」の場合には栽培面積が増えるにしたがい収穫ステージの範囲が主に9月から10月の長期にわたることから,籾割合が低いとはいえ消化性が悪い黄熟期から完熟期で収穫する場合も多い。「たちすずか」WCSにおける収穫ステージの違いによる泌乳牛への影響については,十分に解明されておらず,特に多給した場合の未消化籾による食滞や摂取エネルギー低下が懸念されている。

そこで,試験1では泌乳中後期牛における「たちすずか」の飼料設計上の最大給与量を明らかにすることを目的として「たちすずか」WCSの配合割合の違いが泌乳成績に及ぼす影響について,本県の自給飼料で一般的なイタリアンライグラスサイレージと比較検討した。試験2では収穫ステージの違い(糊熟期または完熟期)による泌乳成績への影響について検討した。

材料および方法

1 供試牛および飼養管理

供試牛は当場で飼養しているホルスタイン種を用いた。試験1では,泌乳中後期(平均分娩後日数200日)の2産次の泌乳牛2頭と初産次の泌乳牛4頭を用いた。試験2では,3産次の泌乳牛1頭,2産次の泌乳牛3頭および初産次の泌乳牛2頭の泌乳中後期牛(平均分娩後日数179日)計6頭を用いた。試験期間は1期14日間(馴致期間9日間,本試験期間5日間)で行うクロスオーバー法で実施し,試験1では2回に分けて実施した。試験1は平成26年12月12日から平成27年2月20日まで実施し,試験2は平成28年1月8日から同年2月5日まで実施した。供試した「たちすずか」WCSは,当該年度の秋に収穫したものを用いた。飼養形態はフリーストール方式,個体給餌はドアフィーダー飼槽により実施した。TMRは,ロールベールシュレッダーで粗飼料を細断後,TMRミキサーで濃厚飼料と混合して調製した。飼料給与は朝夕2回とし,搾乳はミルキングパーラーで8:45と17:15からの1日2回行った。なお,試験中の動物に対する取扱いは「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。

2 試験用飼料の調製

「たちすずか」およびイタリアンライグラスは,当場水田または圃場で生産したものをラップサイレージに調製して供試した。

試験1における給与飼料の混合割合を第1表に示した。対照区は,イタリアンライグラスサイレージ(開花期)を乾物割合で34%となるように配合し,可消化養分総量(TDN):72.5%,粗蛋白質(CP):16.0%,中性デタージェント繊維(NDFom):36.1%になるように設計した。また試験区は,イタリアンライグラスサイレージの半量または全量を「たちすずか」WCSで代替したものとした(半量れぞれ33.4%および30.7%であった。

試験2では,9月下旬に収穫した出穂後16日目の糊熟期および10月下旬に収穫した出穂後43日目の完熟期「たちすずか」WCSを用いた。配合割合は,第5表のとおりとし,両区とも「たちすずか」WCSを乾物割合で32.8%配合した。両区の栄養成分の設計値は,TDN:72.4%,CP:16.0%,NDFom:31.7%とした。

3 調査方法および飼料の分析方法

TMR採食量は,供試牛の首に装着したリスポンダー(個体識別装置)とドアフィーダー飼槽(GFRシステム:ウェストファリア社)を用いて算出した。

乳成分は,各本試験期の最終2日間(朝・夕)に採取した乳サンプルを用いて,MILKO-SCAN FT+(Foss Electric, Hillererod, Denmark)で分析した。測定項目は乳脂肪率,乳蛋白質率,乳糖率,無脂固形分率および乳中尿素窒素とした。血液性状は,各試験期の最終日の朝の搾乳後に尾静脈より採血し,白血球数,赤血球数およびヘマトクリット値を多項目自動血球数装置(Sysmex KX-21NV,シスメックス,神戸)で測定した。その後分離した血漿は,血糖,総コレステロール,総蛋白質,血中尿素態窒素,GOT(グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ)について臨床化学自動分析装置(スポットケム SP-4410,第一科学,京都)を用いて分析した。

飼料は乾燥粉砕後,乾物,粗灰分,粗蛋白質,粗脂肪,中性デタージェント繊維を常法により測定した(自給飼料利用研究会 2009)。また,飼料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を測定した(竹澤ら 1992)。非繊維性炭水化物含量(NFC)は乾物含量から粗灰分,粗脂肪,粗蛋白質および中性デタージェント繊維含量を差し引くことにより算出した。

4 統計処理

統計解析は,R language (http://cran.r-project.org/)を用いた。有意差検定は,対応のあるt検定で実施した。

結果および考察

1 試験1:「たちすずか」WCSの配合割合の違いが泌乳成績等に及ぼす影響

試験1で供試したサイレージに異臭やカビなどの異常発酵は認められなかった。試験に用いたTMRの化学分析値を第1表に示した。また供試したイタリアンライグラスサイレージおよび「たちすずか」WCSの化学分析値を第れぞれ27.4kg/日および28.3kg/日であり有意差は認められなかった($P>0.1$)。乳成分や血液成分にも差は認められなかった。

イタリアンライグラスサイレージの全量代替における

第１表　TMR の飼料構成，混合割合および飼料成分（試験 1）

	対照区	半量区	全量区
配合割合（DM%）			
イタリアンライグラスサイレージ	34.0	17.0	-
「たちすずか」WCS（完熟期刈り）	-	16.0	32.0
泌乳牛用配合飼料	35.1	35.2	35.2
圧ぺんトウモロコシ	13.8	13.8	13.8
アルファルファヘイキューブ	8.1	8.1	8.1
醤油粕	5.4	5.4	5.4
大豆粕	2.7	3.6	4.6
ビタミン剤等	0.9	0.9	0.9
化学分析値（DM%）[1]			
DM	56.8	56.9	55.9
OM	93.0	91.5	91.1
CP	16.9	16.2	15.5
EE	4.0	3.5	3.4
NDFom	38.3	35.4	32.5
NFC	33.8	36.4	39.8

1）DM：乾物率，OM：有機物，CP：粗蛋白質，EE：粗脂肪，NDFom：中性デタージェント繊維
NFC：非繊維性炭水化物

給与効果において，乾物摂取量は，対照区および全量代替区でそれぞれ 22.5kg/日および 24.9kg/日であり，有意に全量代替区の乾物摂取量が多かった（$P<0.01$）。また乳量は，それぞれ 28.5kg/日および 29.5kg/日であり有意に全量代替区の方が多くなった（$P<0.05$）。乳成分や血液成分には差が認められなかった。

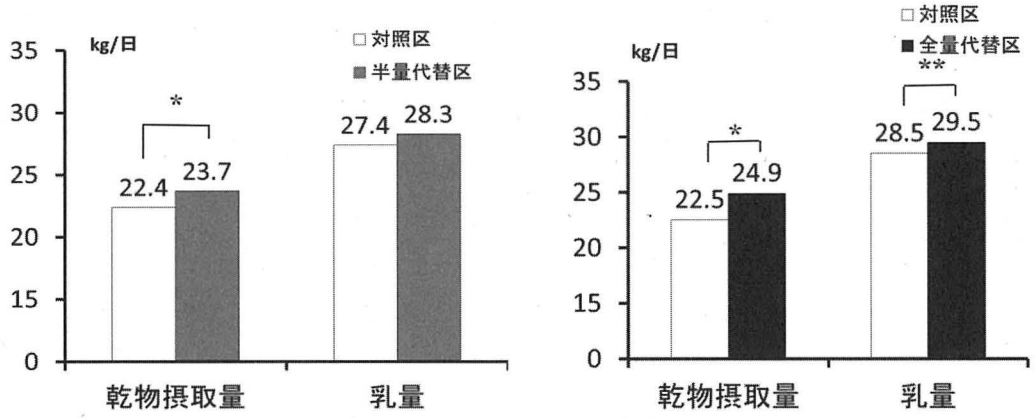
本試験では「たちすずか」WCS を開花期に収穫したイタリアンライグラスサイレージに対して半量代替で乾物摂取量が向上し，全量代替で乾物摂取量および乳量が向上することが明らかとなった。乾物摂取量が対照区に比べて半量代替区および全量代替区で多かった理由は，TMR 中 NDFom 含量の違いと考えられる。乳牛の乾物摂取量を制限する要因は，繊維含量であり（農業・食品産業技術総合研究機構編　2007），半量代替では対照区に比べて NDFom は 2.9%，全量代替区で 5.8%低かったため乾物摂取量が多くなったものと推察される。他の「たちすずか」WCS の給与事例では，従来イネ品種の「クサノホシ」WCS との比較において乾物中 3 割配合した場合には，乾物摂取量には影響がなかったものの乳量が多くなる傾向があることが報告されている（日本草地畜産種子協会編　2014）。筆者らは予備的に行った試験（泌乳中後期牛　6 頭供試）において出穂期との比較では乾物摂取量は，同等であったため「たちすずか」WCS は出穂期のイタリアンライグラスサイレージに近い乾物摂取量が得られる可能性がある。乳量については，全量代替区のみが有意に対照区に比べて多くなった。この理由は，乾物摂取量がより多かったため（半量代替区：$P<0.05$，全量代替区：$P<0.01$）と考えられる。酪農家において生産乳量を多くするためには，所有する自給飼料の品質や数量を考慮する必要があるが，乾物割合で 16%程度（本試験における半量代替区）よりもさらに配合割合を増やした方が生産乳量が増加するものと推察された。村田・石崎（2014）は籾割合の高いイネ WCS（黄熟期収穫）を泌乳牛に給与した場合には，乾物中 20%配合で未消化籾に起因する食滞が発生したことを報告している。このような従来品種の情報により，「たちすずか」においても多給による食滞の可能性も危惧されたが，「たちすずか」は籾が少ないため，設計上最大値と考えられる乾物中 3 割程度給与しても，乾物摂取量および乳量が多くなることが示された。

「たちすずか」WCS の配合割合が増えるにつれ，TMR 中の CP 含量は少なく，NFC 含量は多くなったが，乳成分や血液成分には差が認められなかった。従来品種のイネ WCS と購入乾草とを比較した試験において，イネ WCS 配合区の方が，無脂固形分率や血中総蛋白質が有意に低くなった（山本ら　2005）。この理由は未消化籾の排泄によってルーメン内微生物がエネルギー供給不足になったためと考察されているため，本試験での全量代替区においても，ルーメン内における窒素利用性や微生物態蛋白質合成量には対照区と差がなかったものと推察された。

第２表　供試イタリアンライグラスサイレージおよび「たちすずか」WCS の化学分析値

飼料	OM DM%	CP DM%	EE DM%	NDFom DM%	NFC DM%	リグニン DM%
イタリアン[1)]	91.9	12.0	2.5	65.1	12.4	4.3
たちすずか[2)]	87.8	5.4	1.8	49.8	30.8	3.7

1）イタリアンライグラスサイレージ；収穫時期：平成 26 年 5 月，収穫ステージ：開花期，保存期間：8 ヵ月
2）「たちすずか」WCS；収穫時期：平成 26 年 10 月，収穫ステージ：完熟期，保存期間：2 ヵ月



第１図　「たちすずか」WCS の半量代替および全量代替が乾物摂取量および乳量に及ぼす影響
1）**：$P<0.01$，*：$P<0.05$

第３表　「たちすずか」WCS の半量代替および全量代替が乳成分に及ぼす影響

試験区	乳脂肪率 %	乳蛋白質率 %	乳糖率 %	無脂固形分率 %	乳中尿素窒素 mg/dL
対照区	4.2	3.8	4.6	9.4	16.8
半量代替区	4.2	3.7	4.5	9.2	15.5
対照区	4.3	3.7	4.6	9.3	16.1
全量代替区	4.2	3.7	4.5	9.2	15.4

第４表　「たちすずか」WCS の半量代替および全量代替が血液成分に及ぼす影響

試験区	白血球数 10^2/μL	赤血球数 10^4/μL	ヘマトクリット値 %	血糖 mg/dL	総コレステロール mg/dL	総蛋白質 g/dL	血中尿素窒素 mg/dL	GOT[1)] IU/L
対照区	94	673	30.3	61.4	209	6.9	16.0	44.0
半量代替区	95	649	30.0	63.3	208	7.2	14.7	46.3
対照区	97	671	30.9	61.5	212	6.4	15.2	53.5
全量代替区	92	663	30.6	63.5	213	6.5	14.0	46.3

1）GOT：グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ

2　試験２：収穫ステージの違いが泌乳成績等に及ぼす影響

試験 2 で供試したサイレージに異臭やカビなどの異常発酵は認められなかった。試験に用いた TMR の成分分析値を第 5 表に示した。また，供試した糊熟期および完熟期「たちすずか」WCS の化学分析値について第 6 表に示した。糊熟期は完熟期に比べ CP 含量および NDFom 含量が多く，NFC 含量が低い傾向にあった。

「たちすずか」の収穫ステージの違いによる泌乳成績への影響については，第 7 表および第 8 表に示した。乾物摂取量は，糊熟期区および完熟期区でそれぞれ 26.5kg/日および 27.5kg/日であり，区間に有意差は認められなかった。また，乳量はそれぞれ 33.5kg/日および 32.5kg/日であり有意差は認められなかった。乳成分には差は認められなかった。従来イネ品種において，生育ステージが進むごとに籾の消化率は下がり，糊熟期は未消化子実排泄率が 20%程度に対し，完熟期は 50%程度と報告されている（日本草地畜産種子協会編 2014)。一方で，「たちすずか」茎葉の消化率については出穂後 60 日程度（完熟期）経てもほぼ消化率は変わらないことが報告されている（日本草地畜産種子協会編 2014)。以上のことから，「たちすずか」は籾の割合が従来品種に比べて極端に少ないこと，および茎葉の消化率が出穂後変動が少ないことから糊熟期および完熟期においても乾物摂取量および乳量・乳成分に差が認められなかったと考えられる。このことは「たちすずか」の場合には，収穫ステージの違いによる泌乳成績に与える影響が少ないため収穫可能期間が長くとれ，収穫作業の平準化に寄与できる。ただし，有意差は認められなかったものの完熟期では糊熟期に比べて乾物摂取量が多かった一方で，乳量は 1kg 程度少なかった。前述の従来イネ品種のとおり完熟期の籾の消化率が糊熟期に比べ 30%程度低下した影響が考えられるため，乳量に与える影響については留意する必要があるかもしれない。

血液成分については血糖値において，完熟期区が有意に高くなった（$P<0.05$)。乳牛において，血糖の主な合成経路は飼料中の炭水化物がルーメン内での発酵により，プロピオン酸に生成され，肝臓で合成されたものであり，血糖値は飼料中の炭水化物の含量や乾物摂取量によって

第５表　TMR の飼料構成，混合割合および飼料成分（試験 2）

	糊熟期	完熟期
配合割合（DM%）		
糊熟期刈り「たちすずか」WCS	32.8	-
完熟期刈り「たちすずか」WCS	-	32.8
泌乳牛用配合飼料	34.8	31.9
圧ぺんトウモロコシ	11.7	12.1
アルファルファヘイキューブ	10.2	10.5
醤油粕	5.5	5.5
大豆粕	4.0	6.7
ビタミン剤等	1.0	0.5
化学分析値（DM%）		
DM	69.0	70.6
OM	91.8	92.1
CP	14.0	14.6
EE	3.5	3.4
NDF	39.9	35.5
NFC	34.5	38.6

第６表　供試糊熟期刈りおよび完熟期刈り「たちすずか」WCS の化学分析値

収穫ステージ	OM	CP	EE	NDFom	NFC	リグニン
	DM%	DM%	DM%	DM%	DM%	DM%
糊熟期 1)	89.8	7.5	1.7	55.5	25.2	2.9
完熟期 2)	88.1	5.2	1.6	52.0	29.3	2.7

1）糊熟期；収穫時期：平成 27 年 9 月，保存期間：4 ヵ月
2）完熟期；収穫時期：平成 27 年 10 月，保存期間：5 ヵ月

第７表 「たちすずか」収穫ステージの違いが乾物摂取量や乳量等に及ぼす影響

収穫ステージ	乾物摂取量 kg/日	乳量 kg/日	乳脂肪率 %	乳蛋白質率 %	乳糖率 %	無脂固形分率 %	乳中尿素窒素 mg/dL
糊熟期	26.5	33.5	4.3	3.6	4.5	9.2	14.4
完熟期	27.5	32.5	4.4	3.7	4.5	9.2	15.0

第８表 「たちすずか」収穫ステージの違いが血液成分に及ぼす影響

収穫ステージ	白血球数 10^2/μL	赤血球数 10^4/μL	ヘマトクリット値 %	血糖 mg/dL	総コレステロール mg/dL	総蛋白質 g/dL	血中尿素態窒素 mg/dL	GOT IU/L
糊熟期	111	651	29.3	60.8	225	5.5	13.2	48.3
完熟期	106	656	29.4	68.8*	217	5.5	14.5	47.8

1) *：$P<0.05$

影響を受ける。TMR 中の NFC 含量は，完熟期区の方が高かったが籾の消化率が低いことを考慮すると血糖値が高くなった要因は，乾物摂取量が完熟期区でわずかに多かったためと推察される。本試験では，泌乳中後期牛を用いた短期間の試験のため繁殖性に関する項目については検討を行っていないが，分娩後の泌乳初期牛の血糖値を高く推移することは分娩後の初回種付け日数の短縮化や受胎率の向上に寄与することが報告（Kawashima *et al.* 2007, 2012）されていることから泌乳初期牛における繁殖性についても今後検討する必要があるものと考える。

以上のことから，「たちすずか」WCS を TMR に乾物割合で 3 割程度給与すると開花期のイタリアンライグラスサイレージを配合した慣行飼料と比較して泌乳中後期牛の乾物摂取量および乳量が増加した。また「たちすずか」は収穫作業工程上刈り遅れた場合（完熟期）でも乾物摂取量や乳量等には影響は認められないことが明らかとなった。一方，泌乳初期牛に給与した場合の乾物摂取量や乳量については明らかとなっておらず，繁殖性に及ぼす影響についても不明な点が多い。このため，今後は分娩後の泌乳初期牛に「たちすずか」WCS を多給し，泌乳成績や繁殖性を検討する必要があるものと考える。

引用文献

福岡県(2017)ふくおかの畜産．福岡県，福岡，p.16.

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.

Kawashima C, Sakaguchi M, Suzuki T, Sasamoto Y, Takahashi Y, Matsui M, Miyamoto A (2007) Metabolic profiles in ovulatory and anovulatory primiparous dairy cows during the first follicular wave postpartum. J Reprod Dev : 113-120.

Kawashima C, Matsui M, Shimizu T, Kida K, Miyamoto A (2012) Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. J Reprod Dev 58 : 10-16.

Matsushita K, Iida S, Ideta O, Sunohara Y, Maeda H, Tamura Y, Kouno S, Takakuwa M (2011) 'Tachisuzuka', a new rice cultivar with high straw yield and high sugar content for whole-crop silage use. Breeding Science 61 : 86-92.

村田美里・石崎重信(2014)泌乳牛への早期収穫したイネ WCS 給与の影響．千葉畜セ研報 14 : 1–13.

日本草地畜産種子協会編(2014)稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル第 6 版．日本草地畜産種子協会，東京，p.92–123.

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.

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.

山本泰也・水谷将也・乾 清人・浦川修司・平岡啓司・後藤正和(2005)乳牛におけるイネホールクロップサイレージを用いた混合飼料の飼料特性．日草誌 51 : 40–47.