

# Viande de porc: améliorer la valeur nutritive et la qualité gustative

Martina Müller Richli<sup>1,2</sup>, Monika Zurlinden<sup>1</sup>, Eugenia Harms<sup>1</sup>, Curdin Giger<sup>1</sup>, Patrick Stratz<sup>2</sup> et Martin Scheeder<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, 3052 Zollikofen

<sup>2</sup>SUISAG, 6204 Sempach

Renseignements: Martin Scheeder, e-mail: martin.scheeder@bfh.ch



La valeur nutritive et la qualité gustative de la viande de porc peuvent être nettement améliorées par l'alimentation et le stockage. (Photo: Proviande)

## Introduction

### Approches et potentiel d'améliorations

L'essai d'alimentation, réalisé dans le cadre du Programme national de recherche 69 «Alimentation saine et production alimentaire durable», visait notamment à montrer quelles mesures améliorent les qualités nutritive et organoleptique de la viande de porc. L'affouragement, la génétique et la transformation offrent des pistes pour améliorer la qualité de la viande et de la graisse.

La qualité de la graisse de porc est cruciale, car cette dernière est largement utilisée dans la fabrication de produits carnés. La qualité de la graisse peut être directement influencée par l'affouragement, mais elle a aussi une composante génétique claire (Müller *et al.* 2015). Dans l'alimentation humaine, ce n'est pas principalement la quantité de graisse ingérée qui est importante, mais sa composition (Laaksonen *et al.* 2005). Les graisses

sont composées d'acides gras saturés (AGS), monoinsaturés (AGMI) et polyinsaturés (AGPI). Dans les AGPI, on distingue les acides gras oméga-3 (n-3) et oméga-6 (n-6). Ces AGPI peuvent assurer des fonctions très spécifiques. On citera par exemple l'acide arachidonique (ARA, 20:4 n-6), un acide gras n-6 que l'on trouve généralement dans les tissus animaux et donc dans la viande. Il s'agit non seulement d'un composant des membranes cellulaires, mais aussi d'un précurseur des eicosanoïdes (hormones tissulaires), qui favorisent l'inflammation et accélèrent la coagulation du sang. L'acide eicosapentaénoïque de l'acide gras n-3 (EPA, 20:5n-3) est l'antagoniste direct de l'ARA et le précurseur des eicosanoïdes anti-inflammatoires.

Le corps humain ne peut pas synthétiser lui-même les acides gras n-3 et n-6 et doit donc les absorber via l'alimentation. L'acide alpha-linoléique (ALA, C18:3n-3), un précurseur de l'EPA, se trouve dans l'huile de lin et les parties végétatives vertes des plantes. Le précurseur de l'ARA est l'acide linoléique (AL, 18:2 n-6) qui est principalement présent dans de nombreuses huiles végétales. Les habitudes alimentaires occidentales conduisent généralement à un rapport n-6/n-3 nettement supérieur à 10 (Simopoulos 2008). Afin de réduire le risque de maladies dites de civilisation, un rapport n-6/n-3 inférieur à 5 est recommandé dans l'alimentation globale (*ibid.*; DACH 2013). L'inconvénient des AGPI n-3 est toutefois leur faible stabilité oxydative et le risque associé de rancissement dans la viande et les produits carnés. Le sélénium et la vitamine E peuvent fournir une protection contre ce phénomène. Ces deux composants peuvent également être influencés par l'affouragement. Les aliments pour animaux peuvent contenir au maximum 0,5 mg de sélénium par kilogramme, un maximum de 0,2 mg de sélénium pouvant être présent sous forme de levure de sélénium, c'est-à-dire de sélénium lié organiquement (UE 2013).

Pour les consommateurs, cependant, la qualité gustative de la viande, pour laquelle la tendreté joue un

rôle fondamental, est probablement plus évidente que les aspects sanitaires. C'est pourquoi ce projet a également étudié les possibilités d'améliorer la tendreté de la viande grâce à des mesures zootechniques et technologiques. Par exemple, la maturation de la viande et l'électrostimulation des carcasses sont utilisées pour la viande de bœuf, mais ne sont pas courantes pour la viande de porc.

## Matériel et méthode

Ce projet avait notamment pour objet de tester les aptitudes pratiques d'un aliment spécial pour l'enrichissement en acides gras n-3 ainsi qu'en sélénium et en vitamine E. Trois exploitations avec des méthodes d'alimentation différentes ont été sélectionnées à cet effet: alimentation monophase avec distributeur automatique, alimentation liquide biphasé et alimentation liquide multiphasé (Müller Richli *et al.* 2019).

Dans chacune de ces exploitations, l'aliment a été complété par 200 mg de vitamine E/kg, 2,5 % de graines de lin et 0,2 mg/kg de sélénium lié organiquement (levure de sélénium) dans trois rotations d'essai. Une dose supplémentaire de 0,25 mg de sélénite de sodium a été ajoutée dans une de ces trois rotations. De plus, deux rotations témoin ont été effectuées avec l'aliment habituel.

Pour un essai par exploitation (avec 0,2 mg/kg Se à partir de levure de sélénium), on a prélevé dans un lot d'abattage de la viande et de la graisse destinées à la production de saucisses à rôtir (fig. 1), de lard cru et de jambon cru. Pour chacun de ces trois essais, le matériel destiné aux produits témoin a été prélevé à l'abattoir dans un lot abattu le même jour choisi au hasard. La teneur en sélénium des aliments pour animaux, de la viande fraîche et des produits carnés a été mesurée par le «Laboratorium der Urkantone» à Brunnen (SZ), la teneur en vitamine E des aliments pour animaux et des produits carnés à l'Institut Kurz à Cologne, en Allemagne.

Pour déterminer le profil des acides gras, les échantillons de graisse prélevés systématiquement à l'abattoir et les échantillons de saucisses et de lard cru ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse au laboratoire de SUISAG, à Sempach (LU). L'indice d'iode a été calculé à partir du profil des acides gras. Pour la mesure de la stabilité oxydative, des échantillons de la couche sous-cutanée du lard de dos de certains animaux ont été homogénéisés et le temps d'induction, c'est-à-dire le temps jusqu'au début du processus d'auto-oxydation, a été déterminé après 60 et 150 jours de congélation. Les effets éventuels de l'alimentation sur la qualité or-

## Résumé

Lors d'un essai d'alimentation réalisé dans trois exploitations d'engraissement porcin, des procédés pour produire une viande de porc particulièrement bénéfique pour la santé et d'une qualité gustative excellente ont été étudiés. Des suppléments alimentaires ont permis d'enrichir la viande et la graisse des porcs, ainsi que les produits fabriqués à partir de celles-ci, en sélénium, en vitamine E et en acide gras oméga-3. L'amélioration recherchée du rapport oméga-6/oméga-3 (n-6/n-3) en dessous de 5 a été atteinte et la teneur en vitamine E des produits carnés des animaux de l'essai a pu être augmentée. Une supplémentation de l'aliment en sélénium lié organiquement et en sélénium anorganique a permis d'atteindre une teneur en sélénium de la viande autorisant l'allégation «source de sélénium». La qualité organoleptique des produits carnés n'a pas été affectée négativement. Une prolongation de la durée de maturation de trois à neuf jours a amélioré la tendreté, laquelle peut également être améliorée du point de vue zootechnique, en raison d'une héritabilité estimée à 37% et de la grande variance phénotypique. Une électrostimulation des carcasses n'a pas produit d'amélioration perceptible de la tendreté. Grâce à cette étude, on dispose désormais de procédés concrets permettant d'améliorer la valeur nutritive et la qualité gustative de la viande de porc.

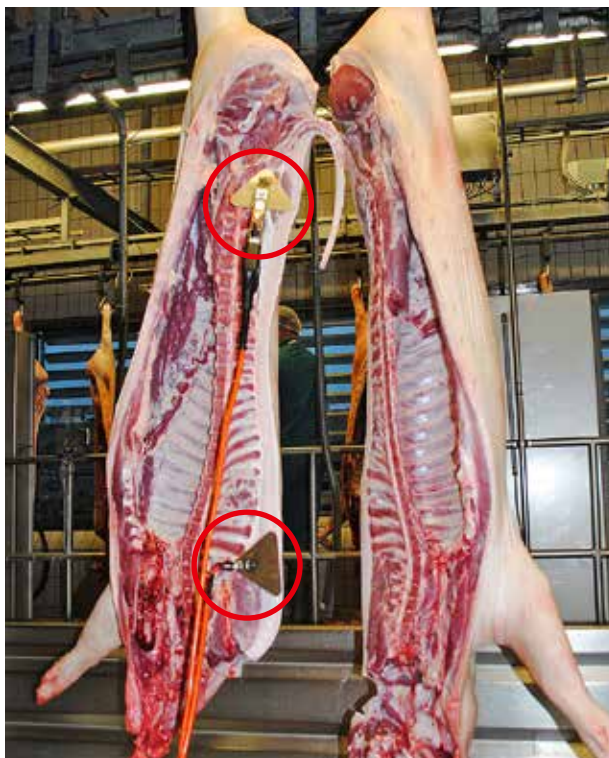
ganoleptique des produits carnés ont été étudiés sur des saucisses à rôtir de porc et du lard cru. Des tests triangulaires ont été effectués par un panel d'experts en évaluation sensorielle de la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL) afin d'évaluer objectivement les différences entre les différents lots de saucisses à rôtir. Les saucisses ont été chauffées au bain-marie pour éviter les effets masquants des arômes grillés. De plus, un test de préférence a été effectué auprès d'un total de 191 personnes (employés et étudiants de la HAFL). Pour ce faire, les saucisses ont été préparées sur un gril de contact et deux demi-saucisses (essai témoin) ont été servies, chacune sur une assiette séparée (fig. 1). Les participants devaient décider quelle saucisse ils préféraient et justifier leur choix. Le lard cru provenait à chaque fois de trois animaux de chaque lot



**Figure 1** | Des saucisses à rôtir ont été fabriquées à partir d'épaule, de lanières de gras (à gauche), d'épices, de sel et de chair à saucisse de veau, puis soumises à un test de préférence (au centre) et à un test triangulaire (à droite). (Photos: HAFL)

d'abattage d'essai et témoin. Pour le test triangulaire avec le panel d'experts, les tranches de lard de ces trois animaux ont été homogénéisées afin d'exclure tout effet de texture, l'objectif étant d'identifier les écarts d'arôme ou le rancissement. En outre, des jeux de dégustation provenant des 18 plaques de lard cru ont été

composés avec des tranches de trois animaux témoin et de trois animaux d'essai pour un «test de dégustation à domicile» et distribués notamment à des employés de la HAFL et de SUISAG. On leur a demandé de noter les échantillons de 1 (très mauvais) à 5 (très bon) en termes d'acceptation générale et, si nécessaire, de noter leurs commentaires concernant les échantillons. Quelque 131 questionnaires ont été retournés.



**Figure 2** | À l'aide de pointes métalliques (cercles), les électrodes ont été fixées à la carcasse de porc de manière à ce que seul le muscle grand dorsal soit traversé par le courant. (Photo: C. Giger)

Un test de maturation, un test d'électrostimulation des demi-carcasses et des mesures étendues de la force de cisaillement chez les animaux d'essai du MLP ont été effectués pour étudier les possibilités d'optimisation de la tendreté. Pour le test de maturation, deux tranches de filet ont été scellées sous vide dans un sac en plastique 24 heures *post mortem* et conservées respectivement pendant deux et huit jours dans une chambre froide à environ 2°C. Les pièces ont ensuite été pochées (bain-marie à 72°C, 45 min) puis conservées sous congélation jusqu'à l'analyse de la force de cisaillement. Après décongélation, quatre échantillons cylindriques ont été prélevés dans le sens des fibres à l'aide d'un foret creux, puis cisailés dans un analyseur de texture équipé d'une cellule de cisaillement Warner-Bratzler (fig. 8).

L'expérience d'électrostimulation a été réalisée sur 45 porcs de boucherie (non issus de l'essai d'alimentation). Une demi-carcasse de chaque animal a été stimulée de manière à ce que seul le muscle grand dorsal soit traversé par le courant (fig. 2).

Les analyses statistiques de la qualité de la graisse et du temps d'induction ont été effectuées à l'aide d'une analyse de variance (NCSS, méthode GLM) compte tenu du facteur alimentation et de la covariable poids mort.

La possibilité d'une modification zootechnique de la tendreté a été étudiée au Centre pour les épreuves d'engraissement et d'abattage de SUISAG, en effectuant comme susmentionné des mesures de perte à la cuisson et de force de cisaillement sur des échantillons de 1477 animaux et en estimant les composantes de la variance avec le programme ASReml.

## Résultats et discussion

### Graisse saine

Pour tous les critères de qualité de la graisse mesurés, on a observé des différences significatives entre les animaux témoin et les animaux de l'essai. Comme prévu, la teneur en AGPI, l'indice d'iode et les acides gras n-3 dans le lard de dos ont augmenté avec les aliments d'essai, alors que les AGS et les AGMI ont parallèlement diminué (tabl. 1). La teneur absolue en acides gras n-3 à longue chaîne dans le lard de dos était très faible. Les travaux de Sotnikova (2008) permettent toutefois de déduire que la proportion de ces acides gras fonction-

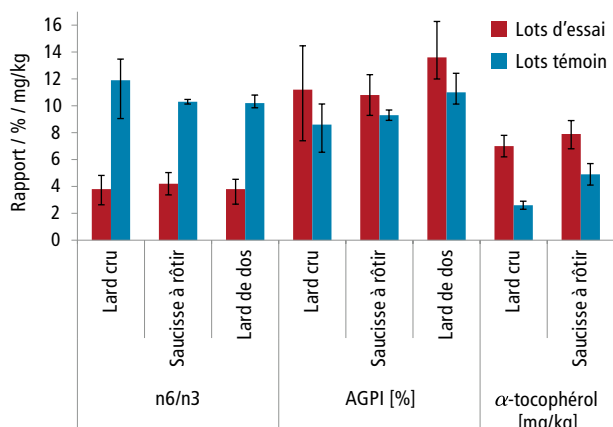
**Tableau 1** | Analyse statistique de la qualité de la graisse (lard de dos, échantillon aléatoire des lots, analyse GPC).

	Témoin	p <sup>1</sup>	Essai
n lots d'abattage	15		31
AGS %	41,3	***	40,4
AGMI %	47,4	***	45,3
AGPI %	11,3	***	14,3
Indice d'iode	61,6	***	67,0
ALA %	0,65	***	2,55
EPA %	0,007	***	0,036
DPA %	0,077	***	0,180
DHA %	0,025	***	0,037
LA %	9,2	***	10,0
ARA %	0,21	*	0,16
ARA/EPA	26,5	***	5,03
n6/n3	11,5	*	3,6

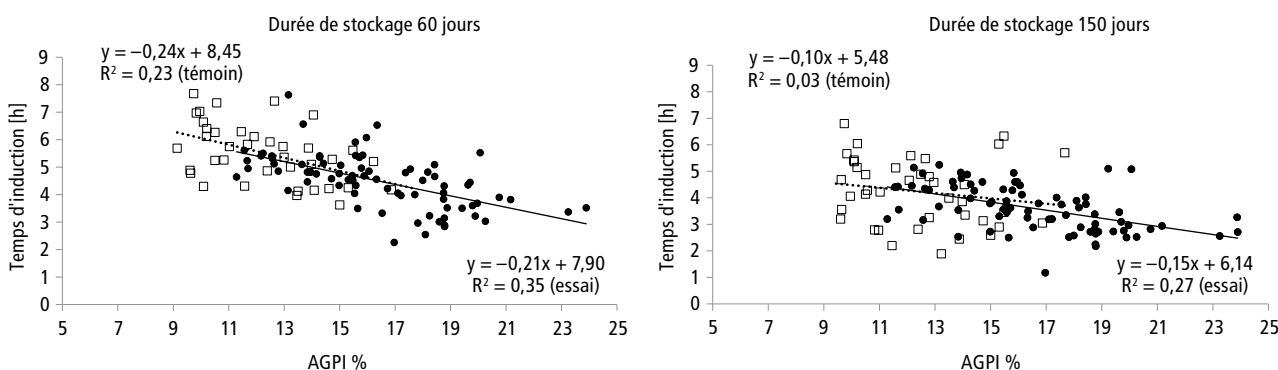
<sup>1</sup>p tiré de GLM-Anova, \*\*\* p<0,001, \*\*0,001≤p<0,01, \*0,01≤p<0,05,

nels est plus élevée dans la viande. La teneur en acides gras n-6 AL a également légèrement augmenté, mais le rapport n-6/n-3 est tout de même passé de plus de 10 à moins de 5, se trouvant donc dans la plage souhaitée. Le rapport ARA/EPA a diminué encore plus nettement, ce qui est particulièrement avantageux en ce qui concerne les fonctions spécifiques de ces acides gras (tabl. 1). Les effets qualitatifs de l'alimentation sur la composition des acides gras observés dans le lard de dos ont été aussi observés dans les produits carnés (fig. 3). Toutefois, en raison du petit nombre d'échantillons, aucune analyse statistique de ces résultats n'a pu être établie.

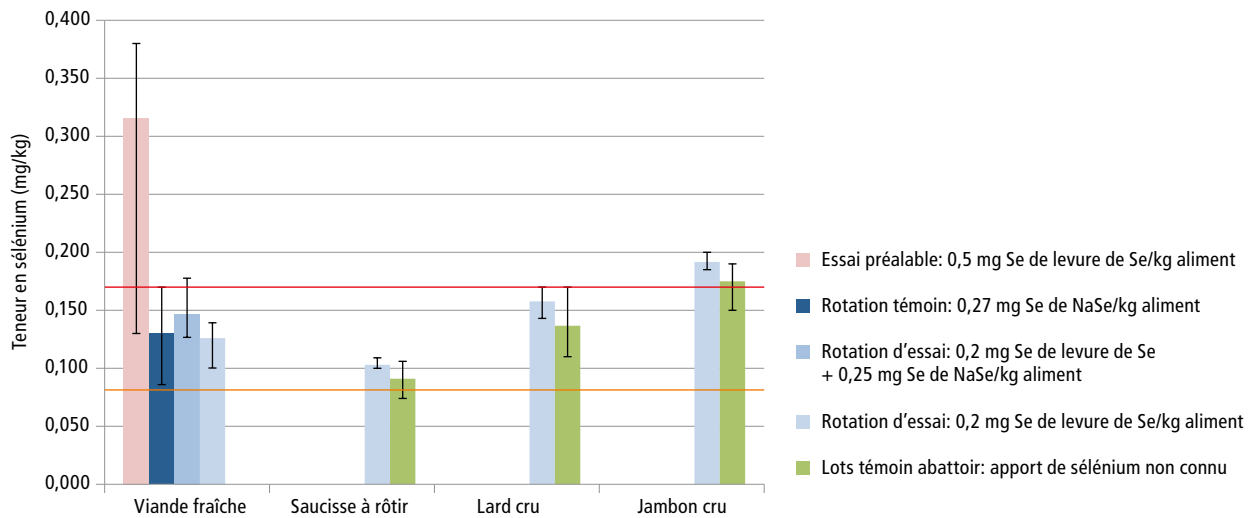
Avec des temps d'induction de 4,6 h après 60 jours et de 3,7 h après 150 jours de stockage, les échantillons de graisse des animaux de l'essai ont montré des valeurs significativement inférieures à celles des échantillons témoins, qui affichaient respectivement 5,5 h et 4,2 h et, par conséquent, une moindre stabilité oxydative. Les échantillons conservés pendant 60 jours ont montré une corrélation négative claire entre la teneur en AGPI



**Figure 3** | Rapport n-6/n-3, teneurs en AGPI et en vitamine E du lard de dos, des saucisses à rôtir et du lard cru. Les indicateurs d'erreur montrent les valeurs minimales et maximales.



**Figure 4** | Corrélation entre le temps d'induction et la teneur en AGPI après 60 jours et 150 jours de stockage du lard de dos sous congélation. □ = groupe témoin; ● = groupe d'essai; ..... = tendance linéaire du groupe témoin; — = tendance linéaire du groupe d'essai.



**Figure 5 | Teneur en sélénium de la viande et des produits carnés.** Ligne orange: à partir d'une teneur de 0,0825 mg/kg, un produit peut porter la mention «source de sélénium». Ligne rouge: à partir d'une teneur de 0,17 mg/kg, un produit peut être qualifié de «riche en sélénium». Les indicateurs d'erreur indiquent les valeurs minimale et maximale. Dans le cas des lots témoin de l'abattoir, la composition des aliments n'est pas connue, car les sujets ont été sélectionnés aléatoirement à l'abattoir. La plupart des moulins à fourrage suisses enrichissent leurs aliments avec du sélénium anorganique.

et le temps d'induction, qui s'est toutefois affaiblie après une période de stockage plus longue (fig. 4).

La corrélation est presque la même dans les groupes d'essai et témoin, ce qui suggère que seule cette teneur a été déterminante, et non pas le type d'AGPI. Comme les échantillons d'essai contenaient une proportion plus élevée d'acides gras n-3, qui sont beaucoup plus sensibles à l'oxydation, on aurait pu s'attendre à une stabilité oxydative encore plus faible. Le fait que cela n'ait pas été observé peut être attribué aux effets antioxydants de l'augmentation de la teneur en vitamine E (fig. 3).

### Déjà un bon apport en sélénium

L'addition combinée de 0,25 mg de sélénite de sodium et de 0,2 mg de sélénium lié organiquement a permis d'augmenter légèrement la teneur en sélénium de la viande (0,147, 0,131–0,176 mg/kg) comparativement à la seule addition de 0,2 mg de sélénium lié organiquement (0,126, 110–142 mg/kg). L'aliment témoin avec un supplément de 0,27 mg/kg de sélénite de sodium a produit des teneurs en sélénium aussi élevées dans la viande que le supplément de 0,2 mg/kg de sélénium lié organiquement (fig. 5). On trouve des valeurs similaires dans Jlali *et al.* (2014), Li *et al.* (2011) et Svoboda *et al.* (2010). En comparaison, lors d'essais préliminaires au Amrein Futtermühle AG (Sempach-Station) entre 2008 et 2014 (données non publiées), où jusqu'à 0,50 mg de sélénium lié organiquement était utilisé – de manière légale à l'époque –, une teneur moyenne de 0,32 mg/kg dans la viande avait été atteinte (fig. 5). Cela suggère,

comme les résultats des travaux de Svoboda *et al.* (2010) et Li *et al.* (2011), que le sélénium lié organiquement de la levure est mieux absorbé que le sélénite de sodium. Au niveau d'apport, inférieur, de cet essai, cependant, aucune différence n'a été constatée. Des niveaux de sélénium également élevés ont été observés lors de la comparaison des saucisses, du lard et du jambon des animaux de l'essai avec les produits des animaux témoins sélectionnés au hasard à l'abattoir, dont l'alimentation n'était pas connue (fig. 5). Selon les informations provenant de divers moulins fourragers, il est d'usage, en Suisse, d'enrichir l'alimentation des porcs avec du sélénium. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que le sol suisse est pauvre en sélénium et, par conséquent, les fourrages et aliments végétaux qui y poussent.

La dose journalière recommandée pour les êtres humains adultes est de 0,055 mg (DFI 1.1.2014a). En Suisse, en moyenne statistique, un quart environ est absorbé via la viande (Jenny-Burri *et al.* 2010). Un produit peut se targuer d'être une «source de sélénium» s'il contient 15 % de la dose journalière recommandée pour 100 g (DFI 1.1.2014b). Pour le sélénium, cela représente 0,00825 mg pour 100 g. Un produit peut être annoncé comme «riche en sélénium» s'il contient au moins 30 % de la dose quotidienne recommandée pour 100 g, à savoir 0,017 mg (*ibid.*).

L'ajout de sélénium lié organiquement semble garantir que la viande de porc et les produits carnés qui en sont issus contiennent plus de 0,0825 mg de sélénium/kg et peuvent donc être considérés comme une «source de sélénium» (fig. 5).



**Figure 6** | Même avec des produits riches en matières grasses comme le lard, aucun écart de goût n'a été constaté malgré une teneur élevée en AGPI. Le lard plus gras a toutefois été jugé moins bon. (Photo HAFL)

### Des produits sains et qui ont du goût

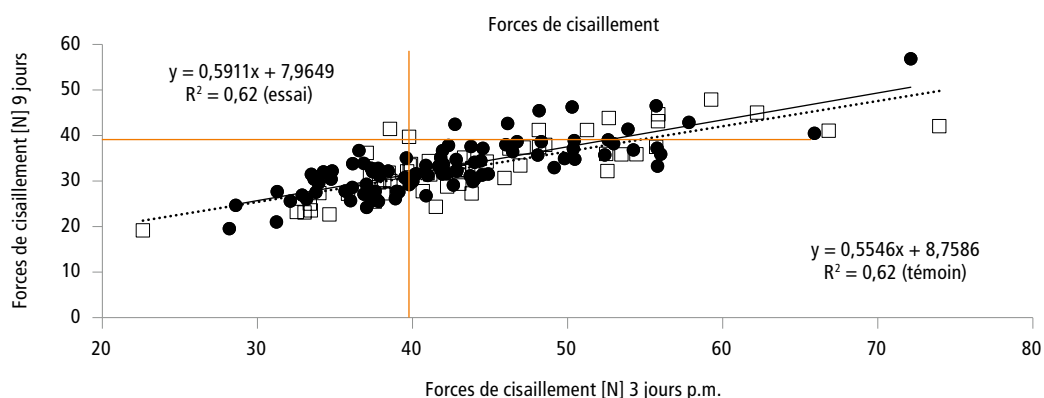
Les saucisses à rôtir des animaux de l'essai n'ont pas pu être distinguées des saucisses témoins par le panel d'experts en évaluation sensorielle lors de l'essai triangulaire et n'ont pas non plus montré d'écarts significatifs dans le test d'acceptation par le consommateur et le test de préférence. Dans le cas du lard cru, le panel d'experts a constaté des écarts pour une exploitation, attribués à une forte teneur en sel. Cela est probablement dû à la teneur plus faible en matière grasse de ces plaques de lard et à la proportion plus élevée de viande, qui absorbe mieux le sel. Le test de dégustation à domicile n'a pas non plus trouvé de corrélation entre la teneur en AGPI et le goût ou la note globale. Cependant, les tranches de lard à forte teneur en graisse ont été plutôt mal notées (coefficient de corrélation de Pearson  $r = -0,57$ ), ce qui était probablement aussi lié à l'impression visuelle (fig. 6). Sur les 131 questionnaires, totalisant 778 évaluations, seuls huit échantillons ont été décrits comme ayant un «goût de verrat», quatre étant qualifiés de «rances» et un étant signalé comme ayant un «goût de poisson».

### Une viande tendre grâce à la maturation

Tout comme le goût, la tendreté est un critère de qualité sensorielle essentiel, en particulier pour la viande fraîche. La maturation de la viande – peu courante pour le porc – représente un grand potentiel pour améliorer la tendreté (Muroya *et al.* 2010). De même, dans cette étude, les morceaux de filet conservés en chambre froide pendant neuf jours au total étaient nettement plus tendres (force de cisaillement 33,5 N) que ceux entreposés pendant seulement deux jours (43,4 N). Il n'y



**Figure 8** | L'analyseur de texture a besoin de moins de force pour couper la viande maturée plus longtemps, ce qui veut dire qu'elle est plus tendre. (Photo: HAFL)



**Figure 7** | Forces de cisaillement du filet de porc maturé (neuf jours après l'abattage) et du filet de porc non maturé.

□ = groupe témoin; ● = groupe d'essai; ..... = tendance linéaire du groupe témoin; — = tendance linéaire du groupe d'essai. Les lignes orange indiquent la limite de 38,3 N à partir de laquelle les consommateurs ne sont «plus satisfaits» de la tendreté.

avait aucune différence entre les animaux témoins et les animaux de l'essai (fig. 7). Selon une étude sur la tendreté de la viande bovine (Dufey *et al.* 2017), les consommateurs ne sont «pas satisfaits» quand les valeurs dépassent 38,3 N. La maturation a permis à la majorité des échantillons de se situer en dessous de cette limite d'acceptation de 38,3 N. Une autre observation importante est la corrélation étroite des forces de cisaillement avant et après maturation. Pour l'enregistrement de la tendreté dans le cadre d'un test de performance, il semble donc possible d'effectuer les mesures à un stade précoce après l'abattage.

L'électrostimulation (ES) de la carcasse (Razminowicz *et al.* 2008) est une autre mesure technologique connue pour améliorer la tendreté de la viande bovine. Chez les porcs, l'ES n'est pas courante parce que le métabolisme *post mortem* est plus rapide et, en combinaison avec l'ES, peut produire de la viande PSE (*pale, soft, exudative*). D'autre part, on a observé que l'étourdissement électrique améliorerait la tendreté du filet (Müller Richli *et al.* 2011). Bien que l'électrostimulation limitée au filet, telle qu'appliquée dans le cadre de ce travail, ait produit des contractions claires et fortes du muscle grand dorsal, elle n'a pas produit d'effets notables sur la qualité de la viande. Aucune différence reproductible n'a été observée, ni dans l'évolution du pH ni dans la tendreté, et les effets positifs sur la perte à la cuisson, déterminés dans chaque série d'essais, n'étaient pas non plus uniformes. L'électrostimulation n'a donc apporté aucun bénéfice patent.

À l'inverse, l'approche de l'amélioration zootechnique de la tendreté s'est révélée très prometteuse. L'estimation des composantes de variance pour les valeurs de force de cisaillement et les pertes à la cuisson enregistrées chez les animaux d'essai au MLP Sempach a donné d'intéressants taux d'héritabilité respectifs de 37 et 51 %. Avec la

variance phénotypique relativement grande de ces deux caractéristiques, cela fournit de bonnes conditions pour la réussite de la sélection. Par conséquent, la force de cisaillement comme caractéristique de la tendreté de la viande devrait être incluse à l'été 2019 dans l'estimation de la valeur d'élevage de la lignée paternelle des Grands Porcs Blancs.

## Conclusions

Le rapport n-6/n-3 et donc la valeur nutritionnelle de la viande de porc peuvent être significativement améliorés par l'alimentation, sans perte de la qualité gustative des produits qui en sont issus, si la sensibilité accrue à l'oxydation est compensée par une augmentation de la teneur en vitamine E. En outre, l'ajout de 0,2 mg de sélénium lié organiquement en combinaison avec 0,25 mg de sélénite de sodium par kilogramme d'aliment permet d'assurer que la viande soit considérée comme une «source de sélénium».

La valeur organoleptique, du point de vue de la tendreté, peut être sensiblement améliorée par la maturation de la viande, alors que l'électrostimulation n'est pas convaincante à cet égard. La sélection zootechnique est également une mesure appropriée pour améliorer la tendreté.

En résumé, on peut conclure qu'il existe des mesures applicables pour améliorer la valeur nutritive et la qualité gustative de la viande de porc. ■

## Remerciements

Nous remercions Micarna SA, Amrein Futtermühle AG, Fredy Müller Phanta-Porc Schweinevermarktung AG et les engraisseurs pour leur soutien et leur collaboration. Nos remerciements vont également au Fonds national suisse de la recherche scientifique pour son soutien dans le cadre du Programme national de recherche 69.

## Bibliographie

- DACH-Referenzwerte, 2013. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung. Accès: <http://www.sge-ssn.ch/grundlagen/lebensmittel-und-naehrstoffe/naehrstoffempfehlungen/dachreferenzwerte/> [12.12.2018]
- DFI, 2014a. Ordonnance du DFI sur l'addition de substances essentielles ou physiologiquement utiles aux denrées alimentaires.
- DFI, 2014b. Ordonnance du DFI sur l'étiquetage et la publicité des denrées alimentaires (OEDA).
- Dufey P. A., Silacci P., Dougoud B., Boilley C. & Messadene J., 2017. Tendreté de la viande bovine: validation des normes d'évaluation instrumentale. *Recherche Agronomique Suisse* 8 (7–8), 268–275.
- Jenny-Burri J., Haldimann M. & Dudler V., 2010. Estimation of selenium intake in Switzerland in relation to selected food groups. *Food Additives and Contaminants A* 27 (11), 1516–1531.
- Jlali M., Briens M., Rouffineau F., Geraert P. A. & Mercier Y., 2014. Evaluation of the efficacy of 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid on growth performance and tissue selenium retention in growing pigs. *Journal of Animal Science* 92 (1), 182–188.
- Laaksonen D. E., Nyyssonen K., Niskanen L., Rissanen T. H. & Salonen J. T., 2005. Prediction of cardiovascular mortality in middle-aged men by dietary and serum linoleic and polyunsaturated fatty acids. *Archives of internal medicine* 165 (2), 193–199.
- Li J.-G., Zhou J.-C., Zhao, H., Lei X.-G., Xia X.-J., Gao G. & Wang K.-N., 2011. Enhanced water-holding capacity of meat was associated with increased *Sepp1* gene expression in pigs fed selenium-enriched yeast. *Meat Science* 87 (2), 95–100.

**Riassunto****Come migliorare i valori nutrizionali e il sapore della carne di maiale**

Con uno studio sull'alimentazione in tre allevamenti di maiali da ingrasso sono state analizzate diverse possibilità per produrre carne di maiale a elevato valore nutrizionale che possedesse allo stesso tempo un sapore eccellente. Grazie alle integrazioni apportate al foraggio è stato possibile arricchire la carne e il grasso dei maiali e i prodotti carnei da essi derivati con selenio, vitamina E e acidi grassi omega-3. Come auspicato, il rapporto omega-6(n-6)/omega-3(n-3) è stato portato al di sotto di 5 ed è stato aumentato il tenore di vitamina E nei prodotti carnei degli animali campione. Con l'integrazione combinata di selenio organico e inorganico nel foraggio è stato raggiunto un tenore di selenio nella carne tale da consentire la denominazione «Fonte di selenio». La qualità organolettica dei prodotti carnei non è stata influenzata negativamente. Una frollatura prolungata da tre a nove giorni ha conferito alla carne una maggior tenerezza. Quest'ultima, sulla base dell'ereditabilità stimata di circa il 37% e dell'ampia varianza fenotipica, può essere migliorata anche tramite la selezione. Nessun miglioramento significativo della tenerezza, invece, è stato osservato con l'elettrostimolazione delle carcasse. Grazie alle misure esaminate sono ora a disposizione procedimenti pratici con i quali è possibile migliorare il valore nutrizionale e il sapore della carne di maiale.

**Summary****How nutritional value and eating quality of pork can be further improved**

A feeding experiment was conducted on three pig farms to evaluate the possibility of producing pork with both a specifically improved nutritional value and exceptional eating quality. By supplementing the feed, the concentrations of selenium, vitamin E and omega-3 fatty acids were increased in the meat and adipose tissue of the pigs as well as in the subsequent meat products. The omega-6/omega-3 ratio was improved to a desirable value below five. A combined supplementation of organic (selenomethionine) and inorganic (sodium selenite) selenium ensured that the meat contained enough selenium to permit the claim «source of selenium». The eating quality of the meat products was not impaired. Prolonged ageing of the meat from three to nine days markedly improved its tenderness. With a heritability of 0,37 and an observed high variation, pork tenderness can also be improved by means of breeding. In contrast, electrostimulation of the carcasses did not consistently improve the tenderness. We conclude that applicable measures to improve nutritional value and eating quality of pork under practical production conditions are available.

**Key words:** pork, meat and fat quality, selenium, vitamin E, omega-3 fatty acid.

- Müller Richli M., Kaufmann D. & Scheeder M., 2015. Bestimmung der Schweinefleischqualität für die Zuchtwertschätzung. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung, vol. 38 (éd. Kreuzer M. et al.), 159-163.
- Müller Richli M., Bee G., Stoffers H. & Scheeder M., 2011. Strukturfehlern in Schweineschinken auf der Spur. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung, vol. 34 (éd. Kreuzer M. et al.), 22-36.
- Müller Richli M. & Scheeder M., 2019. Viande de porc: bons résultats malgré une réduction des protéines dans la ration. *Recherche Agronomique Suisse* 10 (4), 156–163.
- Muroya S., Ertbjerg P., Pomponio L. & Christensen M., 2010. Desmin and troponin T are degraded faster in type IIb muscle fibers than in type I fibers during postmortem aging of porcine muscle. *Meat Science* 86 (3), 764–769, 2010.
- Racminovic R. H., Kreuzer M. & Scheeder M., 2008. Effect of electrical stimulation, delayed chilling and post mortem aging on the quality of M. longissimus and M. biceps femoris of grass-feed streers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88, 1344–1353.
- Simopoulos A. P., 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine (Maywood, N.J.)* 233 (6), 674–688.
- Sotnikova I., 2008. Dietary strategies to improve the nutritional value of pork while maintaining a high sensory and technological quality. Dissertation ETH Zurich.
- Svoboda M., Fajt Z., Banoch T., Drabek J., Salakova A. 2010. The use of selenium enriched *Enterococcus faecium* as an alternative selenium source for growing-finishing pigs. *Acta Veterinaria Brno* 79 (4), 511–517.
- UE, 2013. Règlement d'exécution (UE) No 427/2013.