

リードカナリーグラスサイレージの発酵品質と化学組成に及ぼす トウモロコシジスチラーズグレインソリュブルの影響

田川伸一^{1,*}・高橋敏能²・堀口健一²・吉田宣夫³

¹ 清水港飼料株式会社石巻工場, 宮城県石巻市三河町 11 番地 〒 986-0846

² 山形大学農学部食料生命環境学科, 山形県鶴岡市若葉町 1-23 〒 997-8555

³ 日本草地畜産種子協会, 東京都千代田区神田紺屋町 8 番地 NCO 神田紺屋町ビル 4F 〒 101-0035

2018 年 3 月 12 日受付, 2018 年 10 月 28 日受理

要 約

リードカナリーグラスサイレージの発酵品質と化学組成に及ぼすトウモロコシジスチラーズグレインソリュブル (DDGS) の影響について検討するため, 試験 1 では, リードカナリーグラス (RCG) に DDGS を現物で 0, 10, 20, 40% の 4 段階で混合した RCG サイレージを 3 反復で調製した。RCG サイレージは, 室温で 30 日間貯蔵し, 発酵品質と化学組成を分析した。その結果, RCG に DDGS を 40% 加えることにより, 水分含量が 55.6% となり, RCG サイレージの発酵品質は改善された。しかし, 乳酸含量は現物中 0.68% で, pH も 4.53 までしか下がらなかった。そこで, 試験 2 では DDGS と水分がほぼ同じで非繊維性炭水化物含量の高いトウモロコシを供試し, DDGS とトウモロコシを合せて現物で 40% となるように混合して RCG サイレージを調製した。処理は, DDGS とトウモロコシの割合を現物で 0:4, 1:3 および 1:1 の 3 つとした。RCG サイレージは, 試験 1 と同様に貯蔵し, 分析した。その結果, DDGS とトウモロコシを 1:3 で混合して調製した RCG サイレージは水分含量が 56.8% で, 乳酸含量は現物中 2.15% と高く, pH も 3.93 まで低下した。この RCG サイレージの粗たん白質含量と α -アミラーゼ処理中性デタージェント繊維含量は, それぞれ 13.5% と 27.5% であった。すなわち, DDGS を 10% およびトウモロコシを 30%, 混合すると良質な発酵品質の RCG サイレージが得られることが示された。

キーワード: 化学組成, トウモロコシジスチラーズグレインソリュブル, 発酵品質, リードカナリーグラスサイレージ

東北畜産学会報 68(3): 26 ~ 32 2019

緒 言

トウモロコシジスチラーズグレインソリュブル (Corn distiller's dried grains with solubles, DDGS) は, エタノール生産の副産物で, 飼料として広く利用されており, 養鶏用飼料 (Masa'deh ら 2011), 養豚用飼料 (Graham

ら 2014), 肉牛用飼料 (Walter ら 2012) および乳牛用飼料 (Leicester ら 2016) としての利用方法が検討された。2016 年の日本の DDGS の使用量は 447,622 トンであった (飼料畜産研究会 2017)。また, 2016 年の配合飼料の生産量は, 2,339 万トンであった (農林水産省 2017) ことから, DDGS は配合飼料中 1.9% を占めていたと計算された。DDGS はエタノール生産で多量に排出されているが, その飼料としての利用は限られている。

リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L., Reed canarygrass, RCG) は, ハイブリッドライグラスに比

* 連絡者: 田川伸一 (たがわ しんいち)
(清水港飼料株式会社石巻工場)
〒 986-0846 宮城県石巻市三河町 11 番地
Tel: 0225-22-9264 Fax: 0225-93-9159
E-mail: s-tagawa@shimizuko-shiryo.co.jp

べて乾物消失率が低いこと (Grabber と Allison 1992), また, 出穂後の生育の進行と共に嗜好性が悪くなり, 採食量が大幅に低減すると報告されている (落合ら 1998)。そのため, RCG を利活用するために乾物消失率や嗜好性の高い飼料とあわせて給与する必要がある。そこで, 田川ら (2011) は, RCG を豆腐粕と混ぜて発酵混合飼料 (Total mixed ration, TMR) として調製すると, 優れた発酵品質の発酵 TMR が調製されることを報告した。これまで, DDGS は配合飼料の材料として利用されているが, グラスサイレージの添加物としての利用に関する報告は少ない (浅田ら 2009)。そこで, 試験 1 では, DDGS を利用することで, RCG サイレージの欠点を補完する, すなわち水分調整および発酵品質の改善効果があるかを検討した。

DDGS はエタノール発酵の残さであること, そして, RCG は可溶性炭水化物量が少ないこと (田川ら 2011) から, 乳酸発酵に必要な糖の供給が不足する可能性が考えられた。そこで, 試験 2 では発酵品質の更なる改善を目的に, 非繊維性炭水化物 (Non-fibrous carbohydrate, NFC) 含量の高いトウモロコシと DDGS を混合して RCG サイレージを調製し, その割合が発酵品質と化学組成に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

試験 1. DDGS の混合割合が RCG サイレージの発酵品質および化学組成に及ぼす影響

RCG は, 2010 年 5 月 22 日に山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター (鶴岡市) で栽培された RCG の 1 番草 (平均草丈約 130 cm, 出穂期, 茎葉比 1.68) を刈取り, 即日約 2 cm に細切し, 予乾せずに用いた。DDGS (アメリカ産) の割合は現物で 0% (DDGS0% 区), 10% (DDGS10% 区), 20% (DDGS20% 区), 40% (DDGS40% 区) の 4 段階として, RCG とよく混ぜ, パウチ法 (田中と大桃 1995) により 3 反復で RCG サイレージを調製した。すなわち, DDGS を RCG と合わせて 400 g としてプラスチックフィルムバック (飛龍 N-9, 旭化成パックス株式会社, 東京) に詰め込み, 真空包装機 (SQ303, シャープ株式会社, 東京) を用いて十分に脱気を行い, 密封した。その後, 室温で 30 日間貯蔵した。

試験 2. DDGS とトウモロコシの混合割合が RCG サイレージの発酵品質および化学組成に及ぼす影響

試験 1 で供試した RCG を用い, DDGS (アメリカ産) と粉碎したトウモロコシ (アメリカ産) を合わせて現物で 40% 混ぜた RCG サイレージを試験 1 と同じ方法で調製

した。DDGS とトウモロコシの割合は 0:4 (DDGS0% 区), 1:3 (DDGS10% 区) および 1:1 (DDGS20% 区) の 3 段階とした。すなわち, RCG を 240 g とトウモロコシおよび DDGS を混ぜた原料 160 g を合わせて 400 g とし, 試験 1 と同様に, プラスチックフィルムバックに詰め込み脱気して密封し, 3 反復で RCG サイレージを調製した。その後, 室温で 30 日間貯蔵した。

化学分析

試験 1 と 2 で調製した RCG サイレージの発酵品質は, pH, 乳酸, 揮発性脂肪酸 (酢酸, プロピオン酸および酪酸), 揮発性塩基態窒素 (Volatile basic nitrogen, VBN) を分析した。分析結果から全窒素 (Total Nitrogen, TN) 中の VBN の割合 (VBN/TN), V-スコアおよびフリーク評点を計算した。これらは粗飼料の品質評価ガイドブック (自給飼料利用研究会 2009) に準じて行った。

RCG サイレージの化学組成は, 水分, 粗たん白質 (Crude protein, CP), 酸性デタージェント繊維 (Acid detergent fiber, ADFom), α -アミラーゼ処理中性デタージェント繊維 (Neutral detergent fiber, aNDFom), カルシウム, リン, マグネシウム, およびカリウムを分析した。また, 材料の化学組成は, 前述の分析項目に加えて, 粗脂肪, 粗灰分, デンプンおよび酸性デタージェントリグニン (Acid detergent lignin, ADL) を分析し, NFC を計算した。ADFom および aNDFom は, 飼料分析基準 (農林水産消費安全技術センター 2008) に準じて行った。なお, 本試験の材料とサイレージの分析はすべて十勝農業協同組合連合会農産化学研究所 (帯広市) に依頼して行った。

統計処理

試験 1 では DDGS の割合が RCG サイレージの発酵品質と化学組成に及ぼす影響について, 試験 2 では DDGS とトウモロコシの割合が RCG サイレージの発酵品質と化学組成に及ぼす影響について, SAS (1995) の GLM プロシジャを使って一元配置の分散分析を行った。処理区間に有意差がみられた場合には Tukey の多重範囲検定を行った。

結果と考察

RCG, DDGS およびトウモロコシの化学組成を表1に示した。RCGの乾物中のCP含量は17.7%, aNDFom含量は55.8%, ADFom含量は32.6%であった。DDGSの乾物中のCP含量は25.2%, 粗脂肪含量は14.5%であった。トウモロコシの乾物中のCP含量は7.7%であった。水分含量は, RCGの現物中85.8%より, DDGSは14.7%, トウモロコシは13.8%と低く, DDGSとトウモロコシの水分含量はほぼ同じであった。乾物中のCP, リンおよびマグネシウム含量は, DDGS > RCG > トウモロコシの順で高く, 粗脂肪, 粗灰分, ADFom, aNDFom, ADL, カルシウムおよびカリウム含量は, RCG > DDGS > トウモロコシの順に高かった。また, NFC含量は, トウモロコシ > DDGS > RCGの順に高かった。

DDGSの混合割合がRCGサイレージの発酵品質および化学組成に及ぼす影響 (試験1)

表2にDDGSの混合割合とRCGサイレージの発

酵品質との関係を示した。RCGサイレージの水分は, DDGS0%区で87.6%と高かったのに対し, 10%区では78.3%, 20%区では69.5%, 40%区では55.6%と処理区間に有意差が認められた。RCGサイレージの水分は60%以下が推奨されており(落合ら1998), 本試験ではDDGS40%区が適水分であると判断された。RCGサイレージのpHは, DDGS0%区では5.17, 40%区では4.53であった(P=0.0064)。現物中の乳酸含量は, DDGS0%区では0.01%と低かったのに対し, 40%区では0.68%と有意に高かった。酢酸およびプロピオン酸含量は, DDGS40%区ではそれぞれ0.23%および0.00%, 0%区は0.83%および0.13%であった(酢酸P=0.0269, プロピオン酸P=0.0011)。また, 酪酸含量は, DDGS0%区では0.43%, 40%区では0.01%であった(P=0.0065)。VBN/TN含量は, DDGS0%区では50.70%, 10%区では23.90%, 40%区では2.63%であった(P<0.0001)。これらの値から計算されたV-スコアは, DDGS40%区で98点, 20%区で69点, 10%区で6点, 0%区で9点となり, また, フリーク評点もV-スコアと同様の傾向を

表1. リードカナリーグラスサイレージの材料の化学組成

項目		RCG	DDGS	トウモロコシ
水分	(現物中%)	85.8	14.7	13.8
粗たん白質	(乾物中%)	17.7	25.2	7.7
粗脂肪	(乾物中%)	15.0	14.5	5.5
粗灰分	(乾物中%)	10.1	4.7	1.6
ADFom	(乾物中%)	32.6	15.0	2.6
aNDFom	(乾物中%)	55.8	45.4	8.9
デンプン	(乾物中%)	-	10.2	71.1
NFC	(乾物中%)	4.4	19.5	78.8
ADL	(乾物中%)	3.1	0.7	0.1
カルシウム	(乾物中%)	0.28	0.11	0.08
リン	(乾物中%)	0.44	0.89	0.30
マグネシウム	(乾物中%)	0.20	0.40	0.12
カリウム	(乾物中%)	3.45	1.16	0.47

RCG; reed canarygrass, リードカナリーグラス, DDGS; corn distiller's dried grains with solubles, トウモロコシジスチラーズグレインソリュブル, ADFom, acid detergent fiber, 酸性デタージェント繊維, aNDFom; neutral detergent fiber, α -アミラーゼ処理中性デタージェント繊維, NFC, non-fibrous carbohydrate, 非繊維性炭水化物, ADL, acid detergent lignin, 酸性デタージェントリグニン.

表2. DDGSの混合割合がリードカナリーグラスサイレージの発酵品質に及ぼす影響 (試験1)

項目		DDGS0%	DDGS10%	DDGS20%	DDGS40%	SEM	P
水分	(現物中%)	87.6 ^a	78.3 ^b	69.5 ^c	55.6 ^d	3.63	<0.0001
pH		5.17 ^a	5.37 ^a	4.83 ^{ab}	4.53 ^b	0.11	0.0064
乳酸	(現物中%)	0.01 ^b	0.11 ^{ab}	0.67 ^a	0.68 ^a	0.11	0.0137
酢酸	(現物中%)	0.83 ^a	0.50 ^{ab}	0.32 ^{ab}	0.23 ^b	0.09	0.0269
プロピオン酸	(現物中%)	0.13 ^{ab}	0.17 ^a	0.06 ^{bc}	0.00 ^c	0.02	0.0011
酪酸	(現物中%)	0.43 ^a	0.58 ^a	0.32 ^{ab}	0.01 ^b	0.07	0.0065
VBN/TN	(全窒素中%)	50.70 ^a	23.90 ^b	8.27 ^c	2.63 ^c	5.67	<0.0001
V-スコア		9 ^b	6 ^b	69 ^a	98 ^a	12.20	<0.0001
フリーク評点		-1 ^b	-5 ^b	39 ^{ab}	82 ^a	12.64	0.0163

DDGS; corn distiller's dried grains with solubles, トウモロコシジスチラーズグレインソリュブル, SEM; standerd error of means, 標準誤差 (n=3), P; probability, 確率, VBN; volatile basic nitrogen, 揮発性塩基態窒素, TN; total nitrogen, 全窒素. ^{a-d} 同一行内において異符号間に有意差あり (P<0.05).

示し、DDGS40% 区で 82 点、20% 区で 39 点、10% 区で -5 点、0% 区で -1 点だった。V-スコアとフリーク評点は、DDGS40% 区は 0% 区および 10% 区より有意に高かった。これらの結果より、予乾しない RCG に DDGS を 40% 程度混合して RCG サイレージを調製することにより水分は 55.6% となり、V-スコアも 98 点と高かった。しかし、RCG サイレージの乳酸含量は、現物中 0.68% で、田川ら (2011) が報告した豆腐粕を利用した RCG 発酵 TMR の現物中 2.56% より低かった。また、pH は 4.53 までしか低下しなかった。すなわち、サイレージ発酵が不十分であったと考えられた。これは、DDGS 中に乳酸菌が利用できる糖が少なかったためと考えられた。

DDGS の混合割合が RCG サイレージの化学組成に及ぼす影響を表 3 に示した。RCG サイレージの乾物中の CP 含量は、DDGS0% 区で 14.2%、10% 区で 20.5%、20% 区で 23.6%、および 40% 区で 25.0% と、DDGS の割合の増加に伴い高くなり、処理区間に有意差が認められた。一方、ADFom 含量は、DDGS0% 区で 33.2%、10% 区で 30.9%、20% 区で 25.0%、および 40% 区で 20.8% と、DDGS の割合の増加に伴い低くなり、処理区間に有意差が認められた。カリウム含量も同様に、DDGS0% 区で 5.14%、10% 区で 2.38%、20% 区で 1.89%、および 40% 区で 1.28% と、DDGS の割合の増加に伴い低くなり、処

理区間に有意差が認められた。これらの結果は、材料の化学組成に起因するものであると考えられた。

DDGS とトウモロコシの混合割合が RCG サイレージの発酵品質および化学組成に及ぼす影響 (試験 2)

表 4 に DDGS とトウモロコシの混合割合が RCG サイレージの発酵品質に及ぼす影響を示した。RCG サイレージの水分含量は、55.0 ~ 57.6% の間で、いずれのサイレージも適水分域であった。RCG サイレージの pH は、DDGS10% 区の 3.93、20% 区の 4.07 より、0% 区では 4.37 と有意ではなかったものの高かった。乳酸含量は、DDGS10% 区は現物中 2.15% で、0% 区の 1.12% および 20% 区の 1.49% より高くなる傾向がみられた。酢酸含量は、DDGS20% 区は現物中 0.57% で、0% 区の 0.12% および 10% 区の 0.20% よりも有意に高かった。プロピオン酸は、DDGS0% 区のみ 0.04% 含まれていた。酪酸含量は、DDGS0% 区は 0.55% で、10% 区の 0.03% および 20% 区の 0.01% より有意に高かった。VBN/TN 含量は、DDGS0% 区は 9.00% で、10% 区の 4.20% および 20% 区の 3.00% より有意に高かった。V-スコアは、DDGS0% 区では 53 点と低かったのに対し、10% 区では 98 点および 20% 区でも 96 点と有意に高かった。また、フリーク評点も同様に、DDGS0% 区では 37 点と低かったのに

表 3. DDGS の混合割合がリードカナリーグラスサイレージの化学組成に及ぼす影響 (試験 1)

項目	DDGS0%	DDGS10%	DDGS20%	DDGS40%	SEM	P
粗たん白質 (乾物中%)	14.2 ^d	20.5 ^c	23.6 ^b	25.0 ^a	1.26	<0.0001
ADFom (乾物中%)	33.2 ^a	30.9 ^b	25.0 ^c	20.8 ^d	1.48	<0.0001
aNDFom (乾物中%)	56.7 ^a	54.1 ^b	54.4 ^b	52.8 ^b	0.47	0.0025
カルシウム (乾物中%)	0.35 ^a	0.24 ^b	0.21 ^{bc}	0.14 ^c	0.02	0.0001
リン (乾物中%)	0.53 ^c	0.72 ^b	0.75 ^b	0.84 ^a	0.03	<0.0001
マグネシウム (乾物中%)	0.27 ^c	0.33 ^b	0.36 ^a	0.37 ^a	0.01	<0.0001
カリウム (乾物中%)	5.14 ^a	2.38 ^b	1.89 ^c	1.28 ^d	0.45	<0.0001

DDGS; corn distiller's dried grains with solubles, トウモロコシジスチラーズグレインソリュブル, SEM; standerd error of means, 標準誤差 (n=3), P; probability, 確率, ADFom; acid detergent fiber, 酸性デタージェント繊維, aNDFom; neutral detergent fiber, α-アミラーゼ処理中性デタージェント繊維, ^{a-d} 同一行内において異符号間に有意差あり (P<0.05).

表 4. DDGS とトウモロコシの混合割合がリードカナリーグラスサイレージの発酵品質に及ぼす影響 (試験 2)

項目		DDGS0%	DDGS10%	DDGS20%	SEM	P
		トウモロコシ 40%	トウモロコシ 30%	トウモロコシ 20%		
水分 (現物中%)		57.6	56.8	55.0	0.72	0.3794
pH		4.37	3.93	4.07	0.09	0.1278
乳酸 (現物中%)		1.12 ^b	2.15 ^a	1.49 ^{ab}	0.18	0.0233
酢酸 (現物中%)		0.12 ^b	0.20 ^b	0.57 ^a	0.07	0.0002
プロピオン酸 (現物中%)		0.04 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.01	0.0006
酪酸 (現物中%)		0.55 ^a	0.03 ^b	0.01 ^b	0.09	0.0008
VBN/TN (全窒素中%)		9.00 ^a	4.20 ^b	3.00 ^b	0.99	0.0022
V-スコア		53 ^b	98 ^a	96 ^a	7.51	<0.0001
フリーク評点		37 ^b	90 ^a	89 ^a	9.90	0.0098

DDGS; corn distiller's dried grains with solubles, トウモロコシジスチラーズグレインソリュブル, SEM; standerd error of means, 標準誤差 (n=3), P; probability, 確率, VBN; volatile basic nitrogen, 揮発性塩基態窒素, TN; total nitrogen, 全窒素, ^{a-b} 同一行内において異符号間に有意差あり (P<0.05).

対し、10%区では90点および20%区でも89点と有意に高かった。以上の結果から、DDGSとトウモロコシの割合をそれぞれ10%と30%で混合することにより、良質な発酵品質のRCGサイレージが調製できることが明らかとなった。

増子(1995)は、穀類の可溶性炭水化物(3.0~4.0%)と穀類の添加による乾物含量の増加が、可溶性炭水化物の少ないイネ科牧草の発酵を改善する重要な要因であると述べている。しかし、試験1のDDGS40%区と試験2のDDGS0%区を比較すると、VBN/TN含量は、試験1のDDGS40%区の2.63%より試験2のDDGS0%区の9.00%が高かった。すなわち、トウモロコシだけを混ぜて調製したRCGサイレージの発酵品質は良好ではなかった。この原因は本試験では明らかではなかったが、DDGSのpHは4.76(田川ら 未発表)と、酸性であったことがサイレージ発酵に影響したかもしれない。一方、pHは、試験1のDDGS10%区の5.37より、試験2のDDGS10%区では3.93まで低下した。また、乳酸含量は、試験1のDDGS10%区の0.11%より、試験2のDDGS10%の2.15%の方が高かった。すなわち、トウモロコシによる発酵品質の改善効果が示された。この原因は、トウモロコシにより、可溶性炭水化物と乾物の含量が増加したためと推察された。ゆえに、本試験でDDGSとトウモロコシの添加によって発酵品質が改善されたものと考えられた。

DDGSとトウモロコシの混合割合がRCGサイレージの化学組成に及ぼす影響を表5に示した。RCGサイレージのCP含量は、DDGS0%区の乾物中9.3%より、10%区は13.5%、20%区は17.7%で有意に高かった。ADFom含量は、DDGS0%区では乾物中9.3%で、10%区の13.5%および20%区の16.0%よりも有意に低かった。aNDFom含量は、DDGS0%区で19.7%、10%区で27.5%および20%区で35.4%とDDGSの割合が増加するに伴い有意に高くなった。リン、マグネシウムおよびカリウム含量は、DDGSの割合の増加に伴って上昇した。

また、カルシウム含量は0.12~0.14%の間で、各処理区間に有意な差は認められなかった。

以上のことから、DDGS10%およびトウモロコシを30%混合すると発酵品質および栄養的にも良質なRCGサイレージが得られることが示された。

引用文献

- 浅田 勉, 角田成幸, 甫立京子, 松本 博. 新たな飼料原料を活用した肉牛用発酵TMRの開発. 群馬畜試報, 16:8-18. 2009.
- 自給飼料利用研究会編. 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. 2009.
- Grabber JH, Allison DW. Anatomical structure and digestibility of reed canary grass cultivars and hybrid ryegrass. *Grass Forage Sci.*, 47:400-404. 1992.
- Graham AB, Goodband RD, Tokach MD, Dritz SS, DeRouchey JM, Nitikanchana S, Updike JJ. The effects of low-, medium-, and high-oil distillers dried grains with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and fat quality in finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 92:3610-3623. 2014.
- Leicester HCvdW, Robinson PH, Erasmus LJ. Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 215:58-72. 2016.
- 農業・食品産業技術総合研究機構(編). 日本標準飼料成分表2009年版. 中央畜産会. 東京. 2010.
- 農林水産消費安全技術センター. 飼料分析基準(平成20年4月1日・19消安第14729号 農林水産省消費・安全局長通知). [http://www.famic.go.jp/ffis/feed/bunseki/bunsekikijun/01_01\(general\)-04\(inorganic\).pdf#page=5](http://www.famic.go.jp/ffis/feed/bunseki/bunsekikijun/01_01(general)-04(inorganic).pdf#page=5). 2018. [2017年10月31日参照]
- 農林水産省. 飼料をめぐる情勢. 生産局畜産部飼料課 消費・安全局畜産安全管理課. 平成29年9月.

表5. DDGSとトウモロコシの混合割合がリードカナリーグラスサイレージの化学組成に及ぼす影響(試験2)

項目	DDGS割合			SEM	P
	DDGS0% トウモロコシ40%	DDGS10% トウモロコシ30%	DDGS20% トウモロコシ20%		
粗たん白質 (乾物中%)	9.3 ^c	13.5 ^b	17.7 ^a	1.22	<0.0001
ADFom (乾物中%)	9.3 ^c	13.5 ^b	16.0 ^a	1.01	0.0001
aNDFom (乾物中%)	19.7 ^c	27.5 ^b	35.4 ^a	2.30	<0.0001
カルシウム (乾物中%)	0.14	0.12	0.12	0.00	0.0831
リン (乾物中%)	0.33 ^c	0.48 ^b	0.61 ^a	0.04	<0.0001
マグネシウム (乾物中%)	0.15 ^c	0.21 ^b	0.26 ^a	0.02	<0.0001
カリウム (乾物中%)	0.91 ^b	1.07 ^{ab}	1.14 ^a	0.04	0.0175

DDGS; corn distiller's dried grains with solubles, トウモロコシジスチラーズグレインソリュブル, SEM; stander error of means, 標準誤差 (n=3), P; probability, 確率, ADFom; acid detergent fiber, 酸性デタージェント繊維, aNDFom; neutral detergent fiber, α-アミラーゼ処理中性デタージェント繊維, ^{a,c} 同一行内において異符号間に有意差あり (P<0.05).

- http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/attach/pdf/index-154.pdf. 2017. [2017年11月3日参照]
- Masa'deh MK, Purdum SE, Hanford KJ. Dried distillers grains with solubles in laying hen diets. *Poultry Sci.*, 90:1960–1966. 2011.
- 落合昭吾, 多田和幸, 村上勝郎. リードカナリーグラスの利用技術. *東北農業研究*, 51:135–136. 1998.
- SAS institute Japan. SAS/STAT ユーザーズガイド. SAS 出版局. 東京. 1995.
- 飼料畜産研究会. 飼料畜産月報 2017年6月号. 28 会計年度の配合飼料特集 (原料輸入動向⑤). 飼料畜産研究会. 東京. pp34–36. 2017.
- 田川伸一, 堀口健一, 吉田宣夫, 高橋敏能. リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L.) 発酵 TMR の発酵品質に及ぼすミカンジュース粕, トウフ粕, トウモロコシジスチラーズグレインソリュブルおよび酵素の利用の影響. *日草誌*, 57:7–12. 2011.
- 田中 治, 大桃定洋. プラスチックフィルムを用いた小規模サイレージ発酵試験法 (パウチ法) の開発. *日草誌*, 41: 55–59. 1995.
- 増子孝義. サイレージの生化学 第2版. 第7章 サイレージ添加物. (内田仙二, 大島光昭監修) pp216–278. デーリイ・ジャパン社. 東京. 1995.
- Walter LJ, McAllister TA, Yang WZ, Beauchemin KA, He M, McKinnon JJ. Comparison of wheat or corn dried distillers grains with solubles on rumen fermentation and nutrient digestibility by feedlot heifers. *J. Anim. Sci.*, 90:1291–1300. 2012.

The effect of mixing corn distillers' dried grains with solubles on the fermentation quality and chemical components of reed canarygrass silage

Shin-ichi TAGAWA¹, Toshiyoshi TAKAHASHI², Ken-ichi HORIGUCHI², Norio YOSHIDA³

¹ Shimizuko Shiryo Co., Ltd., Ishinomaki 986-0846, Japan

² Department of Food, Life, and Environment Sciences, Faculty of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka 997-8555, Japan

³ Japan Grassland Agriculture and Forage Seed Association, Chiyoda 101-0035, Japan

Corresponding: Shin-ichi TAGAWA

(Tel: 0225-22-9264, Fax: 0225-93-9159, E-mail: s-tagawa@shimizuko-shiryo.co.jp)

This study investigated the effect of mixing corn distillers' dried grains with solubles (DDGS) on fermentation quality and the chemical composition of reed canarygrass (RCG; *Phalaris arundinacea* L.) silage. In experiment 1, RCG was ensiled with DDGS at ratios of 0, 10, 20, and 40% of fresh matter in triplicate. We used the pouch method to prepare the RCG silage and stored the silage for 30 days at room temperature. Experiment 1 indicated that the fermentation quality of RCG silage was improved and the moisture content of the RCG silage decreased to 55.6% on mixing DDGS at a ratio of 40%. However, the pH of the RCG silage decreased by no more than 4.53. In experiment 2, RCG silage was ensiled using a mixture of corn flour and DDGS at rate of 40%, using corn flour that had a greater non-fibrous carbohydrate content than those of DDGS. The corn flour and DDGS were mixed at ratios of 0:4, 1:3, and 1:1. Experiment 2 demonstrated that the moisture content, lactic acid content, and pH of RCG silage mixed with DDGS and corn flour at a rate of 1:3 were 56.8%, 2.15%, and 3.93, respectively. The crude protein content and alpha-amylase neutral detergent fiber organic matter basis contents of these RCG silages were 13.5% and 27.5%, respectively. From these results, RCG silage can be ensiled for good fermentation quality by mixing it with 10% DDGS and 30% corn flour.

Key words: Chemical composition, Corn distillers' dried grains with solubles, Fermentation quality, Reed canarygrass silage