



Valfoderensilage inverkan på sensorisk och teknologisk kvalitet hos griskött

The effect of forage silage on sensory and technological quality of pork

Malin Hägg

Självständigt arbete, 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Agronomprogrammet - Husdjur
Uppsala 2023



Vallfoderensilage inverkan på sensorisk och teknologisk kvalitet hos griskött

The effect of forage silage on sensory and technological quality of pork

Malin Hägg

Handledare: Magdalena Åkerfeldt, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Examinator: Johan Dicksved, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A"E
Kurstitel: Självständigt arbete i husdjursvetenskap
Kurskod: EX0872
Program/utbildning: Agronomprogrammet - Husdjur
Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2023
Omslagsbild: Ingela Löfquist
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillåtelse.

Nyckelord: fettsyra, Warner-Bratzler shear force, *M. longissimus dorsi*

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Sammanfattning

Vallfoder används i dagsläget i ekologisk grisproduktion för att stimulera naturliga behov såsom t.ex. söka efter föda, vilket bidrar till högre välfärd med färre foderrelaterade störningar och stereotypa beteenden hos grisen. Genom att ersätta delar av det konventionella kraftfodret med ensilage från vall, gynnas även odlingslandskapet och självförsörjningsgraden i lantbruket. I detta arbete granskades en kontrollgrupp samt tre olika foderbehandlingar med vall inblandat i fodret för att se hur det påverkade köttets kemiska sammansättning samt teknologiska kvalitet och hållbarhet. Kontrollgruppen utfodrades enbart med konventionellt slaktgrisfoder medans försöksgrupperna utfodrades med samma konventionella slaktgrisfoder samt hackat vallfoder, pelleterat vallfoder eller extruderat vallfoder. Denna studies resultat tyder på att inkludering av ensilage påverkar köttets kemiska sammansättning av fettsyror, dock syntes inga tydliga effekter att förbehandlingarna påverkat smak, textur, doft eller utseendet av köttet. Däremot tyder tidigare studier på att fettsyrasammansättningen påverkar köttets hållbarhet under lång tid. Förbehandlingarna har även påverkat köttets mörhet som analyserades med hjälp av Warner-Bratzler shear force-test som tyder på att mer intensivt förbehandlat vallfoder gynnar köttets mörhet. Därmed visar resultaten från denna studie att den kemiska sammansättningen och den teknologiska kvaliteten påverkas av inkludering av vallfoder i foderstaten, dock är resultaten inte starka nog för att effekt på de sensoriska egenskaperna eller köttets hållbarhet ska kunna fastslås. Resultaten tyder även på att förbehandlingen av vallfodret har inverkan på hur mycket vallfodret påverkar köttegenskaperna.

Nyckelord: Vallfoder, fettsyrasammansättning, Warner-Bratzler shear force, Sensorik, köttkvalité

Abstract

Silage is currently used in organic pig production to stimulate natural needs such as search for food, which contributes to higher welfare with fewer feed-related disturbances and stereotypical behaviors among pigs. By replacing parts of the usual conventional concentrate with silage, the cultivated landscape and the degree of self-sufficiency in agriculture are also benefited. In this study, three different pre-treatments of silage were investigated to see if/how it affected the chemical composition of the meat as well as technological quality and durability. The control group were fed only conventional feed, while the experimental groups were fed the same feed as well as chopped forage, pelleted forage or extruded forage. The results of this study indicate that the pre-treatment affects the meat's chemical composition of fatty acids, however, no clear effects are seen that the pre-treatments effect the taste, texture, aroma or appearance of the meat. On the other hand, earlier studies shows that the fatty acid composition affects the durability of the meat over a long period of time. The pre-treatments have also affected the tenderness of the meat, which was analyzed using the Warner-Bratzler shear force -test, which indicates that more intensive pre-treated silage benefits the tenderness of the meat. Thus, the results from this study show that the chemical composition and the technological quality are affected by including silage in the pig rations. However, the results are not strong enough to prove an effect on the sensory properties or the durability of the meat. The results also indicate that the pretreatment of the forage has an impact on how much the forage affects the meat characteristics.

Keywords: Silage, fatty acid composition, Warner-Bratzler shear force, Sensory, meat quality

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Figurförteckning.....	7
Förkortningar.....	8
Introduktion	9
Grisens betydelse för samhället.....	9
Grisens naturliga beteende.....	9
Vallgrödor som foder till grisar	9
Vallens roll i växtföljden	10
Vallfodrets inverkan på köttkvalité	11
Syfte	12
Frågeställningar och hypotes.....	12
Bakgrund.....	13
Material och metod.....	16
Djurbesättning och inhysning.....	16
Foderbehandlingar	16
Köttkvalitet.....	18
Sensoriska tester	19
Warner–Bratzler shear force.....	21
Fettsyraanalys	22
Statistisk bearbetning.....	22
Sensoriska tester	24
Warner-Bratzler shear force.....	26
Fettsyraanalys.....	26
Diskussion	28
Sensoriska smaktester	28
Warner-Bratzler shear force.....	30
Fettsyraanalys	31
Fördelar med vall som foder till grisar	32
Slutsats.....	34
Referenser.....	36
Populärvetenskaplig sammanfattning	40
Bilaga 1.....	42

Tabellförteckning

Tabell 1. Behandlingseffekter på köttets utseende, sensoriskt test.....	24
Tabell 2. Behandlingseffekter på köttets textur, sensoriskt test.....	24
Tabell 3. Behandlingseffekter på köttets doft, sensoriskt test.....	25
Tabell 4. Behandlingseffekter på köttets smak, sensoriskt test	25
Tabell 5. Behandlingseffekter på köttets fettsyrasammansättning, fettsyraanalys	26
Tabell 6. sammanställning av behandlingseffekter på köttets fettsyrasammansättning, fettsyraanalys.....	27

Figurförteckning

Figur 1. Illustration av vart biopsierna för respektive analys togs på LD.....	18
Figur 2. LD på plåt före tillagning	19
Figur 3. Bricka med sensoriska testet.....	22
Figur 4. Biopsi som körs för WBSF	21

Förkortningar

EE	Extruderat ensilage
HE	Hackat ensilage
PE	Pelleterat ensilage
KG	Kontrollgrupp
WBSF	Warner-Bratzler shear force
LD	<i>M. longissimus dorsi</i>

Introduktion

Grisens betydelse för samhället

Enligt organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (OECD) är fläsk vanligaste köttet i Europa (Öberg 2022). I Sverige har konsumtionen av griskött minskat de senaste 10 åren. Även om konsumtionen av svenskt kött ökat med 8% så har den totala grisköttskonsumtionen minskat, främst till följd av minskad import (Öberg 2022). Konsumenter ser djurvälstånd som en allt viktigare parameter när de köper kött (Alonso et al. 2020).

Grisens naturliga beteende

Grisen är ett av våra viktigaste produktionsdjur (Öberg 2022) och härstammar ursprungligen från vildsvinet (Graves 1984). Ett av grisens mest motiverade naturliga beteende är födosöksbeteendet (Graves 1984). Fodosöksbeteendet är så motiverat att grisen fortsätter att födosöka även om den fått sitt dagliga näringsbehov (Edwards 2003). I konventionell produktion utfodras slaktgrisen med restriktiv fodergiva som innebär att grisen har foder i tråget omkring 30 minuter per dag (Lindhahl 2003), vilket enbart är en bråkdel av grisens naturliga behov av födosökstid (Graves 1984). Den restriktiva fodergivan leder därmed till begränsad sysselsättning. I konventionell produktion ges även en liten mängd halm i boxen vilket är den enda möjligheten att utföra födosöksbeteenden när fodertråget är tomt. I dagsläget är angivelser kring halmmängd att grisen ska få en adekvat giva som tillgodoser grisens komfort och sysselsättningsbehov (Jordbruksverket 2022a). I studier har det visats att en giva på 300 gram halm per dag och gris minskar förekomst av både stereotypier och stimulerar födosöksbeteendet, en giva på 100 gram halm minskar också stereotypierna men stimulerar inte födosöksbeteendet på samma sätt som en giva på 300 gram halm gör (Botermans & Olsson 2014).

Vallgrödor som foder till grisar

En stor andel av de stereotypa beteenden vi ser idag är kopplade till att grisens födosöksbeteende inte tillgodoses (Graves 1984), vilket tyder på att systemet är bristfälligt ur djurvälståndssynpunkt. Utöver halmen finns det inga krav på berikningsmedel i konventionell produktion. Däremot är ett vanligt

berikningsmedel att ha kedjor i boxarna som grisarna kan sysselsätta sig med vilket stimulerar grisen och minskar risken för stress och stereotypa beteenden (Graves 1984).

Genom att tillsätta vallfoder, såsom ensilage eller hö, ges grisen möjlighet att utöva födosöksbeteende under längre tid. I ekologisk produktion finns det krav på fri tillgång till grovfoder såsom exempelvis vallensilage (Jordbruksverket 2022b) vilket har setts minska stress och skadliga beteenden (Høøk Presto et al. 2009; Jensen et al. 2010; Holinger et al. 2018). Utöver fördelarna med sysselsättningen har grisen även förmåga att tillgodogöra sig näring i vallfoder genom enzymatisk nedbrytning av fiber i tunntarmen och mikrobiell fermentering i grovtarmen som producerar bland annat kortkedjiga fettsyror (VFA) som är en mycket viktig energikälla för grisen (Sjaastad et al. 2016). Innehållet av fiber i ensilaget är gynnsamt för grisens magtarmkanal och kan motverka bland annat magsår (Cheeke & Dierenfeld 2010) som är vanligt förekommande i konventionell grisproduktion (Friendship 2022). Utöver dessa fördelar har studier påvisat att en ansevärd mängd vallfoder kan ersätta andra råvaror i konventionellt grisfoder (Wallenbeck et al. 2014; Friman et al. 2021).

Vallens roll i växtföljden

I konventionell grisproduktion används normalt inte vall i foderstaten vilket innebär att det sällan odlas vall på åkrarna (Jordbruksverket 2023). Däremot finns det flertalet fördelar med att ha vall i växtföljden. Vallens mångfald av gräs, örter och baljväxter erhåller större motståndskraft gentemot ogräs, skadedjur och annan yttre påverkan såsom klimat, väder, jordmån och näringshalter i jorden i jämförelse med en homogen sådd (Jordbruksverket 2022c). En förbättrad jordkvalitet minskar behovet av kemisk ogräsbekämpning, gödsling och jordbearbetning. Vallens gynnsamma miljö bidrar till en mångsidig insektsfauna i förhållande till det homogena lantbrukslandskap som dagens grisproducenter erhåller. Dessa pollinatörer, insekter och andra organismer skapar förutsättningar för naturlig bekämpning av skadedjur, och därmed minskat behov av kemisk bekämpning.

I det långa loppet bidrar vallen även till jordförbättring (Jordbruksverket 2023) genom kolinlagring från baljväxter samt ökad mullhalt genom grüngödsling från förmultnade växtdelar. Resultatet av en blandvall som förgröda till exempelvis höstvetete kan ge en skördeökning på 800 kg per hektar (Jordbruksverket 2023) som en produkt av jordförbättringen. Därmed är vallen en förutsättning för en hållbar växtföljd och även ett hållbart lantbruk.

Vallfodrets inverkan på köttkvalité

Vall innehåller en större andel fiber och fleromättade fettsyror i förhållande till konventionellt grisfoder vilket innebär att köttets sammansättning och kvalitet kan förändras när grisar utfodras med vallfoder. Att grisen är enkelmagad gör att näringsämnen som grisen utfodras med och tar upp i sin matsmältning också speglar sammansättningen av näringsämnen som syntetiseras i t.ex. musklerna (Keenan 2016) i större utsträckning än hos idisslare som har en mer välutvecklad fermentering av fettsyror.

Vallfoder innehåller en större mängd, för grisen, mer hårdsmälta näringsämnen såsom olika typer av fiber (Bach Knudsen et al. 2000; Danielsen et al. 2000) i jämförelse med det konventionella grisfodret som innehåller stora mängder spannmål och proteinråvaror med hög smältbarhet (som t.ex. soja och raps) (Florou-Paneri et al. 2014). Vallfoder innehåller även generellt sett större andel fleromättade fettsyror än konventionellt grisfoder (Hermansen et al. 2017), vilket flertalet studier har påvisat ökar andelen fleromättade fettsyror även i köttet (Hansen et al. 2006; Jonsäll et al. 2000; Johansson et al. 2002).

Syfte

Syftet med arbetet var att undersöka om inblandning av vallfoderensilage med olika förbehandlingsmetoder i foder till grisar påverkar köttets fettsyrasammansättning, mörhet och smak. Arbetet ingår i ett pågående forskningsprojekt om gräs/klöverensilage som användas som proteinfodermedel till slaktgrisar.

Frågeställningar och hypotes

Utifrån syftet sattes följande frågeställningar upp:

-Kan utfodring av vallensilage påverka den kemiska sammansättningen i muskler och därmed leda till sensoriska förändringar i griskött?

-Finns andra bieffekter av utfodring med vallensilage som kan påverka köttets teknologiska kvalitet, hållbarhet och efterfrågan på marknaden?

Hypotesen för arbetet var att utfodring med ensilage till grisar påverkar den kemiska och teknologiska sammansättningen av köttet, och därmed även kvalitet och smak.

Bakgrund

Fettsyror

Vallfoder innehåller generellt sett större andel fleromättade fettsyror än konventionella grisfoder (Hermansen et al. 2017) vilket leder till att kött från grisar som utfodrats med vallfoder har högre andel fleromättade fettsyror än kött från grisar som utfodrats med konventionellt grisfoder (Hansen et al. 2006; Jonsäll et al. 2000; Johansson et al. 2002; Stødkilde et al. 2021). Hur fettsyrasammansättningen påverkas beror på vad vallfodret innehåller och hur stor andel av foderstaten som representeras av vallfoder (Jonsäll et al. 2000; Johansson et al. 2002).

Grisar som utfodrades med 30 % blandvallsensilage respektive helsädesensilage av korn och ärt fick högre andel fleromättat fett i ryggfettet i jämförelse med grisar enbart utfodrade med konventionellt grisfoder (Hansen et al. 2006). Orsaken till förändringen tros bero på vallfodrets fettsyrasammansättning, men kan även ha påverkats av lägre tillväxt hos grisar med vallfodermedel i foderstaten (Hansen et al. 2006). Liknande resultat har även setts i andra studier där 10 % av grisens energibehov täckts med rödklöverensilage vilket också har genererat högre andel fleromättat fett i förhållande till enkelomättat och mättat fett än grisarna som enbart ätit konventionellt grisfoder (Johansson et al. 2002). Dessutom hade vallfodergrisarna i studien av Johansson et al. (2002) en mindre andel intramuskulärt fett (IMF), vilket också skulle kunna ha en inverkan på fettsyrasammansättningen i köttet.

Risken för att fleromättat fett oxideras lättare skulle kunna påverka köttkvaliteten samt smaken på köttet (Amaral et al. 2018); Stødkilde et al. 2021). De omättade fettsyrorerna oxideras av reaktivt syre i luften, såsom fria radikaler, oxidationen av lipiderna leder till att fettets härsknar och orsakar en oangenäm smak och lukt (Amaral et al. 2018). Oxidation är även orsaken till att kött tappas färg och blir grått, förändringen har setts vara negativ ur konsumentens synpunkt (Amaral et al. 2018).

De fleromättade fettsyrorerna funna i köttet är huvudsakligen olika typer av omega 3 såsom α -Linolensyra (C18:3n-3/omega-3), Eikosapentaensyra (C20:5n-3/omega-3), Dokosahexaensyra (C22:5n-3/omega-3) och Linolsyra (C18:2n-6/omega-6)

(Stødkilde et al. 2021). I studien av Stødkilde et al. (2021) hade förekomsten av fettsyror ett linjärt samband med förekomsten av vall i foderstaten. I samma studie sågs även att omega-3 ökade i större utsträckning än omega-6 (Stødkilde et al. 2021) vilket ledde till att omega-3 blev överrepresenterad i förhållande till omega-6 (Stødkilde et al. 2021). Denna förändring i fettsyrasammansättning sker signifikant i lever, kringliggande vävnad och i muskler (Stødkilde et al. 2021). Ur livsmedelssynpunkt eftersträvas en låg kvot mellan omega-6 och omega-3 (Livsmedelsverket 2022). Däremot gör en ökad mängd omega-6 fettsyror att risken för oxidation av köttet minskar eftersom omega-3 oxiderar lättare (Stødkilde et al. 2021), vilket medför att risken för oxidation av köttet med låg andel omega-6 är större. Amaral et al. (2018) såg att risken för oxidation minskade om omega-6/linolsyra representerade minst 3 % av fettsyror.

Ett annat sätt att förhindra snabbare oxidation av kött från grisar som utfodrats med vallfoder är att öka mängden antioxidanter i fodret (Hudson & Warwick 1977). Hudson & Warwick (1977) såg att vallfoder generellt innehöll större andel antioxidanter och att detta kunde minska risken för oxidation av köttet. En vanligt förekommande antioxidant i griskött är alfa-tokoferol (Högberg 2002) vilket har setts förekomma i större utsträckning i samband med vallfoder än i konventionellt grisfoder (Stødkilde et al. 2021a). Alfa-tokoferol oxideras enklare än fleromättade fettsyror vilket leder till att alfa-tokoferol oxideras av fria radikaler och andra oxidativa molekyler i muskeln före fettsyror (Högberg 2002). Alfa-tokoferol förbrukas i högre utsträckning i kött från vallfodergrisar än kött från konventionella grisar (Stødkilde et al. 2021) vilket tyder på att oxidation sker i större utsträckning i kött hos vallfodergrisar än konventionella. En slutsats som Stødkilde et al. (2021) antydde var att förekomsten av alfa-tokoferol förhindrar att oxidationen av fettsyror går snabbare i kött från djur som utfodrats med vallfoderbaserade fodermedel än grisar utfodrade konventionellt. Men det tyder även på att det krävs en ökad förekomst av antioxidanter i foderstater innehållande vallfoder för att förhindra oxidation av köttet.

Mörhet

Konsumenten ser mörhet av kött som en kvalitetsindikator (Warner et al. 2021). Däremot kan köttets kvalitet mätas på flera olika sätt och det finns motstridigheter vad som är det rätta sättet att avgöra köttets mörhet. Då det funnits brister i att mörhet avgörs på olika sätt rekommenderar forskare i området att mörhet istället bedöms som tuggmotstånd och hårdhet med definitioner från ISO 11035:2020 (ISO 11036:2020.). Denna organisation skapar definitioner som kan användas för att alla forskare ska använda sig av samma benämning. Enligt organisationen är hårdhet den kraft som krävs för att skapa en given deformation av köttet, tuggtid benämns som den tid det tar att tugga ett kött till den konsistens som passar för att svälja.

Mörheten av köttet påverkas av bindväv, längden på sarkomer, protolys av myofibriller (Koohmaraie et al. 2002), tvärbindingar mellan proteiner, intra muskulärt fett (IMF) och proteinnedbrytning vid tillagning (Warner et al. 2021). Mörhet samt proteolys postmortem (sönderdelning av muskelvävnad efter att muskeln har dött/ blivit kött) påverkas även av muskeltyp (Koohmaraie et al. 2002). För just *Musculus longissimus dorsi* (LD) som kommer att användas i denna studie verkar mörheten påverkas mest av protolys av myofibrillerna samt sammansättningen och mängd myofibriller (Koohmaraie et al. 2002).

För att bedöma mörhet på ett teknologiskt sätt är Warner-Bratzler shear force (WBSF) vanligt förekommande. Det ursprungliga testet började konstrueras år 1929, men har utvecklats en del sedan dess (Warner et al. 2021). Metoden mäter kraften som krävs för att deformera köttet på ett givet vis med hjälp av ett V-format skärblad med givna egenskaper för att skapa ett så exakt mätverktyg som möjligt (Bourne 2002). Hur köttbitens form ska vara finns det olika direktiv om, och det används olika metoder i olika delar av världen, i Europa är det vanligast att använda sig av rektangulära stavar med 1 cm per sida och omkring 5-7 cm längd (Hildrum et al. 2009). Dessa rektanglar används istället för ett runt prov på 1,27 cm i diameter som ska vara taget ur kärnan på köttbiten som används i Nordamerika.

Smak

Studier kring utfodringens smakupåverkan är bristfällig. I en tidigare sensorisk studie där påverkan av vallfoderinblandning utreddes uppkom inga smakförändringar hos färskt kött (Johansson et al. 2002). Däremot fann Jonsäll et al. (2000) smakförändringar hos kött som varit fryst i ett år. När köttet varit fryst i ett år hade kött från grisar som ätit vallfoder större tendens att smaka härsket och syrligt än kött från grisar som ätit enbart konventionellt grisfoder (Jonsäll et al. 2000). I studien hade grisarna utfodrats med 10 % rödklöverensilage och resterande konventionellt grisfoder (Johansson et al. 2002; Jonsäll et al. 2000). Liknande resultat sågs av Hertzman et al. (1988) där grisar utfodrades med hög andel fleromättade fettsyror genom fiskmjöl, helrapssäd, rapsmjöl och korn. Även studien av Arnkværn & Bronken Lien (1997) fann att grisar som utfodrats med hög andel fleromättade fettsyror ledde till härsken lukt och smak inom mindre än ett år i fryst (-20°C). En anledning till härsken smak kan bero på att fleromättade fettsyror oxiderar lättare än mättade fettsyror (Keenan 2016) på grund av att enkelbildningar mellan kolen i mättade fettsyror genererar en mer stabil molekyl.

Utöver fettsyrasammansättningen har studier visat att även proportionerna IMF förändras beroende av foderstaten (Johansson et al. 2002; Keenan 2016). Grisar som utfodrades med ensilage (10 % av energibehovet) sågs ha mindre andel IMF än grisar som enbart utfodrats med konventionellt grisfoder (Johansson et al. 2002; Keenan 2016).

Material och metod

I ett pågående forskningsprojekt på SLU Lövsta Lantbruksforskning i Uppsala studeras om gräs/klöverensilage kan användas som proteinfodermedel till slaktgrisar. Mer ingående har det undersökts om förbehandlingar av ensilaget ger någon effekt på foderkonsumtion, tillväxt och slaktkroppsegenskaper hos grisarna. Utöver det har även sensoriska smaktester, WBSF och fettsyraanalyser genomförts på kött ifrån gyltor som ingick i försöket, vilka resultat ingår i detta arbete. Mer detaljerad information om foderbehandlingarna, inhysning och djurmaterial finns i studien av Friman et al. (2021).

Djurbesättning och inhysning

Utfodringsförsöken pågick mellan januari och maj 2020 på SLU Lövsta lantbruksforskning i Uppsala. I försöket ingick totalt 128 slaktgrisar från två produktionsomgångar, uppfödda med två veckors mellanrum. Grisarna hölls i två separata men identiska stall på samma anläggning. Respektive stall hyste åtta separata boxar med fyra gyltor och fyra immunokastererade galtar. Inga kullskon stod i samma box. Grisar var en korsning mellan raserna Svensk Yorkshire och Hampshire.

Boxarna var 11 m² stora, varpå en tredjedel av boxarna var spaltgolv och resterande helt betonggolv. I försöket användes kutterspån som strömedel. I respektive box fanns ett 4,5 m långt fodertråg. Stallet var utrustat med tillsynsgång i mitten av stallet samt längst båda gavlarna.

Foderbehandlingar

Totalt fick grisarna fyra olika foderbehandlingar. I respektive produktionsomgång utfodrades två boxar med samma foderbehandling, totalt ingick alltså fyra boxar med samma foderbehandling. I försöket ingick tre foderbehandlingar med ensilage (EE, HE, PE) och en kontrollgrupp (KG) utan ensilage som enbart åt ett konventionellt slaktgrisfoder. Foderbehandlingarna med ensilage utfodrades antingen som ett pelleterat foder där ensilaget torkats, malts och sedan blandats med konventionellt foder (PE), eller som fullfoder, så kallad total mixed ration, TMR, med färskt ensilage som var hackat till 4-15 mm strållängd (HE) eller processats

genom skruvpress i en bio-extruder till 1-3 mm strållängd (EE), och sedan blandats med konventionellt foder. Gällande samtliga foderbehandlingar representerade ensilaget 20 % av totala råproteinet (RP) i foderstaten (g/kg).

Sammansättningen av ensilaget var 50 % timotej (*Phleum pratense*), 20 % ängssvingel (*Festuca pratensis*), 15 % engelskt rajgräs (*Lolium perenne*), 10 % rödklöver (*Trifolium pratense*) och 5 % vitklöver (*Trifolium repens*) (Friman et al. 2021). Vallen skördades i juli 2019 och var en andraskörd av en förstaårsvall.

I samband med skörd hackades vallen med en ensilagehack till mellan 4 och 15 mm, därefter tillsattes ensileringsmedel (ProMyr NT570, Perstorp Holding AB, Malmo, Sweden) varpå ensilaget plastades in (Friman et al. 2021). För pelletering skickades ensilaget till en torrfoderproducent (Genevads Grönfodertork, Laholm, Sverige). Det konventionella slaktgrisfodret var ett konventionellt foder för slutuppfödning av slaktgrisar (Svensk Agro, Kalmar, Sverige). Ensilaget värmetorkades och pelleterades till rent ensilagepellets innan det blandades med det konventionella slaktgrisfodret och pelleterades om till ett komplett foder i pelletsform, optimerat efter rekommendationer för utfodring av slaktgrisar (Göransson 2010). Det konventionella fodret som ingick tillsammans med ensilaget i fullfodret av HE och EE producerades på samma fabrik som det konventionella fodret i PE behandlingen och KG fodret (Svensk Agro, Kalmar, Sverige) och samma ingredienser användes i samtliga behandlingar. Det konventionella fodret i fullfodret var anpassat för att blandas med ensilaget i ett 60:40 förhållande vid utfodring.

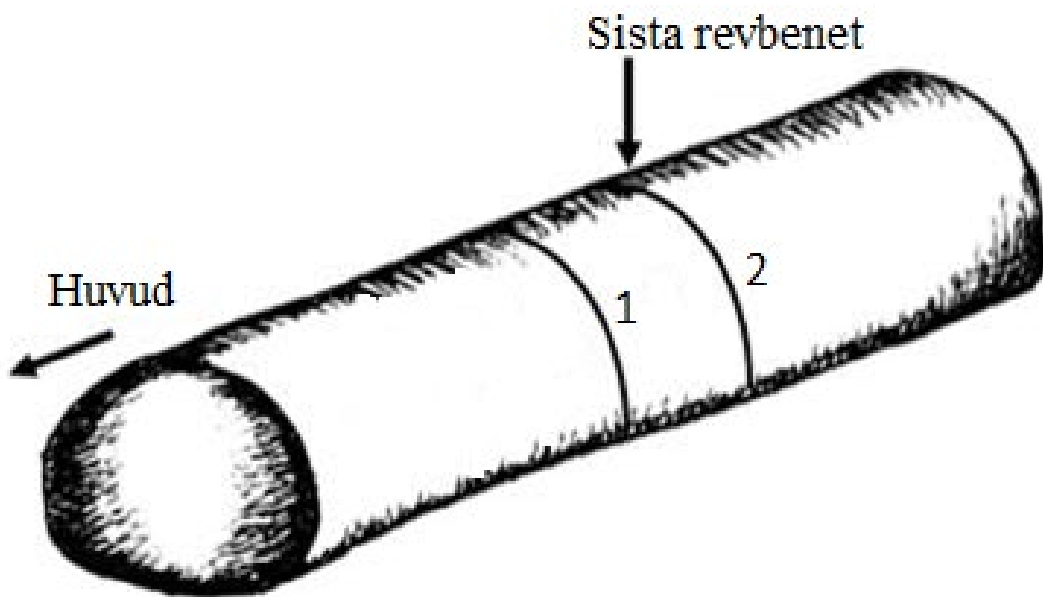
Samtliga grisar utfodrades två gånger om dagen baserat på medelvikten av grisarna i respektive box. Foderstaterna baserades på svenska näringsrekommendationer för slaktgris varpå utfodringen skedde i två faser, en när grisarna vägde ca. 30–60 kg, där energigivan ökade successivt och en från 60 kg fram till slakt där energitilldelningen var konstant. Behandlingarna KG och PE kunde utfodras automatiskt med anläggningens fodersystem, medan EE och HE utfodrades manuellt av personalen med påsar genom att strax innan utfodring blanda ihop ensilage med det konventionella fodret med hjälp av en mixer (Syntesi 140, Epox Maskin AB, Sollentuna, Sweden).

Grisarna utfodrades med de tilldelade foderbehandlingarna under hela slaktgrisperioden ($32,5 \pm 4,2$ kg till $114,3 \pm 6,5$ kg levande vikt).

Köttkvalitet

För att mäta köttkvalitetsparamterar användes LD muskeln från alla gyltor i studien (n=56), dvs. 14 gyltor från respektive behandling (KG, PE, HE och EE). På morgonen, dagen efter slakt, transporterades slaktkropparna till en styckningsenhet (Andersson & Tillman, Uppsala, Sverige), där LD muskeln från den högra halvan av slaktkroppen styckades ut. Denna transporterades sedan till laboratoriet, cirka 10 min bort från styckningsenheten (SLU, Uppsala, Sverige). Cirka 24h efter avblodning togs biopsier för fettsyraanalys vid det sista revbenet (Figur 1). Provet skars ut med skalpellblad och förvarades direkt efter provtagning i flytande kväve. Efter provtagningen avslutats flyttades proverna till frys och förvarades i -80 °C fram tills analys.

Utöver biopsierna skars prover ut för Warner–Bratzler shear force (WBSF) analys, samt för sensoriska analyser. Provet för WBSF skars ut vid det 12 revbenet, 10 cm kranialt från det sista revbenet (Figur 1). Provet för sensoriska analyser skars vid det sista revbenet, 20 cm kaudalt från det sista revbenet (Figur 1). Proverna vakuumförpackades och förvarades sedan mörkt i -20 °C fram tills analys.



Figur 1.

Figuren föreställer *M. longissimus dorsi* (LD). Warner–Bratzler shear force (WBSF) tester togs vid 12 revbenet (1), sensoriskt prov samt fettsyra biopsier togs vid sista revbenet (2).

Sensoriska tester

Djurmaterial

I det sensoriska testet användes 16 slumpvist utvalda gyltor, åtta från respektive omgång, dvs. två gyltor per behandling representerade från respektive box i varje omgång.

Tillagning

Köttproverna tinades inför tillagning i kylrum (4°C) därefter delades samtliga LD i två delar längs muskelfibrerna (Figur 2). Köttet märktes med blindad kodning inför tillagning, vilket innebar att smakpanelen inte visste vilket av smakproverna som representerade respektive behandling. Köttet tillagades i fyra likadana *Rational self cooking-enters* ugnar med inställning på 100 % ånga, en temperatur på 65°C och högsta fläkt tills köttet nådde en kärntemperatur på 65°C. Köttet filmdragerades med gladpack och svalnade i kylrum (4°C). LD skivades med skärmaskin till 3 mm tjocklek och förvarades i kylrum (4°C) under ett par timmar inför smaktest.



Figur 2.

M. longissimus dorsi (LD) delades i 2 likadana bitar före tillagning.

Sensoriskt test

Ett formulär för det sensoriska testet (Bilaga 1) skapades genom att fyra randomiserade och blindade köttprover testades av åtta personer som inte skulle medverka i det sensoriska testet. Samtliga sensoriska egenskaper som identifierades

av dessa åtta personer användes i formuläret (Bilaga 1) som potentiella egenskaper testpersonerna kunde känna i köttproverna. De sensoriska egenskaperna delades in i fyra huvudkategorier: Utseende, textur, doft och smak (Bilaga 1).

Respektive smaktest ordnades på separata brickor (Figur 3). Varje bricka utrustades med 17 plastkoppar med kodning för respektive behandling, fyra från varje behandling samt ett uppstartsprov från en individ som inte var med i resterande smakprov (Figur 3). Det var 30 testpersoner som medverkade. Samtliga testpersoner kom från Grythyttans restaurangskola och hade gått minst en kurs i sensorik, vissa hade mer kunskap och erfarenhet än andra.

Under det sensoriska testet smakade varje testperson blindat på 17 köttprover (16+1) i en randomiserad ordning som var förutbestämt med hjälp av *I Questionare*. *I Questionare* är en metod som sammanställer åsikter från flertalet bedömare i ett test. Frågorna i testet är ofta graderade och syftet är att bilda en generell uppfattning om, i detta fallet, en produkt såsom kött, däremot används det även ofta för att exempelvis bedöma trivsel på en verksamhet (Bhandari 2021). Samtliga sensoriska egenskaper som testpersonen kunde identifiera graderades på en skala från 1–5 följande en metod kallad Rate- all- that- apply (RATA), där 1 stod för svag förekomst av egenskapen och 5 stod för stark förekomst av egenskapen. RATA används för att bedöma intensitet av olika sensoriska variabler genom gradering (1–5) och är fördelaktig när få bedömare kan användas (Giacalone & Hedelund 2016). Egenskaper bedömaren inte kunde identifiera lämnades utan gradering. Bedömaren förde in sin gradering enskilt i *I Questionare* via en iPad. Syftet med det 17:de smakprovet var att minska ordningspåverkan, det 17 smakprovet skulle alltid smaktas först och räknades inte in i bedömningen. Mellan samtliga köttprov var en paus på 2 minuter innan nästa köttprov skulle testas, under tiden rekommenderades testpersonerna skölja munnen med vatten.



Figur 3.

Bricka för ett test med *M. longissimus dorsi* (LD) skuret i bitar.

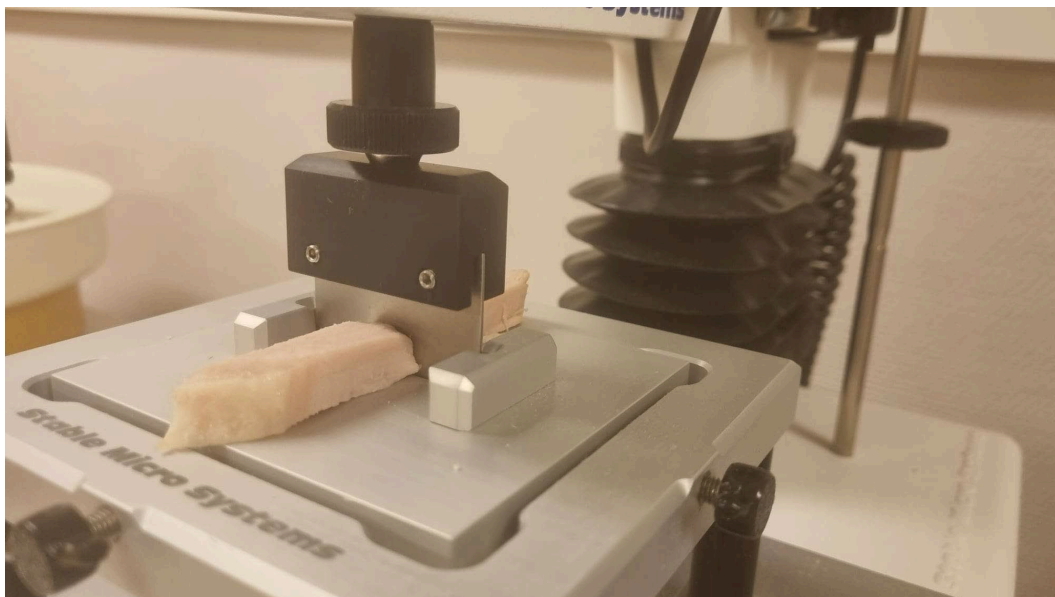
Warner–Bratzler shear force

Djurmaterial

I WBSF testet användes kött från samtliga gyltor för analys (n=56) dvs. 14 gyltor från respektive behandling (KG, PE, HE och EE).

Genomförande av Warner–Bratzler shear force

Instrumentell mörhet mättes i Newton (N) via WBSF test och analyserna genomfördes på tillagade prover (Figur 4). Ett vattenbad hettades upp till 65 °C varpå det vakuumpförpackade provet lades i vattenbadet. En termometer sattes i provets tjockaste del och provet tillagades tills det uppnått en innertemperatur på 65 °C. Därefter lades provet direkt i isvatten för att kylas ned till ca 25 °C. Provet skars sedan upp i skivor med en skärmaskin till 1 cm tjocka skivor. Slutligen skars provet upp i stavar om 1,0 cm × 1,0 cm (bredd × höjd), skurna vinkelrätt mot fiberriktningen. Längden på provet varierade beroende på provets ursprungliga storlek. Provet analyserades därefter med en Warner–Bratzler-kniv (TA-7), med ett giljotinblock, ansluten till en texturanalysator (TA.HD Plus Connect, Godalming, Surrey, Storbritannien) och en hastighet på 2,0 mm/s.



Figur 4.

Figuren visar ett köttprov som skärs med metoden Warner-Bratzler shear force (WBSF). Resultatet anger kraft (Newton) som krävs för att dela köttprovet, där ett lågt värde indikerar mörkt kött.

Fettsyraanalys

Djurmaterial

Fettsyraanalyserna genomfördes på kött från samma 16 gyltor som ingick i de sensoriska testerna.

Genomförande av fettsyraanalys

Fettsyror analyserades baserat på Karlshamn's analysis method (Nr. 2.5.1 and Nr. 2.5.2) och A.O.C.S. Recommended Practice Cd 1c-85, av Eurofins (Eurofins, Lidköping). Denna metod identifierar och kvantifierar mängden fettsyror i förhållande till varandra. Enbart fettsyror som representerade över 1 % av fettsyrainnehållet i LD användes i den statistiska körningen. Resterande fettsyror ansågs ha för låg inverkan på resultatet för att ingå i körningen.

Statistisk bearbetning

Två grisar från KG uteslöts, en på grund av skada i samband med lastning på slaktbilen som ledde till avlivning. Den andra uteslöts på grund av mätfel vid provinsamlingen. En gris ur EE-gruppen uteslöts på grund av ett fel vid styckningen. Ytterligare tre grisar från PE-gruppen uteslöts på grund av fel vid provinsamlingen. Statistiken som berör WBSF analyserna baseras därför på 56 gyltor, dvs. 14 gyltor från respektive behandling (KG, PE, HE och EE). De

sensoriska analyserna och fettsyraanalyserna baseras på totalt 16 gyltor, dvs. fyra från respektive behandling (KG, PE, HE och EE).

Statistiska analyser genomfördes i programmet SAS®, version 9.4 (SAS Institute Inc. 2021). Beskrivande statistik analyserades med hjälp av funktionen Proc MEANS. Effekten av behandling på WBSF och sensoriska parametrar analyserades med Proc MIXED, medan effekten på fettsyror analyserades med Proc GLM.

I samtliga modeller var gris den experimentella enheten, och behandling (KG, EE, PE, HE) fixa faktorn. Vid analys av de sensoriska parametrarna samt WBSF var även omgång (1 och 2) fixa faktorer. För WBSF var de slumpmässiga faktorerna, box och sugga (moder), för det sensoriska testet var de slumpmässiga faktorerna bedömare, samt interaktioner mellan bedömare och behandling (bedömare* behandling) och för fettsyraanalysen inkluderades inga slumpmässiga faktorer i modellen.

Resultaten presenteras som korrigerade medelvärden (least square means) och standardfel (standard error) med statistisk signifikansnivå på 5% ($P < 0,05$). För parvisa jämförelser post hoc av signifikanta skillnader användes Tukey's test.

Resultat

Sensoriska tester

Det var inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna för köttets utseende (Tabell 1). Resultaten för köttets textur visade en tendens till skillnad för variabeln grynighet med högre värde i köttet från grisar som utfodrats med PE jämfört med kött från grisar i de andra foderbehandlingarna ($P=0,083$; tabell 2). Det var en signifikant skillnad i smakvariabeln metallisk smak, där kött från grisar i behandlingen EE hade starkare metallisk smak än kött från grisar i PE ($P=0,0414$; tabell 4). För övriga variabler i de olika kategorierna utseende, textur, doft och smak fanns inga skillnader mellan foderbehandlingarna (Tabell 1-4).

Tabell 1.

Effekt av foderbehandling (EE, HE, PE och KG) på köttets utseende. Korrigerade medelvärden (på bedömningskalan 1-5), standard error (SE) och P-värde.

Utseende	EE	HE	PE	KG	SE	P-värde
Fuktig yta	2,59	2,48	2,31	2,03	0,099	0,215
Köttet faller isär	2,81	3,27	3,03	3,15	0,255	0,470
Porositet	1,76	1,38	1,58	1,58	0,204	0,151

EE= extruderat ensilage + konventionellt foder, HE=Hackat ensilage + konventionellt foder utfodrat som TMR, PE= Pelleterat ensilage utfodrat som TMR, KG= Enbart konventionellt foder

Tabell 2.

Effekt av foderbehandling (EE, HE, PE och KG) på köttets textur. Korrigerade medelvärden (på bedömningskalan 1-5), standard error (SE) och P-värde.

Textur	EE	HE	PE	KG	SE	P-värde
Saftig	2,58	2,58	2,67	2,76	0,251	0,919
Torr	2,08	2,08	2,03	2,00	0,285	0,994
Mörhet	2,63	2,81	2,72	2,95	0,223	0,647
Grynig	2,17 ^b	2,05 ^b	2,46 ^a	2,09 ^b	0,230	0,083
Blött papper	2,18	2,15	2,40	2,26	0,235	0,432
Trådig	2,03	2,05	1,92	1,84	0,255	0,804
Färgintensitet	2,38	2,38	2,40	2,64	0,151	0,400

Vattenhållande	1,45	1,43	1,32	1,41	0,153	0,600
----------------	------	------	------	------	-------	-------

EE= extruderat ensilage + konventionellt foder, HE=Hackat ensilage + konventionellt foder utfodrat som TMR, PE= Pelleterat ensilage utfodrat som TMR, utfodrat som TMR, KG= Enbart konventionellt foder

Tabell 3.

Effekt av foderbehandling (EE, HE, PE och KG) på köttets doft. Korrigerade medelvärden (på bedömningskalan 1-5), standard error (SE) och P-värde.

Doft	EE	HE	PE	KG	SE	P-värde
Fläskdoft	2,67	2,68	2,71	2,75	0,210	0,947
Kycklingdoft	2,17	2,23	2,26	2,44	0,249	0,519
Aromatisk doft	1,82	1,74	1,64	1,80	0,261	0,475
Fiskdoft	0,71	0,73	0,78	0,85	0,167	0,332
Gräsdoft	1,04	0,93	0,98	0,96	0,183	0,767
Metallisk doft	1,22	1,18	1,18	1,15	0,203	0,965
Leverdoft	1,34	1,17	1,32	1,15	0,199	0,234
Nötig doft	1,24	1,26	1,23	1,14	0,175	0,768
Smörig doft	1,23	1,22	1,28	1,22	0,207	0,964
Mineraldoft	1,07	1,00	0,98	1,20	0,198	0,231
Spannmålsdoft	1,06	0,89	1,08	1,07	0,186	0,472
Råkycklingdoft	1,41	1,12	1,24	1,20	0,211	0,102

EE= extruderat ensilage + konventionellt foder, HE=Hackat ensilage + konventionellt foder utfodrat som TMR, PE= Pelleterat ensilage utfodrat som TMR, utfodrat som TMR, KG= Enbart konventionellt foder

Tabell 4.

Effekt av foderbehandling (EE, HE, PE och KG) på köttets smak. Korrigerade medelvärden (på bedömningskalan 1-5), standard error (SE) och P-värde.

Smak	EE	HE	PE	KG	SE	P-värde
Sötma	1,00	1,17	1,08	1,13	0,159	0,374
Sälta	1,06	1,12	1,09	1,03	0,191	0,926
Syrlighet	1,28	1,44	1,23	1,43	0,223	0,372
Beska	0,92	1,01	1,00	1,04	0,181	0,758
Metallisk smak	1,63 ^a	1,38 ^{ab}	1,16 ^b	1,46 ^{ab}	0,219	0,041
Bismak	0,98	0,83	0,92	0,85	0,170	0,598
Smakintensitet	2,19	2,41	2,40	2,53	0,222	0,423
Härsken smak	0,96	0,88	0,90	1,00	0,188	0,635
Mejerismak	1,13	1,00	0,90	0,98	0,199	0,293
Fisksmak	0,85	0,98	0,91	0,93	0,197	0,487
Lever smak	1,11	1,13	1,14	1,10	0,183	0,693
Mild smak	2,22	2,02	2,33	2,26	0,247	0,412

Lång smak	2,37	2,46	2,23	2,62	0,225	0,166
Köttsmak	2,34	2,59	2,47	2,43	0,244	0,378

EE= extruderat ensilage + konventionellt foder, HE=Hackat ensilage + konventionellt foder utfodrat som TMR, PE= Pelleterat ensilage utfodrat som TMR, utfodrat som TMR, KG= Enbart konventionellt foder

Warner-Bratzler shear force

WBSF-testet visade att det var signifikant skillnad i mörhet mellan kött från grisar i HE och PE behandlingarna (P=0,006) där PE var mörare än HE. I snitt hade köttet från de olika behandlingarna 25,4±1,9; 28,6±1,9; 20,8±2,0 och 24,0±1,9 N i skärmotstånd (korrigerade medelvärden och standard error för EE, HE, PE och KG, respektive).

Fettsyraanalys

Analysen av köttets fettsyrasammansättning påvisade signifikanta behandlingseffekter på flertalet fettsyror. Kött från grisar som ingick i EE och HE grupperna innehöll mer Linolsyra (C18:2 n-6) än köttet från grisar i KG (P=0,015), men köttet från grisar i KG och PE-gruppen skilde sig inte signifikant åt (Tabell 5). Innehållet av α -Linolensyra (C18:3 n-3) var högre i kött från både EE och HE grupperna i jämfört med PE-gruppen och KG (P <0,001). Dessutom var innehållet av α -Linolensyra i PE högre än KG, vars kött hade lägst innehåll av α -Linolensyra av alla behandlingar. Mängden Eikosadiensyra (C20:2 n-6) var högre i kött från HE-gruppen jämfört med kött från KG (P=0,012; Tabell 5).

Tabell 5.

Effekt av foderbehandling (EE, HE, PE och KG) på köttets fettsyrasammansättning med P-värde.

	EE	HE	PE	KG	SE	P-värde
C14:0	1,25	1,30	1,18	1,20	0,052	0,370
C16:0	22,28	22,48	23,20	24,00	0,463	0,085
C16:1	2,43	2,63	3,00	3,05	0,173	0,075
C18:0	11,45	10,90	11,63	11,63	0,482	0,142
C18:1	44,68	45,40	45,90	46,10	0,672	0,475
C18:2-n-6	9,95 ^a	10,08 ^a	8,08 ^{ab}	7,00 ^b	0,638	0,015
C18:3 n-3	2,08 ^a	2,03 ^a	1,20 ^b	0,43 ^c	0,175	<0,001
C20:2 n-6	0,43 ^{ab}	0,48 ^a	0,38 ^{ab}	0,30 ^b	0,031	0,012
C20:4	1,03	0,70	1,05	1,23	0,143	0,131

EE= extruderat ensilage + konventionellt foder, HE=Hackat ensilage + konventionellt foder utfodrat som TMR, PE= Pelleterat ensilage utfodrat som TMR, utfodrat som TMR, KG= Enbart konventionellt foder

Fettsyratyper grupperade som mättade fettsyror, omättade fettsyror, fleromättade fettsyror, omega-6, omega-3 samt kvoten mellan omega-6 och omega-3 visade att det fanns behandlingseffekter för de fleromättade fettsyrorna. Resultaten visade att kött från grisar i behandlingarna EE och HE hade signifikant ($P=0,005$) högre andel fleromättade fettsyror än kött från grisar i KG. För omega-6 fanns en behandlingseffekt ($P=0,041$), där de parvisa jämförelserna visade en tendens till högre innehåll i gruppen utfodrade med EE ($P=0,063$) samt för grisarna utfodrade med HE ($P=0,086$) i jämförelse med KG. I kött från grisar med behandling HE och EE fanns det signifikant mer omega-3 än i PE-gruppen och KG, men PE-gruppen hade högre nivå än KG ($P < 0,001$). Kvoten mellan omega-6 och omega-3 var signifikant lägre i grupperna EE och HE än PE-gruppen och KG, men kött från grisar i PE-gruppen hade även signifikant lägre kvot än KG ($P < 0,001$).

Tabell 6.

Effekt av foderbehandling (EE, HE, PE och KG) på köttets fettsyrasammansättning grupperat samt P-värde.

	EE	HE	PE	KG	SE	P-värde
Mättade fettsyror	35,53	35,25	36,58	38,43	0,848	0,084
Enkel omättade fettsyror	47,98	48,85	49,65	49,90	0,795	0,356
Fleromättade fettsyror	14,90 ^a	14,48 ^a	11,95 ^{ab}	9,88 ^b	0,849	0,005
Omega-6	11,75	11,58	9,88	9,03	0,672	0,041
Omega-3	3,13 ^a	2,88 ^a	2,08 ^b	0,88 ^c	0,197	<0,001
Omega-6/Omega-3	3,73 ^a	4,06 ^a	4,79 ^b	10,16 ^c	0,131	<0,001

EE= extruderat ensilage + konventionellt foder, HE=Hackat ensilage + konventionellt foder utfodrat som TMR, PE= Pelleterat ensilage utfodrat som TMR, utfodrat som TMR, KG= Enbart konventionellt foder

Diskussion

Sensoriska smaktester

Enligt de sensoriska testerna fanns det mer metallisk smak i kött från grisar som ätit det extruderade ensilaget (EE) jämfört med det pelleterade ensilaget (PE), vilket i smakformuläret definierades som ”Den kemiska känslan på tungan, associerad med järn-, koppar- och silverskedar (lever, blod, järnrik mat)” (Bilaga 1). I liknande studier har metallisk smak inte tagits upp som egenskap i smakformulär vilket gör det svårt att jämföra resultatet med tidigare studier (Hansen et al 2006; Danielsen et al. 2000). Kött från grisar som utfodrats med pelleterat ensilage (PE) hade tendens till att bedömas som mer grynigt i jämförelse med de andra grupperna (HE, EE, KG). I liknande studier har inte grynighet använts som sensorisk egenskap vilket försvårar möjligheten att jämföra resultatet med andra studier (Hansen et al 2006; Danielsen et al. 2000). Grynighet definierades i smakformuläret som ”Köttet smular sönder i munnen under tuggning” (Bilaga 1), vilket skulle kunna påverkats av köttets mörhet eller saftighet. Det är även detta prov som har mörast kött enligt WBSF-testet vilket skulle kunna vara orsaken till att detta kött smular mer i munnen.

Utöver dessa variabler gav det sensoriska testet inga behandlingseffekter. Dock kan resultaten ha påverkats av metoden. Smakpanelen innehar stor variation i kunskap och erfarenhet, vilket ökar sannolikheten för att smakpanelen bedömt olika, något som skulle kunna minska överensstämmelsen mellan personerna i smakpanelen och även chansen att få fram en behandlingseffekt. Detta påstående styrks av att det sensoriska testets mörhetsresultat skiljde sig från WBSF testets resultat, vilket kan ha orsakats av den mänskliga faktorn i smakpanelen vilket även förekommer i andra studier (Szczeniak & Torgeson 1965). Om så varit fallet finns det en risk att det finns en behandlingseffekt på andra variabler trots att det inte framkom i de statistiska bearbetningarna. Dock kan mörhetsresultaten mellan smak- och WBSF testerna skilja sig åt p.g.a. att WBSF testet är mer precist än det sensoriska testet. I liknande studier användes färre personer men med samma erfarenhet i smakpanelen (8 st) (Hansen et al. 2006) vilket kan ge mer exakta resultat på smaktestet. Dock

leder dessa typer av metoder till att resultatet avspeglar om en tränad smakpanel känner smakskillnader i köttet, inte om den generella konsumenten känner smakskillnader. För att undersöka om konsumenten känner smakskillnad skulle testet ha genomförts på fler personer och som representerade konsumenten. Detta hade varit intressant eftersom det är konsumenten som avgör om produkten är attraktiv på marknaden eller inte.

I denna studie identifierade smakpanelen inga mörhetsskillnader mellan behandlingarna, vilket har identifierats i liknande studier (Hansen et al. (2006)). I studien från Hansen et al. (2006) var kött från grisar utfodrade med 30 % vall (blandvall korn/ärt och klöverblandvall) och resterande mängd ekologiskt kraftfoder mindre mörkt än kött från grisar utfodrade enbart med ekologiskt kraftfoder. Skillnaden mellan denna studie och studien av Hansen et al. (2006) är bland annat sammansättningen av smakpanelen samt tillagningen av köttet. I denna studie tillagades köttet under lång tid i låg temperatur, medans köttet i Hansen et al. (2006) studie tillagades snabbt i hög temperatur. Genom att tillaga köttet i låg temperatur under lång tid kunde tillagningen kontrolleras i jämförelse med under tillagning i het panna, vilket leder till mindre risk för inverkan på köttets smak och därmed resultatet. Variationerna i tillagning kan ha påverkat mörheten och proteolysen av proteiner i köttet (Warner et al. 2021). Den längre tillagningen i låg temperatur i denna studie, kan alltså ha bidragit till att smakpanelen inte kände några behandlingseffekter för mörhet. Konsumenter kommer troligtvis att tillaga köttet snabbt i het panna likt Hansen et al. (2006) studie, vilket innebär att det kan finnas en mörhetsskillnad som konsumenten kommer känna trots att smakpanelen inte gjorde det p.g.a. tillagningsmetod. Den långsamma tillagningsmetoden användes för att påverka köttets smak så lite som möjligt. Vid stekning i het panna som i Hansen et al. (2006) studie finns det risk att köttet steks på olika sätt vilket kan leda till förändring i smak. Mest troligt är dock att variationen i behandlingar har påverkat resultaten mest. I studien från Hansen et al. (2006) användes vallfoder som enbart var hackat vilket kan ha inneburit att smältbarheten av vallfodret var lägre och därmed orsakade sämre tillväxtkurva än de grisar som utfodrads med enbart kraftfoder. Då grisar har en begränsad förmåga att nyttja näringen från vallfoder kan en förbehandling dvs. att vallfodret processas på något sätt öka förmågan att nyttja näringen i vallfodret (Hetland et al. 2004; Rojas & Stein 2015). Foderanalyserna i Hansen et al. (2006) tyder på att så var fallet då nettoenergin (MJ/kg foder) var avsevärt lägre för grovfodret i studien i jämförelse med kraftfodret. Detta kan ha påverkat mörheten hos grupperna utfodrade med vallfoder i Hansen et al. (2006) studie då lägre tillväxthastighet och långsammare muskeltillväxt leder till ett mindre mörkt kött genom den långsammare proteinomsättningen och proteinmetabolismen i köttet (Therkildsen et al. 2002). Både Hansen et al. (2006) och Therkildsen et al. (2002) tyder på att intensivt

förbehandlat såsom extruderat eller pelleterat vallfoder kan ersätta en ansevärd mängd konventionellt kraftfoder utan att mörheten påverkas så att konsumenten känner någon skillnad.

Warner-Bratzler shear force

Kött från grisar som utfodrats med PE hade mörare kött än grisar som åt kontrollfodret, vilket tyder på att vallfoder inte behöver påverka denna kvalitetsparameter negativt. I den här studien hade dock grisar som utfodrats med HE mindre mörkt kött och grisar som ätit EE hade tendens till mindre mörkt kött än grisar som fick PE. Orsaken till den lägre mörheten kan vara, som tidigare nämnts, en försämrad tillväxtkurva (Therkildsen et al. 2002) eftersom utfodring med mer intensivt förbehandlat vallfoder, såsom malt och pelleterat vallfoder, genererade en högre tillväxtkurva än utfodring med mindre förbehandlat vallfoder (Wallenbeck et al. 2014). Utfodring med mindre förbehandlat vallfoder har även setts öka andelen foderspill (Presto et al. 2013) vilket bidrar till lägre näringsintag och en lägre tillväxt. Utöver foderspill kan även HE fodret ha haft för grov struktur för att grisen effektivt ska kunna utvinna näringsämnen från fodret, vilket stämmer överens med tidigare studier där grisarna hade lättare att metabolisera näringsämnen från vallfoder som varit mer intensivt förbehandlat (Rojas et al. 2016; Presto Åkerfeldt et al. 2018). Mindre mörkt kött i samband med försämrad tillväxtkurva har även förekommit i tidigare studier (Danielsen et al. 2000; Hansen et al. 2006) samt setts i studier med andra djurslag såsom nötkreatur (Therkildsen et al. 2002).

Vallfoder innehåller högre andel fiber än vanligt konventionellt spannmålsbaserat grisfoder vilket kan medföra mindre IMF i köttet (Danielson et al. 1969; Johansson et al. 2002). Utöver att konsumenten ser hög andel IMF i köttet som en kvalitetsindikator så korrelerar det även med köttets mörhet (Warner et al. 2021). Grisarna med foderbehandlingarna HE och PE i denna studie skiljde sig mest åt i mörhet och var utfodrade med samma andel vallfoder, vilket innebär att mörheten troligen påverkades av förbehandlingen av vallfodret. PE fodret torkades och finfördelades under förbehandlingen vilket kan ha minskat andelen fiber och växttråd i fodret och bidragit till att köttet från de grisarna hade högre andel IMF och därmed även mörare kött än gruppen utfodrade med HE. För att kunna undersöka om denna kvalitetsparameter påverkades av utfodring krävs en analys på andelen IMF i respektive behandling. Det hade varit intressant att utreda sambandet mellan andelen IMF i köttet och mörheten eftersom båda dessa faktorer är viktiga kvalitetsparametrar som kan öka köttets attraktivitet på marknaden.

Fettsyraanalys

Utfodring med EE och HE ökade andelen fleromättade fettsyror i köttet jämfört med grisar som enbart utfodrats med KG. Andra studier där effekten av vallfoderinblandning på fettsyrasammansättningen har analyserats har genererat liknande resultat (Keenan 2016; Stødkilde et al. 2021; (Jonsäll et al. 2000; Johansson et al. 2002; Keenan 2016; Hermansen et al. 2017). Andelen fleromättat fett i köttet hos grisarna utfodrade med PE ökade inte på samma sätt som HE och EE trots att de var utfodrade med samma andel vallfoder. Detta kan tyda på att förbehandlingen eller utfodringsmetoden har påverkat resultatet. Grisarna som fick fullfoder EE och HE utfodrades för hand medan de som fick pelleterat ensilagefoder PE utfodrades genom automatisk utfodring. Detta bör dock inte haft någon påverkan på fettsyrasammansättningen utan kan istället innebära att det var förbehandlingen som påverkat fettsyrasammansättningen. Ensilagepelletsen genomgick bland annat värmestörning i hetluft, vilket kan ha minskat andelen fleromättade fettsyror, något som konstaterats för flertalet olika grödor (Szabo et al. 2022). Värmebehandlingen kan därmed vara orsaken till den lägre andelen fleromättade fettsyror i kött från grisar som ätit PE i jämförelse med de som åt fullfoder med EE och HE.

Likt tidigare studier (Stødkilde et al. 2021) innehöll köttet från grisarna som utfodrats med vallfoder (EE, HE, PE) större andel α -linolensyra (C18:3 n-3/omega-3) och linolsyra (C18:2 n-6/omega-6) än de som utfodrats med kontrollfodret. I denna studie hade även grisar som utfodrats med fullfoder med hackat ensilage HE högre andel Eikosadiensyra (C20:2 n-6/omega-6) jämfört med de som åt kontrollfoder. Enligt den litteraturgenomgång som genomförts har inga andra studier som undersökt andelen av Eikosadiensyra i köttet funnits, vilket gör att det är svårt att göra några jämförelser.

Omega-3 och omega-6 fettsyror har setts förekomma i större utsträckning i vallfoder än konventionellt grisfoder (Keenan 2016; Stødkilde et al. 2021). Däremot har andelen Eikosadiensyra (C20:2 n-6/omega-6) i vallfoder inte studerats i dessa studier. Varken α -Linolensyra eller Linolsyra metaboliseras i grisens tarm på ett fullgott sätt vilket leder till att dessa fettsyror behåller samma form även i muskelvävnaden (Keenan 2016). Resultaten från det sensoriska testet visar på att förändringen i fettsyrasammansättningen inte har påverkat kvalitetsparametrarna smak, doft, utseende eller textur på köttet. Däremot har tidigare studier visat en försämrad lagringsförmåga hos kött med högre andel fleromättade fettsyror (Stødkilde et al. 2021). Fleromättade fettsyror har fler dubbelbindningar vilket leder till att fettet enklare oxideras och därmed försämrar hållbarheten (Stødkilde et al. 2021) vilket leder till en härsken smak. Oxidationen sker inte direkt, men efter över ett år i frys får köttet en härsken smak (Jonsäll et al. 2000). Oxidationen genererar

en oangenäm färgförändring på köttet som minskar köttets attraktivitet hos konsumenten. I denna studie hade köttet legat i frysen i två år, dock fanns ingen behandlingseffekt på härsken smak eller bismak (Tabell 4) vilket innebär att denna studie inte styrker påståendet av att förvara kött från vallfodergrisar fryst i över ett år orsakar härsken smak. Både köttet från denna studie och Jonsäll et al. (2000) var vacuum-förpackat och fryst i $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vilket innebär att lagringsmetoden inte borde vara orsaken till att studierna har olika resultat. I Jonsäll et al. (2000) användes en studie om 7 testpersoner som var sensoriskt tränade på samma vis vilket kan vara orsaken till att denna smakpanel kände en förändring men inte smakpanelen i denna studie, dock kan detta inte bevisas.

I studien från Stødkilde et al. (2021) var vallfodret bearbetat till ett proteinkoncentrat med låg fiberandel. Trots skillnader i proteinkoncentratet och denna studies ensilagepellet, visar båda på att andelen α -Linolensyra ökar i köttet även med intensiv förbehandling av vallfodret (Stødkilde et al. 2021). Dock ökade andelen α -Linolensyra mindre i köttet från de grisar som ingick i behandlingen PE i jämförelse med EE och HE, troligen på grund av att upphettningen vid torkningen av ensilaget i PE sönderdelar fettsyror (Szabo et al. 2022). Andelen linolsyra som är mest reaktivt var heller inte högre i köttet från grisar som fått PE jämfört med KG. Då högre andel fleromättade fettsyror förekom i kött från grisar som utfodrats EE eller HE i jämförelse med KG och de som utfodrats med PE borde hållbarheten av köttet i frys vara sämre för de utfodrade med HE eller EE.

Kött från grisarna i behandlingarna med vallfoderensilage (HE, EE, PE) hade högre andel omega-3 än de som utfodrade med konventionellt kraftfoder. Detta ledde till att kvoten mellan omega-6/omega-3 var lägre för grisarna utfodrade med vallfoder (HE, EE, PE). En låg kvot mellan omega-6/omega-3 är fördelaktig ut konsumentsynpunkt då människan har svårare att få i sig tillräcklig mängd omega-3 i förhållande till omega-6 (Livsmedelsverket 2022).

Fördelar med vall som foder till grisar

Produktionsgrisen härstammar från vildsvinet och har liknande beteendebestånd, exempelvis är ett av de mest motiverade beteendena födosökande (Graves 1984). Vildsvinet lever naturligt i större skogsområden och spenderar över 50 % av sin vakna tid åt att beta och böka för att söka efter föda (Graves 1984), i huvudsak nötter, örter, gräs och rötter men även kräldjur och mindre däggdjur om de ges möjlighet (Edwards 2003). Fodosöksbeteendet är så motiverat att grisen fortsätter att födosöka även om den fått sitt dagliga näringsbehov tillgodosett (Edwards 2003). Dessa naturliga behov kan vi stimulera med hjälp av utevistelse med tillgång till markyta men även genom grovfodertillskott. En av fördelarna med att använda

sig av grovfoder i foderstaten som berikning är att det är relativt enkelt och kostnadseffektivt i jämförelse med att stimulera grisens miljö med utevistelse. Utevistelsen kräver stora ytor som kommer behöva bearbetas för att kunna användas under flera säsonger. Vid utfodring med vallfoder krävs istället att delar av åkermarken används som vall, vilket i sin tur leder till flertalet fördelar både för produktionen men även för miljö och ett hållbart lantbruk.

Som grisproduktion ser ut traditionellt idag tillgodoses grisens födosöksbeteende inte fullt ut. I en konventionell produktion bör grisar under 60 kg utfodras med fri tillgång på kraftfoder och de bör utfodras minst fyra gånger per dag (Göransson & Lindberg 2011). Däremot bör grisar över 60 kg utfodras med restriktiv fodergiva, oftast utfodras de med 2,5 kg foder två till tre gånger per dag, orsaken till detta är att begränsa energiintaget för att få en attraktiv fettansättning (Spannex 2019) och en optimal klassning av slaktkroppen på slakteriet (Svenskt kött 2022). Den restriktiva utfodringen leder även till att fodereffektiviteten optimeras, vilket leder till ett mer ekonomiskt kött. Däremot leder den restriktiva utfodringen till begränsad sysselsättning i form av att fodret äts upp av grisarna snabbt. I en studie genomfördes beteendeobservationer på grisar från ekologisk produktion med restriktiv kraftfodergiva, dessa grisar åt upp kraftfodergivan på ungefär 10 minuter, vilket sammanlagt under en dag blev totalt 30 minuter ättid (Lindahl 2003) vilket enbart är en bråkdel av grisens naturliga behov (Graves 1984). Genom att addera vallfoder i foderstaten med grövre struktur, t.ex. som fullfoder kan ättiden förlängas (Presto Åkerfeldt et al. 2018).

Tidigare studier har påvisat att grisar som ges möjlighet att utöva sina naturliga beteenden i en berikad miljö i mindre utsträckning påvisar aggressiva eller överdrivna beteenden i boxen (Beattie et al. 2000), vilket kan vara en förklaring till att färre aggressivt sociala beteenden och färre sår syns hos grisar utfodrade med vallfoder i jämförelse med de grisar som inte fått vallfoder (Presto et al. 2013). Orsaken till detta är troligtvis att inkludering av vallfoder i foderstaten till konventionella grisar ökade deras möjligheter att utöva sitt naturliga behov av att födosöka (Presto Åkerfeldt et al. 2018; Høok Presto et al. 2009; Jensen et al. 2010; Holinger et al. 2018). Inkludering av vallfoder genererade längre ättid och mindre sociala interaktioner övrig tid än de grisar som enbart utfodrades med konventionellt grisfoder (Presto Åkerfeldt et al. 2018). Även andra studier har påvisat att grovfoderberikning stimulerar grisens nyfikna beteende och därmed minskar stress och skadliga beteenden såsom aggressioner mot andra grisar i boxen (Høok Presto et al. 2009; Jensen et al. 2010; Holinger et al. 2018). Om ensilaget inkluderas i ett pelleterat foder som har liknande struktur som ett konventionellt grisfoder, tappar det delar av de goda berikningseffekterna som vallfoder annars bidrar med. Det verkar därmed inte vara vallfoder inbladningen i sig som gynnar

grisens välfärd, utan den ökade fiber- och partikelstorleken, genom ökad sysselsättning för grisen.

Fibersammansättning förbättrar även magtarmkanalens funktion och hälsa (Friendship 2003; Cheeke & Dierenfeld 2010). Vallfoderinblandningen genererar en annan sammansättning av VFA där proportionerna av smörsyra, acetat och propionat påverkas av det ökade fiberinnehållet i foderstaten och blir mer fördelaktigt för magtarmkanalens funktion (Koh et al. 2016). Detta i sin tur kan minska risken för magsår som annars är vanligt förekommande i konventionell grisproduktion. Vid utfodring av korta, lättlösliga kolhydrater och lågt fiberinnehåll genereras högre koncentration VFA och framförallt mjölksyra vilket leder till lägre pH i magsäcken (Cheeke & Dierenfeld 2010; Sjaastad et al. 2016) vilket ökar risken för störningar i magtarmkanalen.

Ur ett miljöperspektiv är det fördelaktigt att ersätta delar av det konventionella grisfodret med vallfoder bl.a. för att vall i växtföljden, i det annars homogena lantbruket, gynnar mångfalden av gräs, örter, insekter och pollinatörer (Jordbruksverket 2022c). Inkludering av vall i växtföljden kan leda till ett mer hållbart lantbruk som har större motståndskraft mot klimatförändringar, väder och skadedjur. Vall gör även jorden mer självhushållande genom kvävefixering och ökad mullhalt. Utöver växtodlingsfördelarna kan även delar av det spannmålet i det konventionella kraftfodret ersättas med vall vilket innebär att detta spannmål istället kan användas som människoföda. Vallfoder kan även ersätta delar av proteinråvaror såsom raps och soja vilket ökar självförsörjningsgraden både nationellt och lokalt genom minskat behov av sojaimport, samt p.g.a. att vall produceras på ett mer fördelaktigt sätt över hela Sverige i jämförelse med raps.

Utifrån ett konsumentperspektiv dessa aspekter viktiga, men även djurvälfrågor har blivit allt mer viktiga för konsumenter (Öberg 2022), t.ex. att grisarna haft tillgång till grovfoder, så som vall, för bättre möjligheter att utföra födosöksbeteenden. Då vallfoder även kan göra köttet nyttigare för konsumenten (Livsmedelsverket 2022), med högre andel fleromättade fettsyror samt lägre kvot mellan omega-3/omega-6, kan detta vara en viktig konsumentkvalitetsindikator (Alonso et al. 2020).

Slutsats

Det sensoriska testet påvisade få skillnader mellan behandlingsgrupperna, trots att det fanns fodereffekter på vissa smak och texturparametrar. WBSF-test påvisade att förbehandlingen av vallfodret påverkar mörheten i köttet. Samtliga

vallfoderbehandlingar ökade andelen fleromättade fettsyror, dock fanns det störst effekt vid utfodring med hackat och extruderat ensilage. Tidigare studier har påvisat att ökad andel fleromättade fettsyror kan försämra köttets lagringstid, dock kan denna studie inte registrera kvalitetsförändringar i köttet med högre andel fleromättade fettsyror. Utfodring med vallfoder genererade däremot en mer hälsosam fettsyrasammansättning i köttet för människan bland annat i form av hög andel omega-3.

Även om vallfoder kan ha en effekt på grisarnas produktion och ha en viss inverkan på köttkvaliteten, så bör fördelarna med att utfodra grisar med vallfoder ur miljö, djurvälstånd och konsument-perspektiv väga tyngre än möjliga kvalitetsförändringar. Vidare forskning angående hur fettsyrasammansättningen påverkar hållbarheten hade varit fördelaktigt då det finns få studier i området.

Referenser

- Alonso, M.E., González-Montaña, J.R. & Lomillos, J.M. (2020). Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare. *Animals*, 10 (3), 385. <https://doi.org/10.3390/ani10030385>
- Amaral, A.B., Silva, M.V. da & Lannes, S.C. da S. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. *Food Science and Technology*, 38 (suppl 1), 1–15. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>
- Beattie, V.E., O'Connell, N.E. & Moss, B.W. (2000). Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livestock Production Science*, 65 (1), 71–79. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00179-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00179-7)
- Bhandari, P. (2021). *Questionnaire Design | Methods, Question Types & Examples*. Scribbr. <https://www.scribbr.com/methodology/questionnaire/> [2023-05-21]
- Botermans, J. & Olsson, A.-C. (2014). Olika mängder halm till slaktgrisar. https://pub.epsilon.slu.se/12815/7/botermans_et_al_151116.pdf
- Bourne, M.C. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. 2nd ed. San Diego: Academic Press. (Food science and technology international series)
- Cheeke, P.R. & Dierenfeld, E.S. (2010). *Comparative Animal Nutrition and Metabolism*. 2021. uppl. CABI.
- Danielsen, V., Hansen, L.L., Møller, F., Bejerholm, C. & Nielsen, S. (2000). Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib. Clover grass or clover grass silage. *Ecological animal husbandry in the Nordic countries. Proceedings from NJF-seminar No. 303, Horsens, Denmark, 16-17 September 1999*, 79–86. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013092897> [2023-05-17]
- Danielson, D.M., Butcher, J.E. & Street, J.C. (1969). Estimation of Alfalfa Pasture Intake and Nutrient Utilization by Growing-Finishing Swine1. *Journal of Animal Science*, 28 (1), 6–12. <https://doi.org/10.2527/jas1969.2816>
- Edwards, S.A. (2003). Intake of nutrients from pasture by pigs. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 (2), 257–265. <https://doi.org/10.1079/PNS2002199>
- Florou-Paneri, P., Christaki, E., Giannenas, I., Bonos, E., Skoufos, I., Tsinas, A., Tzora, A. & Peng, J. (2014). Alternative protein sources to soybean meal in pig diets. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 12, 655–660
- Friendship, R.M. (2003). *Gastric Ulcers: An Under-Recognized Cause of Mortality and Morbidity*. <https://www.thepigsite.com/articles/gastric-ulcers-an-underrecognized-cause-of-mortality-and-morbidity> [2023-03-08]
- Friendship, R.M. (2022). *Gastric Ulcers in Pigs - Digestive System*. MSD Veterinary Manual. <https://www.msddvetmanual.com/digestive-system/gastrointestinal-ulcers-in-large-animals/gastric-ulcers-in-pigs> [2023-03-08]
- Friman, J., Lundh, T. & Presto Åkerfeldt, M. (2021). Grass/clover silage for growing/finishing pigs – effect of silage pre-treatment and feeding strategy on growth performance and carcass traits. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 70 (3–4), 151–160. <https://doi.org/10.1080/09064702.2021.1993319>
- Giacalone, D. & Hedelund, P.I. (2016). Rate-all-that-apply (RATA) with semi-trained assessors: An investigation of the method reproducibility at assessor-, attribute- and panel-level. *Food Quality and Preference*, 51, 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.02.017>

- Graves, H.B. (1984). Behavior and Ecology of Wild and Feral Swine (*Sus Scrofa*). *Journal of Animal Science*, 58 (2), 482–492.
<https://doi.org/10.2527/jas1984.582482x>
- Göransson, L. (2010). Näringsrekommendationer. A v.,
https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/02/naringsrekommendationer_2010.pdf
- Göransson, L. & Lindberg, J. (2011). *Näringsrekommendationer ver Energi. Leif Göransson och Jan Erik Lindberg - PDF Free Download.*
<https://docplayer.se/46466008-Naringsrekommendationer-ver-energi-leif-goransson-och-jan-erik-lindberg.html> [2023-04-26]
- Hansen, L.L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S.K. & Andersen, H.J. (2006). Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Science*, 74 (4), 605–615.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.02.014>
- Hermansen, J.E., Jørgensen, U., Jensen, S.K., Weisbjerg, M.R., Dalsgaard, T.K., Asp, T., Amby-Jensen, M., Sørensen, C.A.G., Jensen, V., Gylling, M. & Lindedam, J. (2017). GREEN BIOMASS - PROTEIN PRODUCTION THROUGH BIO-REFINING.
- Hertzman, C., Göransson, L. & Rudéus, H. (1988). Influence of fishmeal, rape-seed, and rape-seed meal in feed on the fatty acid composition and storage stability of porcine body fat. *Meat Science*, 23 (1), 37–53.
[https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90060-5](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90060-5)
- Hetland, H., Choct, M. & Svihus, B. (2004). Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 60 (4), 415–422. <https://doi.org/10.1079/WPS200325>
- Hildrum, K.I., Rødbotten, R., Høy, M., Berg, J., Narum, B. & Wold, J.P. (2009). Classification of different bovine muscles according to sensory characteristics and Warner Bratzler shear force. *Meat Science*, 83 (2), 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.016>
- Holinger, M., Früh, B., Stoll, P., Graage, R., Wirth, S., Bruckmaier, R., Prunier, A., Kreuzer, M. & Hillmann, E. (2018). Chronic intermittent stress exposure and access to grass silage interact differently in their effect on behaviour, gastric health and stress physiology of entire or castrated male growing-finishing pigs. *Physiology & Behavior*, 195, 58–68.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.07.019>
- Hudson, B.J.F. & Warwick, M.J. (1977). Lipid stabilisation in leaf protein concentrates from ryegrass. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28 (3), 259–264. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740280307>
- Högberg, A. (2002). Fatty acids, tocopherols and lipid oxidation in pig muscle : effects of feed, sex and outdoor rearing. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria*, (328). <https://res.slu.se/id/publ/107639> [2023-02-23]
- Høok Presto, M., Algers, B., Persson, E. & Andersson, H.K. (2009). Different roughages to organic growing/finishing pigs — Influence on activity behaviour and social interactions. *Livestock Science*, 123 (1), 55–62.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.10.007>
- ISO 11036:2020(en), *Sensory analysis — Methodology — Texture profile* (u.å.).
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11036:ed-2:v1:en> [2023-04-17]
- Jensen, M.B., Studnitz, M. & Pedersen, L.J. (2010). The effect of type of rooting material and space allowance on exploration and abnormal behaviour in growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 123 (3), 87–92.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.01.002>
- Johansson, L., Lundström, K. & Jonsäll, A. (2002). Effects of RN genotype and silage feed on fat content and fatty acid composition of fresh and cooked pork loin. *Meat Science*, 60 (1), 17–24. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00100-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00100-0)

- Jonsäll, A., Johansson, L. & Lundström, K. (2000). Effects of red clover silage and RN genotype on sensory quality of prolonged frozen stored pork (M. Longissimus dorsi). *Food Quality and Preference*, 11 (5), 371–376. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(00\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(00)00010-0)
- Jordbruksverket (2022b). *Ekologiska grisar*. <https://jordbruksverket.se/djur/lantbruksdjur-och-hastar/grisar/ekologiska-grisar> [2023-04-12]
- Jordbruksverket (2022a). *Skötsel och stallmiljö för grisar*. <https://jordbruksverket.se/djur/lantbruksdjur-och-hastar/grisar/skotsel-och-stallmiljo> [2023-03-06]
- Jordbruksverket (2022c). *Åkerlandskapet*. <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/biologisk-mangfald/akerlandskapet> [2023-05-21]
- Jordbruksverket (2023). Rekommendationer för gödsling och kalkning 2023.
- Keenan, D.F. (2016). Pork Meat Quality, Production and Processing on. I: Caballero, B., Finglas, P.M., & Toldrá, F. (red.) *Encyclopedia of Food and Health*. Oxford: Academic Press. 419–431. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00551-1>
- Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P. & Bäckhed, F. (2016). From Dietary Fiber to Host Physiology: Short-Chain Fatty Acids as Key Bacterial Metabolites. *Cell*, 165 (6), 1332–1345. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.05.041>
- Koohmaraie, M., Kent, M.P., Shackelford, S.D., Veiseth, E. & Wheeler, T.L. (2002). Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? ☆☆☆ Names are necessary to report factually on available data; however, the USDA neither guarantees nor warrants the standard of the product, and the use of the name by USDA implies no approval of the product to the exclusion of others that may also be suitable. *Meat Science*, 62 (3), 345–352. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00127-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00127-4)
- Lindahl, C. (2003). *Slaktsvins beteende i ekologisk produktion : en jämförelse mellan två system*. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-1961> [2023-04-26]
- Livsmedelsverket (2022). *Fleromättat fett, omega-3, omega-6*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/fett/fleromattat-fett-omega-3-och-omega-6> [2023-02-28]
- Presto, M., Rundgren, M. & Wallenbeck, A. (2013). Inclusion of grass/clover silage in the diet of growing/finishing pigs – Influence on pig time budgets and social behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 63 (2), 84–92. <https://doi.org/10.1080/09064702.2013.793734>
- Presto Åkerfeldt, M., Holmström, S., Wallenbeck, A. & Ivarsson, E. (2018). Inclusion of intensively manipulated silage in total mixed ration to growing pigs – influence on silage consumption, nutrient digestibility and pig behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 68 (4), 190–201. <https://doi.org/10.1080/09064702.2020.1725104>
- Rojas, O.J. & Stein, H.H. (2015). Effects of reducing the particle size of corn grain on the concentration of digestible and metabolizable energy and on the digestibility of energy and nutrients in corn grain fed to growing pigs. *Livestock Science*, 181, 187–193. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.09.013>
- Rojas, O.J., Vinyeta, E. & Stein, H.H. (2016). Effects of pelleting, extrusion, or extrusion and pelleting on energy and nutrient digestibility in diets containing different levels of fiber and fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 94 (5), 1951–1960. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0137>

- Sjaastad, Ø.V., Sand, O. & Hove, K. (2016). *Physiology of Domestic Animals*. Thrd edition. (third edition)
- Spannex (2019). Praktiska råd vid utfodring av hobbygrisar.
- Stødkilde, L., Ambye-Jensen, M. & Jensen, S.K. (2021a). Biorefined organic grass-clover protein concentrate for growing pigs: Effect on growth performance and meat fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology*, 276, 114943. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114943>
- Stødkilde, L., Ambye-Jensen, M. & Jensen, S.K. (2021b). Biorefined organic grass-clover protein concentrate for growing pigs: Effect on growth performance and meat fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology*, 276, 114943. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114943>
- Svenskt kött (2022). Klassificering av slaktkroppar. *Svenskt Kött*. [https://svensktkott.se/om-kott/kottkvalitet/klassificering-av-slaktkroppar/\[2023-03-24\]](https://svensktkott.se/om-kott/kottkvalitet/klassificering-av-slaktkroppar/[2023-03-24])
- Szabo, Z., Marosvölgyi, T., Szabo, E., Koczka, V., Verzar, Z., Figler, M. & Decsi, T. (2022). Effects of Repeated Heating on Fatty Acid Composition of Plant-Based Cooking Oils. *Foods*, 11 (2), 192. <https://doi.org/10.3390/foods11020192>
- Szczesniak, A.S. & Torgeson, K.W. (1965). Methods of Meat Texture Measurement Viewed from the Background of Factors Affecting Tenderness. I: Chichester, C.O. & Mrak, E.M. (red.) *Advances in Food Research*. Academic Press. 33–165. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60148-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60148-2)
- Therkildsen, M., Larsen, L.M., Bang, H.G. & Vestergaard, M. (2002). Effect of growth rate on tenderness development and final tenderness of meat from Friesian calves. *Animal Science*, 74 (2), 253–264. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052425>
- Wallenbeck, A., Rundgren, M. & Presto, M. (2014). Inclusion of grass/clover silage in diets to growing/finishing pigs – Influence on performance and carcass quality. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 64 (3), 145–153. <https://doi.org/10.1080/09064702.2015.1006668>
- Warner, R., Miller, R., Ha, M., Wheeler, T.L., Dunshea, F., Li, X., Vaskoska, R. & Purslow, P. (2021). Meat Tenderness: Underlying Mechanisms, Instrumental Measurement, and Sensory Assessment. *Meat and Muscle Biology*, 4 (2). <https://doi.org/10.22175/mmb.10489>
- Öberg, Å.L. (2022). Livsmedelskedjan och exportenheten Jönköping maj 2022.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Den konventionella produktionsgrisens foderstat består i dagsläget av en näringstät sammansättning av i huvudsak spannmål. Utöver spannmål inkluderas raps eller soja för att höja innehållet av proteiner i foderstaten. Fodret är krossat och innehåller begränsad mängd fiber vilket leder till att grisen både äter och metaboliserar fodret snabbt. Detta har orsakat välfärdsproblem då grisens naturligt födosöker större delen av sin vakna tid och dessutom äter fiberrik föda såsom bland annat gräs, rötter och nötter naturligt. Genom att inkludera vallensilage i foderstaten ökar andelen fiber och ättiden samtidigt som det kan ersätta delar av proteinfodermedlet i foderstaten. Detta möjliggör även bättre självförsörjningsgrad och fördelaktig växtföljd på den egna gården. Vallensilage är fördelaktigt i en annars spannmålsdominerande växtföljd genom en förbättrad mullhalt, markstruktur, kväveinlagring och biologisk mångfald.

Syftet med detta arbete var att undersöka om inblandning av vallensilage med olika förbehandlingsmetoder i foder till grisar påverkar köttets fettsyrasammansättning, mörhet och smak. I arbetet utfodrades tre olika grupper med olika förbehandlat vallfoder, en grupp utfodrades med pelleterat ensilage, en med extruderat ensilage och en med hackat ensilage. Utöver dessa grupper fanns även en kontrollgrupp som enbart åt konventionellt slaktgrisfoder. Samtliga grisar utfodrades med vallensilage utfodrades även med samma konventionella slaktgrisfoder som kontrollgruppen. För att undersöka om vallfoderinblandningen påverkade köttet genomfördes ett smaktest, en fettsyraanalys och Warner–Bratzler shear force test. Smaktestet genomfördes av en sensoriskt tränad panel på 30 personer, där syftet var att undersöka om vallfoder i foderstaten till grisar påverkar smaken på köttet. Utöver smaktestet genomfördes fettsyraanalysen för att identifiera och kvantifiera andelen fettsyror i köttet från respektive behandling för att undersöka om foderstaten påverkade fettsyrasammansättningen i köttet. För fettsyraanalysen och det sensoriska testet användes 16 olika köttbiopsier, fyra från respektive behandling. Sedan genomfördes även Warner–Bratzler shear force test som är en metod för att bestämma köttets mörhet genom att mäta kraften som krävs för att skära genom köttet. I detta test användes samtliga gyltor i studien, det vill säga 56 stycken, därefter togs ett medelvärde på gyltorna för respektive behandling. Samtliga test tydde på att inblandning av vallensilage påverkade köttet på något sätt.

Köttet från grisarna som utfodrats med vallensilage innehöll större andel fleromättade fettsyror, i huvudsak omega-3. Resultatet tyder även på att det hackade och extruderade ensilaget hade större påverkan på fettsyrasammansättningen än det pelleterade ensilaget. Detta kan bero på att fettsyrasammansättningen i vallensilaget påverkats i samband med tillverkningen av det pelleterade ensilaget, vilket därefter avspeglas i grisköttet. Denna förändring i fettsyrasammansättning leder till ett mer

hälsosamt kött för konsumenten, men det finns även risk att den förändrade fettsyrasammansättningen kan påverka köttets hållbarhet under tid. Det behövs fler studier hur fettsyrasammansättningen påverkar hållbarheten av köttet då det finns få studier i dagsläget. Utöver fettsyrasammansättningen påverkade vallensilaget även grisköttets mörhet. Grisar som ätit hackat ensilage hade mindre mört kött än grisar som ätit pelleterat ensilage. Detta skulle kunna påverkats av att det hackade ensilaget hade lägre smältbarhet än det pelleterade ensilaget och därmed lett till försämrad tillväxtkurva och minskad mängd intramuskulärt fett vilket orsakar ett mindre mört kött. Dock var detta inget som smakpanelen i Grythyttan kunde identifiera under det sensoriska testet. Därför hade det varit intressant att studera vidare om mörhetsförändringarna är så små att konsumenten inte kommer känna någon skillnad på köttet från respektive foderstat. Överlag visade de sensoriska testerna inga större smakskillnader mellan foderstaterna.

Bilaga 1

Egenskap	Definition
Utseende	
Fuktig yta	Ytan på köttskivan ser fuktig ur och glimmar <i>1 = torr yta 5 = fuktig yta med droppar</i>
Skivan faller isär	Köttbiten faller isär när man skär i den eller tar i den <i>1 = faller isär 5 = håller ihop</i>
Porositet	Skivan ser porös ut med små håligheter <i>1 = tät skiva med enstaka håligheter 5 = porös med flera håligheter</i>
Doft	
Fläskdoft	Doft av tillagad fläskkotlett <i>1 = svag doft 5 = stark</i>
Kycklingdoft	Doft av tillagad kyckling <i>1 = svag 5 = stark</i>
Aromatisk doft	Tydlig doftintensitet <i>1 = svag doft 5 = stark</i>
Fiskdoft	Associerar till fiskleverolja, omega3 <i>1 = svag doft 5 = stark</i>
Gräs/vegetal doft	Associerar till grönt gräs, blad och örter <i>1 = svag doft 5 = stark</i>
Metallisk doft	Associerar till blod och hur det känns att dofta på metall <i>1 = svag doft 5 = stark</i>
Leverdoft	Associera till tillagad lever/leverpastej <i>1 = svag doft 5 = stark</i>

Nötig doft	Associerar till lätt mild doft av till exempel ekollon eller valnöt <i>1=svag doft 5=stark</i>
Smörig doft	Associerar till mild doft av rumsvarmt smör <i>1=svag doft 5=stark</i>
Mineraldoft	Associerar till naturellt mineralvatten <i>1=svag doft 5=stark</i>
Spannmålsdoft	Associerar till fermenterat spannmål <i>1=svag doft 5=stark</i>
Doft rå kyckling	Associerar då förpackning av färsk kyckling öppnas <i>1=svag doft 5=stark</i>
Textur	
Saftig	Graden av köttsaft som frigörs när man tuggar köttet, första och andra tuggan <i>1=inte alls saftig 5=mycket saftig</i>
Torr	Ingen köttsaft frigörs när man tuggar <i>1=lite torr 5=mycket torr</i>
Mörhet	Kraften som behövs för att tugga köttet innan det är redo att sväljas (tugga 5 gånger) <i>1=seg 5=mycket mör</i>
Grynig	Köttet smular sönder i munnen under tuggning <i>1=lite 5=mycket</i>
Blött papper	Tuggan bildar en formbar massa i munnen <i>1=otydligt 5=tydligt</i>
Trådig	Tydliga fibrer känns i tuggan och köttets struktur bibehålls under tuggning <i>1=lite 5=mycket</i>
Färgintensitet	Från extremt lite (blek) till extremt hög (mörk) <i>1=lite 5=mycket</i>
Vattenhållande förmåga	Finns det några förluster av köttsaft på tallriken från provet? <i>1=lite 5=mycket</i>

Smak	
Sötma	smak av svag sockerlösning <i>1= mycket svag 5=svag men tydlig</i>
Syrlighet	upplevelse av syrlighet i filmjolk och citronsyra <i>1=låg 5=hög</i>
Beska	Smakkänsla där koffein är typiskt <i>1=låg 5= hög</i>
Köttsmak	En total fläsksmak med en balans mellan bitter, söt och syrlig smak <i>1=låg 5=hög</i>
Smakintensitet	Intensitet av övergripande smakupplevelsen <i>1=låg 5=hög</i>
Lång smak	Smaken bibehålls och är tydlig under tuggningen <i>1=smaken försvinner snabbt 5=smaken håller sig kvar</i>
Mild smak	Balans mellan smaker, inget som sticker ut <i>1=låg 5=hög</i>
Lever smak	Aromatisk smak förknippad med tillagad inälvsmat/lever <i>1=låg 5=hög</i>
Metallisk smak	Den kemiska känslan på tungan, associerad med järn-, koppar- och silverskedar (lever, blod, järnrik mat) <i>1=låg 5=hög</i>
Fisksmak	Associerar till tonfisk eller fiskarter med en stark fiskliknande doft, tex. makrill eller tonfisk på burk <i>1=låg 5=hög</i>
Härsken smak	En doft/smak som förknippas med oxiderat/härsket fett. Verkar gammal, unken och kartong liknande <i>1=låg 5=hög</i>
Mejerismak	Associerar till milda smaker i söta mejeriprodukter som mjölk och grädde <i>1=låg 5=hög</i>

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.