

24 章:めん羊およびヤギ用飼料における DDGS

はじめに

めん羊およびヤギへの DDGS の給与による影響を評価した研究は他の畜種に比べて少ないが、DDGS はめん羊およびヤギ用飼料において、経済的で、優れた飼料原料として利用されている。DDGS は繊維含量が高く、でん粉含量が低いいため、飼料設計の柔軟性を高め、粗飼料や穀類主体飼料の一部と置換することで、ルーメンアシドーシスのリスクを低減することが出来る (Held, 2006a, b)。

妊娠期および泌乳期の雌めん羊

Ely ら (1991) は、粗濃比 2:1 で NRC 要求量の 75 あるいは 85% 量を給与している分娩後 14~56 日の交雑種雌めん羊 20 頭に対して、大豆粕または DDGS を補給した。DDGS を補給すると泌乳中の体重減少が少なかったが、産乳量が低下した。大豆粕または DDGS の補給を行わずに要求量の 75% 量の飼料を給与した場合、泌乳期における体重減少がより大きかったが、産乳量は 85% 量のみを給与した場合と差がなかった。大豆粕を補給、あるいは要求量の 85% 量のみを給与した雌めん羊が生産した子めん羊では ADG (日増体量) が増加した。大豆粕あるいは DDGS の補給は、乳の乾物量、CP (粗たん白質)、灰分および乳糖率に影響を及ぼさなかったが、DDGS を補給すると、乳脂肪量が 15% 増加した。大豆粕を補給、あるいは要求量の 85% 量のみを給与した雌めん羊が生産した子めん羊では、DDGS を補給、あるいは要求量の 75% 量のみを給与した雌めん羊が生産した子めん羊に比べて、乳の栄養成分利用率が高かった。大豆粕を補給した雌めん羊の乾物および CP 消化率は、DDGS を補給した雌めん羊よりも優れた。

最近公表された報告 (Held, 2006a) では、泌乳期のめん羊に対して給与するたん白質補給源として大豆粕の替りに DDGS を使用すると、母めん羊の BCS (ボディ・コ

ンディション・スコア) と子めん羊の発育への影響は観察されていない。DDGS をトウモロコシの 2/3 (全飼料中の 25%) 置換して母めん羊に給与すると、三つ子の子めん羊の増体量は 12% 改善されたが、双子あるいは単子の発育への影響はなかった (Held, 2006)。Ely ら (1991) および Held (2006a) が示した大豆粕と DDGS 補給による影響の差は、給与飼料の栄養価の差と、供試した DDGS の品質の差による可能性がある。

Radunz ら (2011) は、交雑種の妊娠期雌めん羊を冬季に飼育する際の給与形態 (粗飼料のみ、粗飼料+トウモロコシ制限給与 vs 粗飼料+DDGS 制限給与) の影響を検討した。分娩時の雌めん羊の体重は、DDGS を制限給与した場合に最も重く、粗飼料のみを給与した場合に最も軽かった。トウモロコシと DDGS を制限給与した雌めん羊の BCS は粗飼料のみを給与した雌めん羊よりも高く、DDGS を制限給与した雌めん羊の離乳時の BSC は、トウモロコシの制限給与および粗飼料のみ給与より高かった。出生時の子めん羊の体重は、雌めん羊にトウモロコシあるいは DDGS を制限給与した場合に比べ、粗飼料のみを給与した場合に重い傾向を示したが、離乳体重への影響はなかった。出生子めん羊の体組成、乳生産量、離乳までの子めん羊の増体率と育成率には、給与形態の影響はなかった。DDGS の制限給与により飼料費が削減されたが、分娩前の雌めん羊におけるケトーシスの発生率が高まった。次いで、彼らは、これらの給与形態で飼育した雌めん羊から生まれた離乳子めん羊をフィードロットで飼育した場合の発育成績、耐糖能および枝肉組成を評価した (Radunz ら, 2011b)。その結果、妊娠中期から後期の雌めん羊に対する飼料の形態は、母体の血漿インスリン濃度に影響を与えた。DDGS を給与した雌めん羊が生産した子めん羊は、トウモロコシまたは粗飼料を給与した雌めん羊からの子めん羊に比べてインスリン反応が大きい傾向があった。このインスリン抵抗性の

違いは、主に内部脂肪に影響を与える脂肪蓄積の変化と関連していた。枝肉組成におけるこれらの変化は、実用上それほど重要ではないが、冬季の給与形態による母体の代謝の変化が産子の発育と体成分組成に長期的な影響を与える可能性があることを示している。

未去勢雄めん羊

発育期の未去勢雄めん羊に対して DDGS を給与する事例は増えているが、未去勢雄めん羊の繁殖性への影響を評価した成績が 1 報公表されている (Van Emon ら、2013)。DDGS をトウモロコシの一部と置換して 0、15 または 30% 配合した飼料を、サフォーク種 × ウェスタンホワイトフェース種の未去勢雄めん羊 (体重 40 kg) に対して 116 日間給与した。その結果、DMI (乾物摂取量) と ADG は DDGS の配合割合の増加に伴って直線的に増加した。最終体重、陰囊周囲の変化、枝肉形質、血清テストステロン濃度、精子運動性スコアには影響がなかったが、精子の濃度は、DDGS の配合割合の増加に伴って直線的に低下した。この報告は、未去勢雄めん羊の繁殖成績への影響を評価した唯一の公表文献であるため、この結果を肯定または否定するためには、さらなる調査が必要である。

育成期～肥育期のめん羊

DDGS のたん白質とアミノ酸の利用性について育成期～肥育期のめん羊の発育成績を指標とした 2 つの調査の結果から、DDGS は優れたたん白質源であることが示されている。Waller ら (1980) は、代謝試験を行って、ルーメン内での分解性が遅いたん白質と、尿素を組合せて給与した場合の影響を調査している。尿素と DDGS を組合せて給与した場合、飼料の乾物または CP 消化率には大きな影響はなかった。Archibeque ら (2008) は、DDGS を給与すると、中程度の品質の粗飼料を摂取している育成期～肥育期のめん羊におけるアミノ酸栄養が改善されることを示している。Gutierrez ら (2009) は、育成期～肥育期のサフォーク種めん羊に対して、DDGS の配合割合が異なる (0、15 または 30%、乾物) 飼料を給与した。飼料摂取量は各飼料で類似していたが、DDGS を 30% 配



合した飼料の ADG (221 g/日) は、0 および 15% 配合飼料 (それぞれ 284 および 285 g/日) より劣っていた。この結果は、DDGS の推奨配合量が、Schauer ら (2008) が示している量よりはるかに低いことを示している。

McKeown ら (2010) は、トウモロコシ DDGS、小麦 DDGS またはライ麦 DDGS を、大麦およびナタネ粕と 20% 置換しても、育成期～肥育期のめん羊の DMI、増体率および育成率に影響を及ぼさないが、小麦 DDGS の給与は飼料効率を低下させ、ライ麦 DDGS の給与は体脂肪の脂肪酸組成を変化させたとしている。Felix ら (2012) は、DDGS を 0、20、40 または 60% 配合した飼料を育成期～肥育期のめん羊に給与し、DDGS は乾物摂取量に影響を及ぼさずに、飼料の最大 60% (乾物) までの給与が可能だが、配合割合があまりにも高いと ADG を低下させる可能性があるとしている。彼らはまた、DDGS の配合割合が高い場合にマーブリングスコアに影響を与え、温屠体重量を減少させる可能性があることも観察しており、DDGS の配合割合は乾物で 20% が最適であるとしている。これに対して、Van Emon ら (2011) は、育成期～肥育期のめん羊の発育成績、枝肉の品質や代謝産物の濃度に悪影響を及ぼさず、DDGS を乾物摂取量の最大 50% まで給与出来ることを示す結果を示

している。同様に、O'Hara ら(2011)は、育成期～肥育期のカナディアン・アルコット種めん羊に、低脂肪 DDGS および高脂肪 DDGS を大麦とナタネ粕の一部と置換して 20%配合することで、ルーメン機能を健康に保ち、発育成績と枝肉形質を維持出来ると報告している。

Whitney and Braden(2010)は、DDGS を綿実粕と 0、33、66 または 100%置換した飼料をランブイエ種の去勢めん羊に 84 日間自由摂取させ、DDGS の置換量は枝肉形質に影響は及ぼさなかったが、DDGS の増加に伴ってロース肉中の脂肪量が増加した。綿実粕のすべてを DDGS で置換すると、DDGS を配合しない場合より、調理ロスが少なく、ジューシーさが優れた。これらの結果は、肥育期のめん羊用飼料中の綿実粕の一部あるいはすべてを DDGS で置換することで、問題がない枝肉形質を保ち、肉の官能特性が高まる可能性があることを示している。

その後の研究で、Whitney ら(2014)は、91 日間の給与試験中に、DDGS を 40%配合した飼料と乾草を増加させた飼料を育成期～肥育期のランブイエ種めん羊に 91 日間給与し、DDGS 主体の飼料は、ソルガムと綿実粕主体飼料に比べて飼育経費を削減できると報告している。

Huls ら(2006)は、大豆粕とトウモロコシの一部を DDGS で置換した肥育期用飼料を給与した場合の、発育成績、枝肉形質、アシドーシス、鼓張症、尿路結石の発症状況について、大豆皮を唯一の繊維源とした高穀類飼料と比較した。両飼料の CP 含量(14.6%)、ME 価(3.4 Mcal/kg)およびカルシウム:リン比(2:1)が同一とし、ペレット加工して給与した。その結果、ADG、DMI、飼料効率および枝肉形質には飼料間で差がなく、アシドーシス、鼓張症、尿路結石も発症しなかった。この結果は、DDGS は、大豆皮を唯一の繊維源とした肥育期のめん羊において、大豆粕およびトウモロコシの一部との置換することが可能であることを示している。

Sewell ら(2009)は、非加熱あるいは加熱処理された様々な作物残渣(麦ワラ、コーンストバー、スイッチグラス(イネ科キビ属の多年草)、トウモロコシ繊維、小麦殻)と DDGS の組合せについて評価を行い、これらの作物残渣の栄養成分消化率は加熱処理により改善され、加熱処理されたこれらの作物残渣と DDGS を組合せるこ

とにより、反すう家畜用飼料のトウモロコシの一部と置換できることを示している。

McEachern ら(2009)により報告された結果は、肥育期のめん羊用飼料に配合されている綿実粕のすべてを DDGS で置換することが出来、増体率、飼料効率、羊毛の特性に悪影響を及ぼさずに、飼料費を節減できることを示している。Whitney and Lupton(2010)は、綿実殻が DDGS を 40%含む肥育期のめん羊用飼料において優れた粗飼料源であることを示している。

Bárceña-Gama ら(2016)は、DDGS の配合の有無(0、15、30 または 45%)がクリオロ種めん羊(体重 29 kg)における DMI、乾物、NDF(中性デタージェント繊維)および ADF(酸性デタージェント繊維)の消化率、発育成績、枝肉組成に及ぼす影響を調査した。DDGS を 15%配合した飼料の ADG は DDGS を含まない対照飼料より高かったが、DDGS を 45%配合した飼料では乾物消化率が低下した。さらに、DDGS を配合した各飼料では、背脂肪厚に差はなく、枝肉重量と歩留が増加した。

同様に、育成期～肥育期の Wrzosówka 種めん羊(体重(16 kg)に、メドウ・ストローおよび乾草と、DDGS を 45%配合した濃厚飼料、あるいは、大麦、小麦、大豆粕を配合した濃厚飼料を 60 日間給与した場合の枝肉の品質に関する調査が行われている(Kawęcka ら、2017)。濃厚飼料の違いは、枝肉の品質、赤肉割合、肉の化学的組成およびコレステロール含量に影響を及ぼさなかった。DDGS を配合した濃厚飼料を給与すると、筋肉内脂肪に含まれるリノール酸と CLA(共役リノール酸)の比率が高まった。この結果は、DDGS の給与がめん羊肉の官能特性、特に、味に有益な影響を与えることを示した他の報告と一致している。

15 章で詳述したように、DDGS には様々な濃度のイオウが含まれており、反すう家畜用において DMI の減少、ルーメン pH の低下、PEM(灰白脳軟化症)を発症させる可能性がある。イオウが誘引する PEM は、ルーメン微生物による硫酸塩から硫化物への還元と、S²⁻ から硫化水素ガスへのプロトン化を伴う。ルーメン内で硫化水素濃度が高まると、イオウが誘引する PEM の発症リスクが増加する。Felix ら(2014)は、DDGS に由来するイオウが

Na₂SO₄(硫酸ナトリウム)またはH₂SO₄(硫酸)由来のイオウよりも容易に還元されることを示している。最近のいくつかの研究では、DDGSを多く含む飼料のイオウがルーメンの特性、発育成績、潜在的な緩和戦略に及ぼす影響を評価している。

Schauerら(2008)は、ランブイエ種の去勢および雌めん羊(31.7 kg BW)240頭に、アルファルファ乾草、大豆粕、大麦および微量ミネラルサプリメントからなる飼料と、この飼料中の大麦と大豆粕の一部を置換することによりDDGSを20、40および60%配合した飼料を111日間自由摂取させた。給与飼料中のイオウ含量は、DDGS飼料0、20、40および60%飼料で、それぞれ0.22、0.32、0.47および0.55%であり、PEM予防のために、すべての飼料群に対してチアミンを142 mg/日(乾物)の割合で補給した。その結果、終了時体重、ADG、飼料効率、育成率、温屠体重量、肢蹄スコア、枝肉形質スコア、体脂肪厚、肉厚、ロース芯面積、肉の品質、枝肉歩留には、DDGSの配合量の増加に伴う影響はなかった。飼料摂取量はDDGSの配合量の増加に伴って直線的に増加した。これらの結果は、DDGSを多く配合した飼料を給与すると、枝肉の特性に悪影響を及ぼさずに許容可能なめん羊の発育成績をもたらすことを示唆している。

Morrowら(2013)は、飼料の酸度を調整するためにNaOHを添加(2%)あるいは無添加のDDGS 60%飼料(総イオウ含量:0.60%)およびイオウ含量が同一となるまで数水準のNa₂SO₄を添加した飼料を育成期~肥育期のめん羊に給与した。NaOHを2%添加したDDGS 60%配合飼料を給与すると、DFI、ADGおよび終了時体重が改善され、NDF消化率が低下したが、飼料効率はNaOH無添加のDDGS 60%配合飼料と差がなかった。飼料には影響がありませんでした。NaOHを添加したNa₂SO₄添加飼料では、DFIが増加する傾向を示したが、ADG、飼料効率および終了時体重には影響がなかった。ルーメン内の硫化水素濃度には、飼料のイオウまたはNaOH添加の影響はなかった。

Craneら(2017)は、サフォーク種×ランブイエ種のめん羊(体重32 kg)に、ラサロシド無添加あるいは22g/トン添加したDDGS 0、15または30%配合飼料を給与し、

発育成績とルーメン内の硫化水素生産への影響を調査した。その結果、DDGSの配合量の増加に伴ってルーメン内の硫化水素濃度が増加し、DFIとルーメン内の揮発性脂肪酸濃度が直線的に減少したが、飼料効率は直線的に高まった。DDGSを配合した飼料にラサロシドを添加することで、めん羊の罹患率や死亡率に影響を与えることなく発育成績が改善された。

Nevilleら(2010)は、DDGSを60%配合したイオウ含量が2水準(0.73および0.87%、乾物)の肥育期用飼料へのチアミンの補給がPEMの発症に及ぼす影響を調査するために、2回の試験を行った。飼料へのチアミンの補給量は無添加、50、100および150 mg/日とした。その結果は表1に示したとおりであり、PEMはほとんど発生せず、多くの枝肉形質にもチアミン補給による影響はなかった。DDGSを60%配合した飼料を給与しても、ほとんどの枝肉特性には影響はなく、2回目の試験では発育成績への影響もなかったが、1回目の試験では、チアミンの補給量の増加に伴いDMIが二次曲線的に増加した。この研究では、イオウ含量が高いDDGSの配合量が多い飼料を給与している場合でも、PEMを防止するためのチアミンの補給は必要なかった。

肉用種ヤギ

肉用種ヤギにおけるDDGSの使用を評価した公表文献はほとんどないが、めん羊および肉用牛に対する高い量のDDGS配合割合の給与に関する報告で得られている多くの肯定的な結果は、DDGSを肉用種ヤギにおける反応にも適用できると思われる。Gurungら(2009)は、発育成績と枝肉形質への影響を評価するために、DDGSを0、10.3、20.6および31%(乾物)含む濃厚飼料51.6%と、乾草48.4%をキコ種×スパニッシュ種のヤギ(体重29 kg)に57日間給与した。その結果、開始時及び終了時体重、DFI、ADGおよび飼料効率には濃厚飼料へのDDGSの配合割合の増加に伴う傾向はなかった。さらに、血漿尿素窒素、枝肉歩留、ロース芯面積および体脂肪厚にもDDGS配合量の影響はなかったが、DDGS配合量の増加と対応して血清コレステロール濃度が直線的に増加した。これらの結果は、DFI、ADG、飼料効率およ

表 1. DDGS 60%DDGS 配合飼料を給与した子ヒツジの発育成績および枝肉形質に及ぼすチアミン添加の影響 (Neville ら、2010 から改編)

	対照	低チアミン	中チアミン	高チアミン
開始時体重 kg	32.6	32.6	32.5	32.6
終了時体重 kg	62.3	62.8	62.5	60.5
日増体量 g	0.268	0.274	0.272	0.253
乾物摂取量 g/日	1.77	1.78	1.98	1.74
飼料効率	0.15	0.15	0.14	0.15
育成率 %	1.67	0	0	0
温屠体重量 kg	31.4	32.1	31.7	30.9
蹄冠スコア ¹	11.3	11.5	11.6	11.1
飛節スコア ¹	11.5	11.4	11.6	11.2
体脂肪厚 cm	0.79	0.86	0.76	0.84
肉厚 cm	2.72	2.99	2.54	2.67
コース芯面積 cm ²	15.6	15.5	15.7	15.7
バラ肉脂肪の筋 ²	337	340	353	336
肉質等級 ¹	11.3	11.3	11.5	11.2
歩留等級	3.5	3.8	3.4	3.7
枝肉歩留 %	44.7	44.3	45.0	46.8

¹ 1：最低～15：高品質

² 100 to 199：ほとんどない、200 to 299 = 痕跡、300 to 399：わずかにある、400 to 499：少ない、500 to 599：中程度

表 2. DDGS の配合量の増加がキコ種×スパニッシュ種雄ヤギの発育成績と枝肉形質に及ぼす影響 (Gurung ら、2009 から改編)

	DDGS 0%	DDGS 10.3%	DDGS 20.6%	DDGS 31.0%
開始時体重 kg	28	30	28	30
終了時体重 kg	39	40	36	38
日増体量 g	141	134	115	117
乾物摂取量 g/日	1,017	1,138	1,106	1,003
濃厚飼料摂取量 g/日	519	591	575	520
乾草摂取量 g/日	499	547	531	483
飼料効率	0.12	0.12	0.11	0.12
枝肉歩留 %	44.6	45.1	44.7	42.2
コース芯面積 cm ²	9.75	10.25	9.50	9.00
体脂肪厚 cm	0.94	1.09	0.91	0.97

び枝肉の品質に影響を及ぼすことなく、最大 31%の DDGS を肉用種ヤギ用の飼料に配合出来ることを示唆している。

ごく最近の研究では、Camareno ら (2016) は、キコ種の去勢ヤギに対して、バミューダグラス乾草と、低脂肪

DDGS を 0、10、20 または 30% 配合した濃厚飼料を 1:1 の割合で 84 日間給与した場合の皮下脂肪組織への影響を調査した。その結果、低脂肪 DDGS を給与しても脂肪組織の総脂肪酸含量には影響を及ぼさなかったが、DDGS を 30% 配合した場合には、皮下脂肪の不飽和脂

脂肪酸含量が増加した。

乳用種ヤギ

肉用種ヤギにおける DDGS の研究報告と同様に、乳用種ヤギへの DDGS の多量給与の影響を評価した報告は1報しか公表されていない。Williamsら(2017)は、泌乳後期の乳用種ヤギに対して、トウモロコシと大豆粕と置換することにより DDGS を 59%配合した濃厚飼料と、イースタンガマグラス乾草 (*Tripsacum dactyloides*) を 14 日間乳用種ヤギに給与した。その結果、DDGS を配合した濃厚飼料を給与しても、DMI、血漿グルコース、遊離脂肪酸および乳成分組成には影響がなかったが、血漿尿素窒素濃度が高まった。この結果から、かれらは、濃厚飼料中のトウモロコシと大豆粕と置換することにより DDGS を 59%配合しても、泌乳後期のヤギの DFI と乳成分組成に悪影響を及ぼさないと結論付けている。

結論

DDGS は、妊娠期および泌乳期の雌めん羊、未去勢雄めん羊および育成期～肥育期の去勢、雌めん羊において、飼料のトウモロコシと大豆粕の一部を置換出来る優れたたん白質およびエネルギー源である。DDGS は、トウモロコシと大豆粕に比べて繊維含量が高いため、高穀類飼料を給与した際の育成期～肥育期めん羊におけるアシドーシスを防ぐためにも有効である。イオウ含量が中程度から高濃度の DDGS を用いる場合、PEM の発症を回避するために、イオウ含量を監視して飼育管理する必要がある。しかし、いくつかの報告は、飼料中のイオウ含量が比較的高い場合でも、PEM を引き起こさずに飼育出来ることを示唆しており、チアミンの補給は必要ない可能性がある。いくつかの報告の結果は、発育成績への応答の違いが、供試した DDGS の栄養価に関して不正確な情報を用いている可能性があることを示唆している。控えめに言って、DDGS を育成期～肥育期のめん羊用飼料に 20%、泌乳期の雌めん羊用飼料に 25%配合することで、良好な成績を得ることが出来るが、いくつかの報告では、配合量が最大 60%であっても、許容可能な発育成績が得られることが示されている。DDGS を肉

用種ヤギに給与した数少ない報告では、DMI、ADG、飼料効率および枝肉の品質には影響を及ぼすことなく、最大 31%の DDGS を給与することが出来、乳用種ヤギに対しては、トウモロコシおよび大豆粕と置換して 59%給与しても DFI や乳成分組成には悪影響を及ぼさない。

引用文献

- Archibeque, S.L., H.C. Freetly, and C.L. Ferrell. 2008. Feeding distillers grains supplements to improve amino acid nutriture of lambs consuming moderate-quality forages. *J. Anim. Sci.* 86:691–701.
- Bárceña-Gama, J.R., K.R. Curzayn-Leyva, C. Sánchez del Real, J.C. Escobar-España, M.I. Rivas-Martínez, E.A. Santillán-Gómez, and S.S. Gonzalez-Muñoz. 2016. Effect of dried distillers grains on diet digestibility, body weight gain, and carcass composition of lambs. *J. Anim. Sci.* 94(E-Suppl. 5):828 (abstr.).
- Camareno, K.C., A.T. Sukumaran, J. Scott, N. Gurung, T.T.N. Dinh, and D.D. Burnett. 2016. Effects of feeding varying levels of deoiled distillers dried grains with solubles on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue in meat goats. *J. Anim. Sci.* 94(E-Suppl. 5):825 (abstr.).
- Crane, A.R., R.R. Redden, K.C. Swanson, B.M. Howard, T.J. Frick, K.R. Maddock-Carlin, and C.S. Schauer. 2017. Effects of dried distiller's grains and lasalocid inclusion on feedlot lamb growth, carcass traits, nutrient digestibility, ruminal fluid volatile fatty acid concentrations, and ruminal hydrogen sulfide concentration. *J. Anim. Sci.* 95:3198–3205.
- Ely, D.G., K.K. Ragland, K.N. McCann, D.K. Aaron, and W.P. Deweese. 1991. Comparison of lactating ewe diets supplemented with soybean meal or distillers dried grains with solubles. *Sheep Research J.* 7:33–38.
- Felix, T.L., C.J. Long, S.A. Metzger, and K.M. Daniels. 2014. Adaptation to various sources of dietary sulfur by ruminants. *J. Anim. Sci.* 92:2503–2510.
- Felix, T.L., H.N. Zerby, S.J. Moeller, and S.C. Loerch. 2012. Effects of increasing dried distillers grains with soluble

- on performance, carcass characteristics, and digestibility of feedlot lambs. *J. Anim. Sci.* 90:1356–1363.
- Gurung, N.K., S.G. Solaiman, D.L. Rankins, and W.H. McElhenney. 2009. Effects of distillers dried grains with solubles on feed intake, growth performance, gain efficiency and carcass quality of growing Kiko × Spanish male goats. *J. Anim. Vet. Adv.* 8:2087–2093.
- Gutierrez Z.A., J.R. Orozco Hernandez, I.J. Ruiz Garci, and J.J Olmos Colmenero. 2009. Effect of level of spent corn from the ethanol industry and lamb sex on performance. *J. Anim. Vet. Adv. Medwell Online, Faisalabad, Pakistan:* 8:595–597.
- Held, J. 2006a. Feeding soy hulls and dried distillers grain with soluble to sheep. *Extension Extra, ExEx 2052.* South Dakota State University, p. 1–2.
- Held, J. 2006b. Using DDGS in mixed lamb diets. *Extension Extra, ExEx 2053.* South Dakota State University, p. 1–2.
- Huls, T.J., A.J. Bartosh, J.A. Daniel, R.D. Zelinsky, J. Held, and A.E. Wertz–Lutz. 2006. Efcacy of dried distiller’s grains with solubles as a replacement for soybean meal and a portion of the corn in a finishing lamb diet. *Sheep and Goat Research J.* 21:30–34.
- Kaw cka, A., E. Sosin–Bzducha, M. Puchała, and J. Sikora. 2017. Effect of maize DDGS addition on carcass and meat quality of lambs of native sheep breed. *J. Appl. Anim. Res.* doi: 10.1080/09712119.2017.1299014.
- McEachern, J.K., T.R. Whitney, C.B. Scott, C.J. Lupton, and M.W. Salisbury. 2009. Substituting distillers dried grains for cottonseed meal in lamb–finishing diets: growth, wool characteristics, and serum NEFA, urea N, and IGF–1 concentrations. *Sheep and Goat Res. J.* 24:32–40.
- McKeown, L.E., A.V. Chaves, M. Oba, M.E.R. Dugan, E. Okine, and T.A. McAllister. 2010. Effects of corn–, wheat– or triticale dry distiller’s grains with soluble on in vitro fermentation, growth performance and carcass traits of lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 90:99–108.
- Morrow, L.A., T.L. Felix, F.L. Fluharty, K.M. Daniels, and S.C. Loerch. 2013. Effects of sulfur and acidity on performance and digestibility in feedlot lambs fed dried distillers grains with solubles. *J. Anim. Sci.* 91:2211–2218.
- Nevile, B.W., C.S. Schauer, K. Karges, M.L. Gibson, M.M. Thompson, L.A. Kirschten, N.W. Dyer, P.T. Berg, and G.P. Lardy. 2010. Effect of thiamine concentration on animal health, feedlot performance, carcass characteristics, and ruminal hydrogen sulfide concentrations in lambs fed diets based on 60 percent distillers dried grains with solubles. *J. Anim. Sci.* 88:2444–2455.
- O’ Hara, A.S., A. Tanner, T.A. McAllister, D.J. Gibb, F. van Herk, and A.V. Chaves. 2011. Effect of low and high oil corn distillers’ grain on rumen fermentation, growth performance and carcass characteristics of lambs. *Anim. Prod. Sci.* 51:708–716.
- Radunz, A.E., F.L. Fluharty, H.N. Zerby, and S.C. Loerch. 2011a. Winter–feeding systems for gestating sheep I. Effects on pre– and postpartum wew performance and lamb progeny preweaning performance. *J. Anim. Sci.* 89:467–477.
- Radunz, A.E., F.L. Fluharty, I. Susin, T.L. Felix, H.N. Zerby, and S.C. Loerch. 2011b. Winter–feeding systems for gestating sheep II. Effects on feedlot performance, glucose tolerance, and carcass composition of lamb progeny. *J. Anim. Sci.* 89:478–488.
- Schauer, C.S., M.M. Stamm, T.D. Maddock, and P.B. Berg. 2008. Feeding of DDGS in lamb rations – feeding dried distillers grains with solubles as 60 percent of lamb – nishing rations results in acceptable performance and carcass quality. *Sheep and Goat Res. J.* 23:15–19.
- Sewell, J.R., L.L. Berger, T.G. Nash, M.J. Cecava, P.H. Doane, J.L. Dunn, M.K. Dyer, and N.A. Pyatt. 2009. Nutrient digestion and performance by lambs and steers fed thermochemically treated crop residues. *J. Anim. Sci.* 87:1024–1033.
- Van Emon, M.L., K.A. Vonnahme, P.T. Berg, R.R. Redden,

- M.M. Thompson, J.D. Kirsch, and C.S. Schauer. 2013. Influence of level of dried distillers grains with solubles on feedlot performance, carcass characteristics, serum testosterone concentrations, and spermatozoa motility and concentration in growing rams. *J. Anim. Sci.* 91:5821–5828.
- Van Emon, M.L., P.J. Gunn, M.K. Neary, R.P. Lemenager, A.F. Schultz, and S.L. Lake. 2011. Effects of added protein and dietary fat on lamb performance and carcass characteristics when fed differing levels of dried distiller's grains with solubles. *Small Ruminant Res.* doi:10.1016/j.smallrumres.2011.09.002.
- Waller J, T. Klopfenstein, and M. Poos. 1980. Distillers feeds as protein sources for growing ruminants. *J. Anim. Sci.* 51:1154–1167.
- Whitney, T.R., C.J. Lupton, J.P. Muir, R.P. Adams, and W.C. Stewart. 2014. Effects of using ground redberry juniper and dried distillers grains with solubles in lamb feedlot diets: Growth, blood serum, fecal, and wool characteristics. *J. Anim. Sci.* 92:1119–1132.
- Whitney, T.R., and K.W. Braden. 2010. Substituting corn dried distillers grains for cottonseed meal in lamb – finishing diets: carcass characteristics, meat fatty acid profiles, and sensory panel traits. *Sheep and Goat Research J.* 25:49–56.
- Whitney, T.R., and C.J. Lupton. 2010. Evaluating percentage of roughage in lamb finishing diets containing 40 percent dried distillers grains: Growth, serum urea nitrogen, nonesterified fatty acids, and insulin growth factor–1 concentrations and wool, carcass, and fatty acid characteristics. *J. Anim. Sci.* 88:3030–3040.
- Williams, T.L., B. Kouakou, and J.H. Lee. 2017. Effects of replacing corn and soybean meal with dried distillers grains with solubles on blood metabolites, milk composition and fatty acid profile of dairy goats consuming eastern gamagrass hay during late lactation. *J. Anim. Sci.* doi: 10.2527/ssasas2017.098 (abstr).