

氏 名	秋 教 文
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1719 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 応 用 生 物 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Studies on the Improvement of Phosphorus and Zinc Availabilities by Phytases in Growing Pigs (育成ブタにおけるフィターゼによるリンと亜鉛利用性改善に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 松 井 徹 教 授 久 米 新 一 教 授 廣 岡 博 之

論 文 内 容 の 要 旨

近年、ブタの糞に含まれるリンや亜鉛による環境汚染が大きな問題となっている。ブタの飼料の主な原料はトウモロコシやダイズ粕など植物由来であり、これらに含まれるリンの約60%はフィチン態リンである。ブタはフィチン酸を効率的に脱リン酸化する酵素（フィターゼ）を有していないため、フィチン態リンの利用性が極めて低い。したがって、ブタの糞には吸収されなかった多量のリンが含まれる。また、飼料中のフィチン酸は亜鉛の吸収を強く抑制するので、ブタの糞には多くの亜鉛も含まれるようになる。ブタの飼料中フィチン態リンの利用性を高めるため、麹菌フィターゼ製剤が飼料に添加されているが、より安価なフィターゼ源が望まれている。また、フィターゼ添加がブタの亜鉛代謝に及ぼす影響は明らかになっていない。本論文は遺伝子を改変しペプシン耐性を高めた酵母フィターゼおよび食品や飲料製造副産物に含まれるフィターゼを用いたブタにおけるフィチン態リンの利用性改善を目指した研究ならびに麹菌フィターゼがブタの亜鉛代謝に及ぼす影響に関する研究の成果をまとめたものである。本論文は5章から構成されており、各章の内容は以下のとおりである。

第1章では、本研究の目的を述べており、第2章では、フィチン酸ならびにフィターゼに関する研究の歴史を概説した。

第3章では、遺伝子を改変した酵母フィターゼの胃内における安定性とそのフィチン態リン利用性改善効果を育成ブタにおいて検討した。飼料に添加したフィターゼは胃内でフィチン酸を分解するが、酵母フィターゼは麹菌フィターゼより胃内安定性が低いことが問題であった。遺伝子改変酵母フィターゼ、野生型酵母フィターゼおよび麹菌フィターゼを比較した結果、遺伝子改変により酵母フィターゼの胃内安定性は麹菌フィターゼと同程度まで高まることが明らかになった。見かけのリン吸収、血漿中無機リン濃度および骨吸収指標である血漿中Ⅰ型コラーゲントロポペプチド濃度により評価した飼料中フィチン態リン利用性改善効果についても遺伝子改変によって増強されることが明らかになった。

第4章では、食品および飲料副産物が有するフィターゼ活性とそのペプシン耐性を調査するとともに、ブタ飼料への応用を試みた。13種類の食品および飲料副産物のなかでは、ビール酵母のフィターゼ活性が最も高かったが、どのフィターゼも市販の麹菌フィターゼ製剤と比べペプシン耐性が著しく低かったので、通常のブタ飼料におけるフィターゼ源としては利用できないことが明らかになった。近年、ブタの飼料を乳酸発酵処理することにより、栄養素の消化を促進する試みが行われている。飼料の乳酸発酵処理時にビール酵母を添加すると飼料中のフィチン態リンが減少すること、発酵処理時にビール酵母を添加した飼料を給与したブタでは見かけのリン吸収が改善されることが明らかになった。

第5章では麹菌フィターゼが、亜鉛の真の吸収と内因性糞中排泄に及ぼす影響について検討した。体内の亜鉛のほとんどが消化管内に排泄されるため、見かけの亜鉛吸収ではその利用性を評価できない。天然での存在率が低い安定同位体亜鉛をトレーサーとして用い亜鉛代謝を調べた結果、飼料へフィターゼを添加すると亜鉛の真の吸収が増加することが明らかになった。また、亜鉛の内因性糞中排泄も増加したことから、亜鉛吸収の増加により要求量が満たされると、恒常性維持のため内因性糞中排泄が増加することが示唆された。

論文審査の結果の要旨

ブタの飼料にはフィチン酸が多く含まれるが、フィチン態リンの利用性の低さや、フィチン酸の亜鉛吸収抑制作用により、糞へのリンや亜鉛排泄量が多く、環境汚染を引き起こしている。ブタ飼料中のフィチン態リンの利用性を高めるため、麹菌フィターゼ製剤が飼料に添加されるようになったが、より安価なフィターゼ源が望まれている。また、フィターゼがブタの亜鉛代謝に及ぼす影響は明らかになっていない。そこで、本論文では、遺伝子を改変しペプシン耐性を高めた酵母フィターゼおよび食品や飲料製造副産物に含まれるフィターゼによる、ブタにおけるフィチン態リンの利用性改善を試みるとともに、麹菌フィターゼがブタの亜鉛代謝に及ぼす影響について検討したもので、評価すべき点は以下のとおりである。

1. 遺伝子改変酵母フィターゼの胃内安定性は麹菌フィターゼと同程度に高く、遺伝子改変により飼料中フィチン態リン利用性改善効果が増強されることを明らかにした。
2. 様々な食品および飲料製造副産物が有するフィターゼ活性とペプシン耐性を調査し、ビール酵母は特に高いフィターゼ活性を有するが、そのペプシン耐性は低いことを明らかにした。
3. 飼料の乳酸発酵処理時にビール酵母を加えるとフィチン態リンが減少すること、発酵処理時にビール酵母を添加した飼料を給与したブタでは見かけのリン吸収が改善されることを明らかにした。
4. 飼料へフィターゼを添加すると亜鉛の真の吸収が増加することを明らかにし、亜鉛吸収の増加により要求量が満たされると、恒常性維持のため亜鉛の内因性糞中排泄が増加することを示唆した。

以上のように、本論文は、新規のフィターゼにより、ブタにおけるフィチン態リンの利用性が高まることとともに、フィターゼは亜鉛の吸収を促進することを明らかにしたものであり、動物栄養学、飼料学、家畜管理学などの発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成20年2月21日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。