



Doctoral Thesis

Einfluss genetischer Marker und Futterzusätze (Vitamin E und Polyensäuren) auf die Fettqualität von Schweinefleisch

Author(s):

Kuhn, Barbara

Publication Date:

1991

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000608097> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 9436

**Einfluss genetischer Marker und
Futterzusätze (Vitamin E und Polyensäuren)
auf die Fettqualität von Schweinefleisch**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTORIN DER NATURWISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
BARBARA KUHN
Dipl. Ing.-Agr. ETH
geboren am 26. September 1962
von Küsnacht(ZH) und Dübendorf(ZH)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. A. L. Prabucki, Referent
Prof. Dr. G. Stranzinger, Korreferent
PD Dr. P. Vögeli, Korreferent

Zürich 1991

Prabucki

Zusammenfassung

Im Rahmen eines grösseren Projekts wurden die genetisch und fütterungstechnisch bedingte Qualität von Schweinefleisch und Schweinefleischprodukten untersucht. Die vorliegende Arbeit basiert auf drei Versuchen. Es wurde der Frage nachgegangen, ob, und wenn ja in welchem Umfang, neben Fütterungseinflüssen auch genetische Faktoren für die beobachteten Unterschiede zwischen einzelnen Individuen verantwortlich sind.

Im ersten Versuch wurden 80 Schweine in vier Gruppen mit unterschiedlichen Futterzusätzen (40 bzw. 120 mg/kg α - Tocopherol, 14 bzw. 28 g/kg Polyensäuren) eingeteilt. Alle Tiere wurden mittels 31 genetischer Markersysteme (Blutgruppen, Enzymsysteme, Lipoproteine, Immunglobuline, α - Proteinase Inhibitoren und andere Serumproteine) genetisch charakterisiert. α - Tocopherol-, Retinol- und Cholesterolkonzentrationen im Blut wurden gemessen. Zur Beurteilung der Oxidationsstabilität wurde aus dem Fleisch der Tiere ein Standardprodukt (sog. Patties) hergestellt, während maximal 12 Monaten bei -20°C gelagert und zu vier verschiedenen Zeitpunkten (1 Tag; 4, 8 und 12 Monate) auf deren Gehalt an Malondialdehyd (MDA) untersucht.

Die Tiere des zweiten Versuchs (n=198) stammten aus der Mast- und Schlachtleistungsprüfungsanstalt (MLP) Sempach. Wie in Versuch 1 wurden die Schweine genetisch charakterisiert, und es wurden verschiedene Blutparameter gemessen. Als Masse für die Fettqualität dienten Fettgehalt und Doppelbindungsindex, die in drei verschiedenen Fettgeweben (innere und äussere Rückenspeckschicht, Schmer) bestimmt wurden.

Entsprechend vier verschiedenen Vitamin E- Zulagen (0, 25, 75 und 175 mg/kg) wurden die 64 Schweine des dritten Versuchs in Gruppen eingeteilt. Gleich wie in den beiden vorangegangenen Versuchen erfolgte die genetische Charakterisierung und die Bestimmung der Vitamin- und Cholesterolspiegel im Blut. Zusätzlich zu den drei Fettgeweben wurde eine Probe aus dem Herzmuskel auf deren Fettgehalt, Doppelbindungsindex, sowie α -Tocopherol- und Cholesterolgehalt hin untersucht. Patties wurden hergestellt, bei 0°C gelagert und während zwei Wochen jeden zweiten Tag auf ihren Gehalt an MDA hin untersucht.

Die Berechnungen der untersuchten Effekte basieren auf der Methode der kleinsten Quadrate. Es standen die Programme LSML76 (Mixed Model Least-squares and Maximum Likelihood, HARVEY 1977) und GLM (General Linear Models) von SAS (Statistical Analysis System, Version 6, 1988) zur Verfügung.

Es konnte bestätigt werden, dass die Fettqualität von Schweinefleisch durch bestimmte Futterkomponenten, beispielsweise Vitamin E und Polyensäuren, beeinflusst wird. Zusätzlich wurde gezeigt, dass auch genetische Einflüsse vorhanden sind, und es konnten Erkenntnisse über potentielle Markerloci gewonnen werden.

Hohe Konzentrationen an *Polyensäuren* im Futter sollten vermieden werden, weil diese einerseits direkt ins Depotfett eingebaut werden und andererseits den Bedarf aller fettlöslichen Vitamine erhöhen. Die Verabreichung von *Vitamin E* führt zu erhöhten α -Tocopherolspiegeln im Blut und über den Schutz von Membranlipiden zu verminderter Oxidationsanfälligkeit von Fleischprodukten.

α -Proteinase Inhibitoren (*PII, PIZ, PO1A*) haben sich als aussichtsreiche Kandidaten für eine Marker unterstützte Selektion empfohlen. In allen Versuchen wurden Beziehungen zwischen einigen Allelen dieser Systeme und den Fettgehalten sowie Doppelbindungsindices verschiedener Gewebe gefunden. Es wird vermutet, dass innerhalb oder in der Nähe dieser Kopplungsgruppe ein die Fettqualität beeinflussender Locus liegt.

Genetisch definierte Unterschiede der Apolipoproteine beeinflussen physiologische Parameter des Fettstoffwechsels, wie α -Tocopherol- und Cholesterolkonzentrationen im Blut oder Menge und Zusammensetzung der Fetteinlagerungen. Nach wie vor unklar ist jedoch, auf welchen molekularen Grundlagen solche Interaktionen beruhen. Auch sind die in dieser Arbeit gefundenen Beziehungen der Systeme *Lpb* und *Lpr* nicht stark genug, um dem Züchter als Selektionsgrundlage dienen zu können.

Bezüglich des Einflusses der *HAL-Kopplungsgruppe* kann gesagt werden, dass die zu unbefriedigender Fleischbeschaffenheit neigenden Haplotypen auch punkto Fettqualität mehrheitlich ungenügende Leistungen zu verzeichnen haben. Wird bei der Selektion der Zuchttiere der Fleischbeschaffenheit die nötige Beachtung geschenkt und gleichzeitig ein weiterer Rückgang des Fettbildungsvermögens vermieden, kann zumindest eine Stabilisierung der Fettqualität erreicht werden.

Um dem Züchter konkrete Selektionsmassnahmen vorschlagen zu können, sind weitere Versuche mit genau definierten Schweinepopulationen nötig. Neben dem rein statistischen Ansatz zum Auffinden von Beziehungen zwischen Markern und Merkmalen der Fettqualität, sollte dem Erarbeiten von physiologischen und molekularen Grundlagen des Fettstoffwechsels vermehrte Beachtung geschenkt werden.

Summary

The effect of marker genotypes and feeding supplements (vitamin E and polyunsaturated fatty acids) on fat quality of pork.

A major project was conducted to investigate the influence of genetics and diet on quality of pork and pork products. Three separate experiments were performed to answer the thesis question regarding genetic influence on differences in meat and fat quality of pork.

In experiment 1, pigs (n=80) were randomly allocated to four feeding groups each fed a different combination of concentrations of α -tocopherol (40 mg/kg, 120 mg/kg) and PUFA (14 g/kg, 28 g/kg). Animals were genetically characterized using 31 biochemical marker systems including blood groups, enzyme systems, lipoproteins, immunoglobulins, α -proteinase inhibitors and other serum proteins. The concentrations of α -tocopherol, retinol and cholesterol in plasma were also measured. After slaughter, carcasses were processed into standardized patties. As an indicator of the extent of peroxidation, the concentration of malondialdehyde (MDA) was measured after storage at -20°C for 1 day, 4, 8 and 12 months.

In experiment 2, pigs (n=198) of the Swiss Performance Testing Station were used. According to experiment 1, they were genetically characterized and concentrations of α -tocopherol, retinol and cholesterol in plasma were measured. After slaughter, adipose tissue samples from renal and inner and outer layer of back fat were obtained to determine the fat content and double-bond index.

In experiment 3, pigs (n=64) were randomly allocated to four feeding groups each fed a different concentration of vitamin E (0, 25, 75 and 175 mg/kg). The genetic characterization and determination of blood parameters were similar to experiments 1 and 2. In addition to adipose tissue samples, cardiac muscle samples were also obtained to determine the fat content, double-bond index and concentrations of α -tocopherol and cholesterol. The carcasses were processed into patties, and the concentration of MDA was measured after storage at 0°C for 1, 3, 5, 7, 9, 11 and 13 days.

The statistical analysis of the data were performed with least-squares models using the programs LSML76 (Mixed Model Least-squares Maximum Likelihood, HARVEY 1977) and GLM (General Linear Models) of the SAS package (Statistical Analysis System, edition 6, 1988).

It was confirmed that fat quality of pork is influenced by feed components such as vitamin E and PUFA. Furthermore genetic influences also exist. Three groups of marker loci proved to be related to fat quality traits.

High dietary intake of *PUFA* should be avoided. On the one hand these fatty acids are directly incorporated into adipose tissues, and on the other they reduce the absorption of all fat-soluble vitamins. *Vitamin E* supplementation resulted in increased blood concentrations. Due to stabilisation of membranal lipids by this antioxidant, the extent of peroxidation occurring in pork patties during refrigerated and frozen storage was reduced.

Polymorphic α -proteinase inhibitors (*PI1*, *PI2*, *PO1A*) might act as reasonable candidates for marker assisted selection. Relationships between some alleles of these loci, with fat content and double-bond indices of several tissues were found in all investigated samples. Evidence is proved for genetic linkage between some α -proteinase inhibitor loci and a yet unknown gene markedly influencing fat quality parameters.

Genetically determined apolipoprotein variants (*Lpb* and *Lpr*) exert distinct effects on physiological parameters influencing fatty acid turnover (i.e. concentrations of α -tocopherol and cholesterol in blood or quantity and quality of adipose tissues). Not yet fully understood are the molecular mechanisms underlying such interactions. Because we have not clearly elucidated associations between a single allele and fat quality traits until now, it is not possible to use polymorphic lipoprotein systems as selection criteria.

Concerning the influence of the *HAL linkage group*, it was demonstrated that the majority of haplotypes tending towards unfavorable meat quality are also involved in unfavorable fat quality. To avoid a further decline in fat quality, breeders should pay attention to meat quality in their breeding population and avoid the ability of depositing fats to decrease.

Further studies must be done to give swine breeders practical useful selection criteria to improve meat quality. In addition to statistical approaches of finding relationships between marker loci and fat quality traits, more attention should be paid to physiological and molecular mechanisms involved in fatty acid turnover.

Résumé

Influence de marqueurs génétiques et additifs alimentaires (vitamine E et acides polyéniques) sur la qualité de la graisse de la viande de porcs.

La qualité de la viande de porc et de ses produits, influencée par la génétique et la technique alimentaire, a été analysée dans le cadre d'un projet plus vaste. Ce travail est basé sur trois essais. La question a été étudiée à savoir si, et dans quelle mesure, des facteurs génétiques sont responsables des différences constatées entre les individus en plus des influences alimentaires.

Le premier essai comptait 80 porcs classés dans 4 groupes recevant chacun différents additifs alimentaires (40 resp. 120 mg/kg α -tocophérole, 14 resp. 28 g/kg acide polyénique). Tous les animaux ont été caractérisés génétiquement par 31 systèmes de marqueurs génétiques (groupes sanguins, systèmes enzymatiques, lipoprotéines, immunoglobulines, α -protéinase inhibiteurs et d'autres protéines sériques). Les concentrations d' α -tocophérole, de rétinole et de cholestérole ont été mesurées dans le sang. Un produit standard (patties) produit avec la viande des animaux, a été stocké à -20°C pendant 12 mois au maximum et analysé à quatre moments différents (1 jour, 4, 8 et 12 mois) pour sa teneur en malondialdéhyde (MDA) afin de juger la stabilité d'oxydation.

Les animaux du deuxième essai (n=198) venaient du centre de testage Sempach (MLP). Comme dans le premier essai, les porcs ont été caractérisés et différents paramètres sanguins ont été mesurés. La teneur en graisse et l'indice de liaisons doubles ont été déterminés dans trois différents tissus gras (lard dorsale extérieur et intérieur et panne) afin de servir comme mesure de qualité de la graisse.

Dans le troisième essai, les 64 porcs ont été groupés selon quatre différents additifs de vitamine E (0, 25, 75 et 175 mg/kg). Comme dans les deux essais précédents, les animaux ont été caractérisés génétiquement et les taux de vitamine et cholestérole ont été déterminés dans le sang. En plus des trois tissus gras, un échantillon de la musculature du coeur a été analysé pour la teneur en graisse, l'indice de liaisons doubles ainsi que les teneurs en α -tocophérole et cholestérole. Les patties ont été stockés à 0°C et analysés pour leur teneur en MDA tous les deux jours pendant une période de deux semaines.

Les effets analysés ont été calculés avec la méthode des moindres carrés. Les programmes utilisés étaient LSML76 (Mixed Model Least-squares and Maximum Likelihood, HARVEY 1977) et GLM (General Linear Models) de SAS (Statistical Analysis System, Version 6, 1988).

Il a pu être confirmé que la qualité de la graisse dans la viande de porc est influencée par des composantes alimentaires bien déterminées comme la vitamine E et des acides polyéniques. L'existence d'influences génétiques a également pu être démontrée et des connaissances ont été acquises au sujet des loci marqueurs potentiels.

De hautes concentrations d'acides polyéniques dans les aliments devraient être évitées parce qu'ils sont d'une part directement intégrés dans la graisse de dépôt et réduisent d'autre part l'absorption de toutes les vitamines solubles dans les graisses. L'administration de vitamine E augmente le niveau d' α -tocophérole dans le sang et réduit le danger d'oxydation de produits carnés en protégeant les lipides des membranes.

Des inhibiteurs d' α -protéinase (*PI1*, *PI2*, *PO1A*) paraissent utiles pour une sélection par marqueurs. Des corrélations ont été trouvées entre certains allèles de ces systèmes et les teneurs en matière grasse ainsi que les indices de liaisons doubles de différents tissus. Il est supposé qu'un locus influençant la qualité de la graisse, soit localisé à l'intérieur ou proche de ce groupe de linkage.

Les différences des apolipoprotéines définies génétiquement influencent des paramètres physiologiques du métabolisme des lipides, tels que les concentrations d' α -tocophérole et de cholestérole dans le sang ou la quantité et la composition des dépôts de graisse. Mais les bases moléculaires de ces interactions restent peu claires. Les corrélations des systèmes *Lpb* et *Lpr* trouvées dans cet essai ne sont pas assez étroites pour servir de base de sélection aux éleveurs.

Les haplotypes du groupe de linkage *HAL* influencent négativement la qualité de la viande et de la graisse. Si la sélection des animaux tient compte de la qualité de la viande et évite la diminution de la production de graisse, il est possible de stabiliser au moins la qualité de cette dernière.

Afin de proposer des mesures de sélection concrètes aux éleveurs, des essais supplémentaires avec des populations bien définies sont nécessaires. En plus de la recherche de méthodes statistiques permettant de trouver des corrélations entre marqueurs et critères de la qualité de la graisse, il faudra encore pousser l'élaboration de bases physiologiques et moléculaires du métabolisme des graisses.