

氏名	曉 敏
授与した学位	博士
専攻分野の名称	農 学
学位授与番号	博甲第4981号
学位授与の日付	平成26年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 バイオサイエンス専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Studies on Effects of Indigestible Sugars on Nutrient Digestibility and Nitrogen Metabolism in Rabbits (ウサギの栄養素消化率及び窒素代謝に及ぼす難消化性糖質の影響に関する研究)
論文審査委員	教授 坂口 英 教授 宮本 拓 准教授 畑生 俊光

学位論文内容の要旨

草食性の単胃動物ウサギは典型的な後腸発酵動物で、盲腸内で増殖した微生物を食糞によって摂取し、この微生物態タンパク質がウサギのタンパク質栄養に大きく貢献していることが知られている。難消化発酵性糖質（発酵性糖質）であるマンニトールを飼料へ添加することで、微生物の増殖量の増大に伴って、血液を循環する尿素の盲腸内微生物への移行量が増大し、同時に尿中に排泄される窒素（N）量が低下する。その結果 N 蓄積率が改善される効果が示されている。このような効果のほかに、発酵性糖質には他の栄養素と微生物発酵基質として競合する可能性や、発酵産物である有機酸の作用などによって、繊維やミネラルの消化吸収に影響することが考えられる。そこで、本研究ではウサギの栄養素消化率や体内 N 動態に及ぼす種々の難消化性糖質の影響やその作用機構について検討した。

はじめに、成熟ウサギにおける N 蓄積、繊維消化率、消化管内容物滞留時間に及ぼすマンニトールの影響を調べた。その結果マンニトールが飼料 N の利用性を向上させることが改めて確認できた。また繊維消化率がマンニトールによって向上し、この効果は消化管内固相内容物の滞留時間が延長されることにより、繊維成分が微生物による消化過程を比較的長時間受けることができた結果と判断された。次に、フラクトオリゴ糖（FOS）のウサギの体内 N 分布に及ぼす影響を調べるために、¹⁵N-尿素を成熟ウサギの静脈内に単一投与して血中尿素 N 動態及び N 蓄積に及ぼす FOS 投与の影響を調べた。その結果 FOS は血中尿素-N が盲腸内微生物の増殖に利用される量を増大させ、尿中排泄 N 量を低下させることが示された。これによって総 N 排泄量が減少したことから、盲腸内で増殖した微生物は食糞により有効に利用され、飼料 N の利用性の向上がもたらされたものと推察された。更に、ウサギの飼料中尿素-N の利用性に及ぼすフラクトオリゴ糖（FOS）の影響を調べるために、尿素配合飼料を与えた時の N 出納、また ¹⁵N-尿素を単一経口投与後の ¹⁵N の体内動態におよぼす FOS 添加の効果を評価した。その結果、グルコース群と比較して FOS 群の体内 N 蓄積量ならびに N 蓄積率は有意に上昇したが、尿中 N 排泄量の減少効果は小さく、また盲腸微生物への ¹⁵N の移行量にも明確な影響は認められず、摂取した尿素の盲腸内微生物態 N への移行量は限定的であることが推察された。最後に、マンニトールと FOS で認められた栄養素消化や N 代謝に及ぼす効果が、他の発酵性糖質にも備わっているかどうかを知るために、ラクトスクロース、ソルビトール、ラフィノースについて飼料消化率や N 出納を調べた。その結果いずれの糖にも N 出納や栄養素消化率を明確に向上させる効果は認められなかった。

以上より、FOS やマンニトールには、飼料中の繊維成分やミネラルの消化吸収やタンパク質の利用性を向上させる効果があり、盲腸内微生物増殖を増加させること、消化管内容物の移行を遅延させること等によって引き起こされると考えられる。しかしこれらの効果発現は、糖質の種類や飼料条件によって影響を受けることも示された。

論文審査結果の要旨

本論文は、特徴的な大腸機能を持つ草食性単胃動物ウサギの栄養素消化とタンパク質栄養に及ぼす難消化発酵性糖質（発酵性糖質）の影響とその効果発現機構の解明をめざして遂行されたものである。

はじめに、ウサギの N 蓄積、繊維消化率、消化管内容物滞留時間に及ぼすマンニトールの影響を調べ、マンニトールが飼料 N の利用性や繊維消化率を向上させることを示し、また繊維消化率の向上は、消化管内容物固相の滞留時間が、マンニトール摂取により延長されることによってもたらされる可能性を示した。次に、フラクトオリゴ糖（FOS）でも同様にタンパク質利用効率促進効果があることを示し、静脈内に単一投与した ^{15}N -尿素の体内動態を調べることによって、FOS は血中尿素-N が盲腸内微生物の増殖に利用される量を増大させ、それを利用して増殖する微生物量が增大することを明らかにした。そして増殖した微生物は食糞を介して有効に利用されることから、血中尿素の尿中への排泄の減少を引き起こし、その結果飼料窒素の利用効率が向上することを示している。更に、尿素配合飼料を与えた時の N 出納、 ^{15}N -尿素を単一経口投与後の ^{15}N の体内動態に及ぼす FOS 添加の効果を評価した結果、摂取した尿素の盲腸内微生物態 N への移行量は限定的であることも示している。

このように本論文では、FOS やマンニトールが、ウサギの窒素代謝、栄養素消化に及ぼす効果とその効果発現機構を明確に示した。また、この効果をさまざまな飼料条件で検討し、発酵性糖質の窒素利用効率向上効果の発現は、飼料条件や糖質の種類で異なることも示している。これらの成果は、ウサギの効率的な飼養をめざした飼料設計に応用できるだけでなく、環境に対する窒素負荷の低減に貢献する飼養技術として期待される。また論文内容の一部は学術誌に 2 編掲載され学術的にも高く評価されている。最終試験では論文内容が簡潔明瞭に述べられ、質疑に対しての応答も的確であった。以上から本論文は博士の学位に十分値するものと判断した。