

氏 名 (本 国 籍)	Eko Widodo (インドネシア共和国)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博甲第 314 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 15 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物生産科学専攻
研究指導を受けた大学	信州大学
学 位 論 文 題 目	Nutritional and Physiological Effects of Dietary Soluble Corn Hemicellulose with Special Reference to Intracecal VFAs in Young Chickens (ニワトリヒナにおける飼料中可溶性トウモロコシヘミセルロースの栄養生理学的効果 ー特に盲腸内 VFAs と関連して)
審 査 委 員 会	主査 信州大学 教 授 唐 澤 豊 副査 信州大学 助教授 神 勝 紀 副査 岐阜大学 教 授 大 谷 滋 副査 静岡大学 教 授 番 場 公 雄

論 文 の 内 容 の 要 旨

ニワトリ飼料の重要な原料であるトウモロコシは、外皮と糊粉層に集中して非デンプン性多糖類を含んでいる。可溶性ヘミセルロースを含む非デンプン性多糖類の可溶性画分は通常粘性があり、穀物あるいはその副産物の栄養価に影響する。デンプン、蛋白質および脂肪の消化阻害がトウモロコシ以外の穀物の可溶性非デンプン性多糖類を給与したニワトリで報告されているが、可溶性トウモロコシヘミセルロース (SCH) の影響についてニワトリではほとんど知られていない。ニワトリで可溶性の非デンプン性多糖類は、微生物が多く生息する盲腸に到達することができ、発酵して揮発性脂肪酸 (VFA) を生成することから、本研究はニワトリヒナにおける飼料中の SCH の栄養生理学的な影響を特に盲腸内 VFA に注目して明らかにすることを目的とした。

得られた結果を要約すると以下のとおりであった。

(1) 9 日間 SCH 飼料を給与した場合の成長、栄養素の利用、盲腸内 VFA および消化器官に及ぼす影響を調べ、飼料の SCH は飼料摂取量、体重増加、飼料要求率およびすい臓や回腸を除く消化器官の発育に影響しないが、乾物や可溶無窒素物の消化率とエネルギー代謝率を低下させること、および盲腸内の酢酸、ブ

ロピオン酸、酪酸を増加させることを明らかにした。このことは、9 日間のSCH給与はニワトリ飼料に7%まで含まれても問題がないことを示している。

(2) 21 日間SCHを給与した場合、7%SCH飼料の給与は(1) 結果と異なり飼料要求率を高め成長を抑制した。また、SCH飼料の給与は回腸と盲腸の長さ、重さ、盲腸内酢酸、プロピオン酸、酪酸の増加となったが、血漿と肝臓のコレステロール濃度を低下させた。本実験はニワトリにおける飼料SCHのこの低コレステロール効果を初めて明らかにするとともに、長期間給与する場合は飼料中のSCHを3.5%以下にする必要があることを示した。

(3) 静脈内に投与した酢酸は速やかに代謝され CO_2 になり、この速度はグルコースより速いことから、盲腸内に発生した酢酸はグルコースと同等かそれ以上に効率的にエネルギー源としてニワトリで消費されることを示唆した。

(4) コレステロール付加飼料にプロピオン酸を添加したところ、給与開始後 9 日に血漿コレステロールの低下が観察された。これはニワトリにおいて飼料中のプロピオン酸が低血漿コレステロール効果を持っていることを示した初めての実験となった。この結果はSCH給与時に観察された低血漿コレステロールが盲腸内に発生したプロピオン酸によって起こる可能性を示すものであった。

(5) 飼料中のSCHの低コレステロール効果とコレステロール排泄量との関係についてコレステロール添加飼料にSCHを段階的に加えて調べた。本実験はコレステロール添加飼料給与時にもSCHが血漿や肝臓コレステロール濃度を低下させることとともに排泄コレステロール量を飼料中のSCH濃度に応じて増加することを明らかにした。したがって、本研究の結果は飼料中のSCHはニワトリにおいて糞中へのコレステロール排泄量を増加することが血漿および肝臓コレステロール濃度低下の主要な要因であることを示唆した。

以上の結果から、飼料中にSCHが3.5%以下であればニワトリヒナの成長と栄養素の利用性に悪影響は無いこと、SCHは血漿と肝臓コレステロール濃度を主としてコレステロールの排泄の促進とプロピオン酸による生成の抑制によって低下させること、SCH給与時に盲腸内に発生する酢酸はエネルギー源として用いられこと、および酪酸と消化管の発育との関係の可能性などが明らかになった。

審 査 結 果 の 要 旨

本研究は、従来ほとんど知られていなかったニワトリヒナにおける飼料中の可溶性トウモロコシヘミセルローズ (SCH) の栄養生理学的な影響を、特に盲腸内VFAに注目して、明らかにすることを目的として行われた。

まず、9 日間SCH飼料をニワトリヒナに給与した場合、飼料のSCHは飼料摂取量、体重増加、飼料要求率および胃や回腸を除く消化器官の発育に影響しないが、乾物や可溶無窒素物の消化率そしてエネルギー代謝率を低下させること、および盲腸内の酢酸、プロピオン酸、酪酸を増加させることを明らかにした。さらに、21 日間S

CHを給与して同様に調べた結果、9日間の結果と異なり7%SCH飼料の給与は飼料要求率を高め、成長を抑制した。また、このときSCH飼料の給与は回腸と盲腸の長さ、重さ、盲腸内酢酸、プロピオン酸、酪酸の増加となるのにたいし、血漿と肝臓のコレステロール濃度を低下させることをニワトリで初めて明らかにした。これらの結果は、短期間のSCHの給与では7%飼料に含まれてもヒナの成長や栄養素の利用性に問題はないが長期間給与する場合には飼料中に3.5%以下であることが必要であること、および飼料中のSCHは血漿や肝臓のコレステロール濃度を低下させ、盲腸内のVFAの発生を増加させることを、初めて明らかにした点で高く評価できる。

この盲腸内に発生した酢酸は、グルコースと同等かそれ以上効率的にエネルギー源としてニワトリヒナで消費されることを、 ^{13}C でラベルした酢酸とグルコースをニワトリに投与した呼吸試験によって明らかにした。

次に盲腸で発生し吸収されたプロピオン酸と飼料SCH給与時の低コレステロール効果との関係を調べ、ニワトリにおいて飼料中のプロピオン酸が低血漿コレステロール効果を持っていることを初めて明らかにし、SCH給与時に観察された低血漿コレステロールが盲腸内に発生したプロピオン酸によって起こる可能性を示唆した。

さらにSCHが低コレステロール効果を起こす別の機構の可能性について検討し、摂取されたSCHの高粘性による腸管からのコレステロールの吸収阻害、その結果としてのコレステロールの糞中への排泄量の増加がSCHによる低コレステロールの主たる原因であることを示した。

これらの成果は、ニワトリの主飼料原料であるトウモロコシ中に含まれる可溶性ヘミセルロースはニワトリのエネルギー代謝とコレステロール代謝に対し有意な影響を持っていることを始めて明らかにし、さらにその機構について検討したもので高く評価できる。

本論文について、審査委員会で慎重審議した結果、本論文は岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

基礎となる学術論文

1. Time course changes in ^{13}C enrichment of respiratory CO_2 in chickens intravenously single-injected with $[1-^{13}\text{C}]$ sodium acetate.

Journal of Poultry Science, 40: 139-143. 2003.

2. Comparative effects of intravenously single-injected D- $[U-^{13}\text{C}]$ glucose and $[1-^{13}\text{C}]$ sodium acetate on time course changes in ^{13}C enrichment of respiratory CO_2 in growing chickens.

Journal of Poultry Science, in press.