



Utfodring med ensilage till slaktgris

- effekter på köttkvalitet och fettsyrasammansättning

Feeding silage to fattening pigs – effects on meat quality and fatty acid composition

Erika Ohlsson

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Agronomprogrammet - Husdjur
Uppsala 2022



Utfodring med ensilage till slaktgris – effekter på köttkvalitet och fettsyrasammansättning

Feeding silage to fattening pigs – effects on meat quality and fatty acid composition

Erika Ohlsson

Handledare: Johanna Friman, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Anders Karlsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0865

Program/utbildning: Agronomprogrammet - Husdjur

Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Motinka, Pixabay

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: köttkvalitet, fettsyrasammansättning, slaktgris, ensilage, vallfoder, proteinfodermedel

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Sammanfattning

Ensilage är en potentiell proteinkälla till gris då vallens aminosyraprofil passar grisens behov bra. I Sverige är förutsättningarna för vallodling goda och vallen har positiv inverkan på odlingsmarken. Vallen kan även skapa ett mervärde då den har positiva effekter på grisens välfärd samt är lokalt odlad. I en studie gjord på Lövsta Lantbruksforskning vid Sveriges Lantbruksuniversitet jämfördes tre olika förbehandlingsmetoder av ensilage med en kontrollgrupp. Resultat kring den teknologiska köttkvaliteten från denna studie har sammanställts, diskuteras och jämförts med vetenskapliga litteratur i detta arbete med syfte att ta reda på om ensilaget påverkar köttkvaliteten. Resultaten från denna studie visade att köttkvalitetsparametrarna, pH, vätskehållande förmåga och färg inte påverkades av utfodring. Enligt litteraturen är fettsyraprofilen den parameter som påverkas mest utav utfodring. Andelen fleromättade fettsyror ökar. Detta kan påverka köttets hållbarhet och smak om fettsyrorna oxiderar. Då vallfoder har ett naturligt innehåll av antioxidanter kan oxidation undvikas. Låg tillväxt kan påverka köttets mörhet. Genom att förbehandla ensilaget, och öka smältbarheten för grisen kan man undvika att tillväxten minskar och därmed undvika ett mindre mört kött. Resultaten från den vetenskapliga studien visar att utfodring med förbehandlat ensilage inte påverkade den teknologiska köttkvaliteten i jämförelse med utfodring av konventionellt foder.

Nyckelord: köttkvalitet, fettsyrasammansättning, slaktgris, ensilage, vallfoder, proteinfodermedel

Abstract

Silage as a potential protein source for pigs as the forage has an amino acid profile that is suitable for the pigs. In Sweden, the conditions for forage production are beneficial, and ley crops have a positive impact on the soil condition. The forage can also add extra value as it has a positive effect on the pig's welfare and is locally produced. In a study conducted at the Swedish livestock research centre at the Swedish University of Agricultural Sciences, three different pre-treatments of silage were compared with a control group. Results regarding the technological meat quality from this study have been compiled, discussed and compared with information from scientific papers with the aim to understand whether silage affects meat quality. The results from this study found no effect of the meat quality parameters, pH, water holding capacity and colour. According to the literature, the fatty acid profile is the parameter most affected by feeding. The proportion of polyunsaturated fatty acids increase. This can affect the meat's shelf life and taste if the fatty acids oxidize. Since forage has a natural content of antioxidants, oxidation can be avoided. A reduction in daily weight gain can affect the tenderness of the meat. By pre-treating the silage and increase the digestibility for the pig's, reduced daily weight gain can be avoided. The results from the scientific study indicate that feeding pre-treated silage to pigs doesn't affect technological meat quality parameters compared to conventional fed pigs.

Keywords: meat quality, fatty acid composition, fattening pig, silage, forage, protein feed

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	5
Figurförteckning	6
Förkortningar	7
1. Inledning	8
1.1 Syfte	8
1.2 Bakgrund.....	8
1.3 Ätkvalitet	9
1.4 Ensilagets påverkan på grisen	9
2. Litteraturgenomgång	11
2.1 Köttkvalitet	11
2.1.1 pH	11
2.1.2 Vätskehållande förmåga.....	12
2.1.3 Fettsyrainnehåll	12
2.1.4 Mörhet.....	13
2.1.5 Smak.....	14
2.1.6 Färg	14
3. Material och metod	16
3.1 Djurmaterial och inhysning	16
3.2 Foderbehandlingar.....	16
3.3 Mätningar av teknologisk köttkvalitet.....	17
3.4 Statistisk analys	18
4. Resultat	19
5. Diskussion	21
5.1 Slutsats	22
Referenser	23

Tabellförteckning

Tabell 1. Effekt av de olika foderbehandlingarna på pH, droppsvinn & färg	19
Tabell 2. Effekt av produktionsomgång på pH, droppsvinn & färg	20

Figurförteckning

Figur 1. Illustration över var prover för de olika analyserna togs från longissimus dorsi.	17
---	----

Förkortningar

a*	Redness
b*	Yellowness
DTV	Daglig tillväxt
IMF	Intramuskulärt fett
L*	Lightness
Mb	Deoxymyoglobin
MbO ₂	Oxymyoglobin
MMb	Metmyoglobin
PUFA	Fleromättade fettsyror (Polyunsaturated fatty acids)
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
WHC	Vätskehållande förmåga (Water-holding capacity)

1. Inledning

1.1 Syfte

Syftet med detta arbete är att ta reda på hur utfodring med ensilage påverkar köttkvalitet och fettsyrasammansättning hos griskött. Med hjälp av befintlig litteratur samt resultat från produktionsförsök på Lövsta Lantbruksforskning, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) ska följande frågor besvaras; Vilka köttkvalitetsparameterar skiljer sig mellan konventionellt och ekologiskt producerat kött? Hur påverkas parametrarna av utfodring med ensilage i olika form? Skulle en utfodring med ensilage kunna bemöta konsumenternas efterfrågan på hållbart producerat kött med djurvälstånd och ätkvalitet i fokus?

1.2 Bakgrund

Griskött är idag det mest konsumerade köttet i Sverige och det köttslag vi har högst självförsörjningsgrad av (Svenskt Kött 2022). År 2020 var totalkonsumtionen av griskött 29,6 kg per person varav 80,4% var producerat i Sverige. Grisen (*Sus domestica*) behöver en balanserad foderstat med rätt nivåer av energi och aminosyror för en god tillväxt. Den första begränsande aminosyran för gris är lysin (Hushållningssällskapet 2022). Större delen av grisens foderstat består av spannmål som har ett lågt innehåll av lysin. Därför behöver det proteinfoder som grisen utfodras med ha ett gott lysininnehåll. På grund av sin goda aminosyraprofil, vilken matchar grisens behov, goda smaklighet samt höga smältbarhet är sojamjöl det vanligaste proteinfodret till gris (Florou-Paneri *et al.* 2014). Däremot har den allmänna medvetenheten kring sojaodlingens negativa påverkan på miljön lett till att användningen reducerats och alternativa, mer miljövänligt producerade, proteinfodermedel utvärderas (Hein 2022).

Ett alternativ som studerats är vallfoder/ensilage. Beroende på grössorter i vallen har ensilage en aminosyraprofil som matchar innehållet i soja (Dale *et al.* 2009). En ökad användning av vall, som ett inhemskt odlat proteinfodermedel, bidrar potentiellt till en minskad import av soja. Utöver detta kan gårdens klimatpåverkan

minska och lönsamheten ökas om vallen inkluderas i växtföljden då den minskar ogrästrycket och ökar avkastningen för nästkommande gröda, bidrar till ökad kolinlagring i marken, fixerar kväve samt ökar jordens mullhalt (Jordbruksverket 2008; Goth 2015).

1.3 Ätkvalitet

Ätkvalitet är konsumentens uppfattning av smak, saftighet och mörhet hos tillagat kött (Smith & Carpenter 1974). Flera parametrar påverkar köttets ätkvalitet. I butik är färg och intramuskulärt fett (IMF), även kallat marmorering, betydande för konsumentens val av kött (Topel *et al.* 1976). Därtill ska köttet ha en god vätskehållande förmåga (WHC) och inte tappa vätska i förpackning eller vid tillagning då det gör att köttet kan uppfattas som torrare (Warner 2014). Mängden IMF och fettsyrasammansättning påverkar smak och mörheten av köttet, som anses vara mycket viktiga parametrar för ätkvaliteten (Wood *et al.* 1996). Samtliga parametrar påverkas mer eller mindre av grisens utfodring.

1.4 Ensilagets påverkan på grisen

Hos en del konsumenter väger förbättrad djurvälstånd tyngre än ätkvalitet i valet av kött (Alonso *et al.* 2020). Ensilagets grova struktur och höga fiberinnehåll har en positiv inverkan på grisens välfärd. Innehållet av olösliga fibrer i ensilage ger en lägre passagehastighet i tarmen vilket ger grisen en längre mättnadskänsla (Bach Knudsen *et al.* 2000). Detta kan påverka grisens beteende och minska aggressivitet. Studier har visat att grisar som fått ensilage spenderar mer tid att äta och böka samt har lägre förekomst av aggressiva interaktioner (Presto Åkerfeldt *et al.* 2018). Vidare kan ensilagets lösliga fibrer förbättra grisens magtarmhälsa och ett ökat fiberinnehåll påverkar tarmens morfologi och slembildning, vilket skyddar mot infektion (Bach Knudsen *et al.* 2000). Därtill menar Bach Knudsen *et al.* (2000) att grovfodret ökar den mikrobiella aktiviteten i magen. Mikroberna fermenterar fodret till kortkedjiga fettsyror som i sin tur skapar skydd mot infektion och patogener genom att sänka pH i magtarmkanalen (Yang *et al.* 2021).

Det höga fiberinnehållet i ensilage kan sänka tillväxthastigheten då grisen har begränsad kapacitet att smälta fibrer (Danielsen *et al.* 2000a). Genom att utfodra ensilage med en mindre partikelstorlek blir näringsutnyttjandet högre då matsmältningsenzymernas angreppsyta ökar (Bach Knudsen *et al.* 2000). Den dagliga tillväxten kan upprätthållas genom att fodra med kort hackat ensilage, ensilage i pelletsform eller pressjuice från ensilage som pressats i skruvpress (Friman *et al.* 2021; Keto *et al.* 2021). Pelletering och värmebehandling kan

däremot påverka den mikrobiella fermenteringen i magtarmkanalen negativt och en alltför liten partikelstorlek kan vara en riskfaktor för magsår (Baustad & Nafstad 1969; Bach Knudsen *et al.* 2000).

2. Litteraturgenomgång

2.1 Köttkvalitet

2.1.1 pH

När djuret avblodas uppstår syrebrist som leder till att musklernas glykogen omvandlas till mjölksyra och pH i slaktkroppen sjunker (Jankowiak *et al.* 2021). Hur snabbt pH-sänkningen sker, samt hur lågt det slutgiltiga pH-värdet blir, påverkar flera av de parametrar som inverkar på ätkvaliteten (Keenan 2016). Muskelns pH-sänkning beror på vilken temperatur slaktkroppen förvaras i samt muskelns glykogenförråd som i sin tur påverkas av djurets levnadsförhållande och hantering innan slakt. Ultimat pH (pH_u) är pH-värdet i muskeln 24 timmar efter slakt. Detta värde påverkar den proteindenaturering som sker i muskeln efter slakt och kan ge en indikation på köttets slutgiltiga kvalitet (Bidner *et al.* 2007). Grisköttets pH_u ligger mellan 5,6–5,9. Ett pH i detta intervall ger en bra WHC, färg, mörhet och hållbarhet (Jankowiak *et al.* 2021). Ett pH utanför detta intervall kan indikera PSE kött (pale, soft, exudative) eller DFD kött (dark, firm, dry). PSE kött har en blekare färg, sämre WHC och uppfattas som torrt efter tillagning medan DFD kött har sämre bearbetningsegenskaper, smak och hållbarhet samt uppfattas hårdare (Warriss 2000). Kvalitetsfelen uppstår om djurets glykogenförråd töms till följd av stress innan slakt (Adzitey & Nurul 2011).

I en studie av Hansen *et al.* (2006) undersöktes fyra olika foderbehandlingars effekt på pH_u . En kontrollgrupp som utfodrades med konventionellt foder, utan tillgång på utevistelse och ensilage, jämfördes med tre försöksgrupper som fick ekologiskt foder och tillgång till utevistelse. En av försöksgrupperna fick ingen tillgång till ensilage medan de andra två fick en restriktiv kraftfodergiva i kombination med fri tillgång på helsädsensilage av havre/ärt respektive gräs/klöverensilage. Ingen skillnad i pH_u hittades mellan grupperna. Keto *et al.* (2021) testade effekterna av att utfodra grisar med pressjuice från ensilage och fann inga skillnader i pH_u . Likaså hittades inga skillnader i pH_u när kött detaljer från ekologiskt uppfödda grisar jämfördes med kött från konventionellt uppfödda grisar samt i jämförelser mellan

kött från grisar som fötts upp inomhus respektive utomhus (Heyer *et al.* 2006; Latoch *et al.* 2021). I kontrast till ovanstående studier fann Álvarez-Rodríguez *et al.* (2016) ett lägre pH_u i kött från ekologiskt uppfödda grisar.

2.1.2 Vätskehållande förmåga

Köttets WHC definieras som köttets kapacitet att behålla sin egen vätska under bearbetning, transport, förvaring och tillagning (Warner 2014). Låg WHC leder till att vätska avges i förpackningen vilket påverkar hur köttet uppfattas visuellt (Warriss 2000). Det ger även en viktminskning av köttet vilket innebär ett lägre slaktutbyte och en negativ ekonomisk påverkan (Warriss 2000). Köttet kommer utöver detta förlora vätska vid tillagning vilket gör att köttet kan uppfattas som torrt och mindre saftigt (Warriss 2000).

WHC påverkas till stor del av pH-sänkningen efter slakt (Warner 2014). I det levande djuret består muskeln till 75% av vatten som huvudsakligen finns i och mellan cellerna. Efter slakt, i samband med att muskelns myofibriller krymper, dras vattnet in i cellens sakroplasma. I takt med att pH sjunker samt protein och bindningar mellan filament bryts ner kommer vätska att avges från köttet. Ett pH mellan 5 och 5,5 ger en påtagligt försämrad WHC medan pH över och under detta intervall succesivt förbättrar WHC (Warriss 2000). Vätskeförluster kan mätas på flera olika sätt, exempelvis som droppsvinn (Warner 2014).

Flertalet studier har undersökt hur olika inhysningssystem och foder påverkar WHC. Urbánczyk *et al.* (2005) jämförde olika foderstater och kom fram till att de grisar som fått äta gräsenilage hade en bättre WHC än de som ätit majsensilage eller foderstater utan ensilage. I motsats till detta resultat fann Olsson *et al.* (2003) en sämre WHC i kött från grisar uppfödda i KRAV-certifierad produktion jämfört med konventionellt uppfödda grisar. I flera studier har inkludering av gräsenilage, klöverensilage eller pressjuice från ensilage däremot inte påverkat WHC (Jonsäll *et al.* 2000; Hansen *et al.* 2006; Holinger *et al.* 2018; Keto *et al.* 2021). Därtill hittade Latoch *et al.* (2021) och Álvarez-Rodríguez *et al.* (2016) inga skillnader i WHC när de jämförde vätskeförluster vid centrifugering och tillagning samt droppsvinn från ekologiskt och konventionellt producerat griskött.

2.1.3 Fettsyrainnehåll

Eftersom grisen är ett enkelmagat djur kommer fettsyrorna från fodret tas upp i tarmen utan att modifieras (Rosenvold & Andersen 2003). Utfodringen kan påverka vilka fettsyror som kommer finnas i köttet. En högre andel fleromättade fettsyror (PUFA) i köttet är önskvärd ur hälsosynpunkt men det ökar också risken för att köttet oxiderar och får sämre hållbarhet (Keenan 2016).

Vallfoder har en förhållandevis hög andel PUFA och kött från grisar som ätit ensilage får ett ökat innehåll av PUFA (Johansson *et al.* 2002). I studier där grisar fått ensilage har köttet även haft ett lägre innehåll av IMF jämfört med grisar som inte ätit ensilage (Jonsäll *et al.* 2000; Johansson *et al.* 2002; Hansen *et al.* 2006). Raj *et al.* (2015) undersökte effekterna av gräsmjöl i foderstaten och fann ett högre innehåll av PUFA.Utfodring med proteinkoncentrat gjort på pressjuice från gräs/klöverensilage gav samma effekt i en studie av Stødkilde *et al.* (2021). Kvoten mellan innehållet av omega-6 och omega-3 var lägre samt innehållet av omega-3 högre i samtliga studier hos de grisar som fått vallfoder i någon form.

För att undvika att fett oxiderar kan tillskott av antioxidanter användas i fodret. Vallfoder har naturligt höga nivåer av antioxidanten vitamin E som kan motverka oxideringen (Olsson & Pickova 2005). Stødkilde *et al.* (2021) testade olika grad av inbladning med proteinkoncentratet och konstaterade att grovfodrets innehåll av vitamin E höll lipiderna i fodret stabila. Detta kan potentiellt minska risken för att köttets fett oxiderar. Däremot såg man att innehållet av fettsyran alfa-linolensyra minskade vid ökad inbladning av gräs/klöverproteinkoncentratet, vilket indikerar en ökad oxidativ stress. Stødkilde *et al.* (2021) drog därav slutsatsen att en ökad mängd omega-3 kräver en ökad mängd antioxidanter.

2.1.4 Mörhet

Köttets mörhet skiljer sig mellan art, ras, kön samt djurets ålder och muskelsammansättning men påverkas också av hur djuren hanteras före och efter slakt (Thu 2006). Kött från ett äldre djur är ofta mindre mörkt än kött från ett yngre djur, därav påverkar den dagliga tillväxten (DTV) indirekt köttets mörhet. Mängden IMF påverkar också hur mörkt köttet är då muskelfibrerna separeras av fett vilket gör köttet mjukare (Warriss 2000).

För att bedöma köttets mörhet kan en sensorisk panel användas. Deltagarna i panelen väljs ut och tränas enligt ISO-standard för att bedömningen ska bli så rättvis som möjligt (ISO 2012). Att testa mörheten med en sensorisk panel är både tidskrävande och dyrt, därav används ofta metoden Warner-Bratzler shear force som mäter hur mycket kraft det behövs för att skära genom ett köttprov i standardiserad storlek (Olsson & Pickova 2005).

Danielsen *et al.* (2000b) och Hansen *et al.* (2006) testade effekter av en restriktiv fodergivning, motsvarande 70% av det dagliga energibehovet, i kombination med fri tillgång på ensilage. I båda fall hade grisarna tillgång till utevistelse. Resultatet från studierna visade att grisarna med den restriktiva givan hade ett mindre mörkt kött vilket antas bero på deras lägre DTV. Motsatsen har visats i en studie av Heyer *et al.* (2006) där grisar med högst DTV hade ett högre värde i Warner-Bratzler testet och ett mindre mörkt kött. I en studie av Keto *et al.* 2021 visades inga skillnader i

DTV och inte heller mörhet när ensilaget utfodrades i form av pressjuice. Inte heller i en studie av Jonsäll *et al.* (2000), där en sensorisk panel jämförde kotlettrad från grisar som ätit rödklöverensilage med grisar som inte ätit ensilage, fanns skillnader i mörhet.

2.1.5 Smak

Köttets smak påverkas av avel, utfodring, hantering före och efter slakt samt av förvaring och tillagning. Det finns smaker som går att återfinna hos alla köttslag men även djurslagsspecifika smaker som framträder när köttets fett värms upp (Warriss 2000). Det sker en Maillard-reaktion, där kolhydrater reagerar med aminosyror, som ger upphov till den bruna färgen hos stekt kött samt en mängd smaks substanser. Vidare kommer lipiderna i köttet oxideras vid upphettning vilket kan påverka smaken både positivt och negativt, vilket påverkas av fettsyrasammansättningen. Omättat fett oxiderar lättare än mättat fett vilket leder till att kött med högre andel PUFA lättare utvecklar en härsken smak (Aaslyng & Meinert 2017).

Andelen IMF påverkar också smakupplevelsen (Pannier *et al.* 2014). En lägre tillväxthastighet, högre ålder och energirikare foderstat ger mer marmorat kött (Gustafsson & Lindahl 2019). Som tidigare nämnt påverkar IMF köttets mörhet. Köttet får också en tydligare köttsmak och upplevs som saftigare då fettnhalten ökar salivutsöndringen hos den som äter (Warriss 2000). Fettet kan även hämma vätskeförlusten vid tillagning av köttet då det verkar värmeisolerande och bromsar nedbrytningen av proteiner (Miller 2002).

I en studie av Jonsäll *et al.* (2000) testade en sensorisk panel kött från grisar som fått rödklöverensilage. Detta kött hade en syrligare och mer härsken smak. Även Hansen *et al.* (2006) använde en sensorisk panel i sitt försök. De uppfattade liknande smaker i kött från grisar som fått kraftfoder motsvarande 70% av det dagliga energiintaget samt fri tillgång på gräs/klöverensilage. Grisarna hade också mer PUFA jämfört med grisar som inte fått ensilage vilket kan förklara smakskillnaderna. Hansen *et al.* (2006) fann att grisar som fått ensilage hade mindre IMF och köttsmak. I en studie av Johansson *et al.* (2002), där grisar utfodrades med rödklöverensilage motsvarande 10% av det dagliga energibehovet, fann man inga smakskillnader trots mindre IMF och högre andel PUFA.

2.1.6 Färg

Köttets färg påverkas av pH_u, där ett värde mellan 5,6–5,9 ger en normal färg (Jankowiak *et al.* 2021). Även mängden myoglobin som finns i muskeln samt vilket stadiet myoglobinet befinner sig i avgör köttets färg (Seideman *et al.* 1984). Grisar

har låg koncentration av myoglobin (Walters 1975). Handjur har ofta mer myoglobin än hondjur, likaså äldre djur jämfört med yngre (Urbain 1952). Fysiskt aktiva djur har generellt mer myoglobin i musklerna än djur som inte rör på sig, innehållet skiljer sig även mellan musklerna i kroppen beroende på om de har övervägande aerob eller anaerob metabolism (Seideman *et al.* 1984).

Det finns huvudsakligen tre stadier av myoglobin; deoxymyoglobin (Mb), oxymyoglobin (MbO₂) och metmyoglobin (MMb) (Seideman *et al.* 1984). En nyligen styckad kött detalj som inte exponerats för syre innehåller övervägande Mb som ger köttet en lila färg. När det exponeras för luft binder myoglobinets syre och bildar MbO₂ som gör köttet rödare. När myoglobinets järn oxiderar bildas i stället MMb som ger en brunare nyans. Oxideringen går att hämma genom tillskott på antioxidanter eller foder som naturligt innehåller antioxidanter, exempelvis vallfoder (Álvarez-Rodríguez *et al.* 2015).

Färgskillnaderna bestäms med hjälp av en kolorimeter, ett instrument som genom strålning mäter kvantiteten av olika färger (Girolami *et al.* 2013). Skillnader mellan ekologiskt och konventionellt producerat kött, samt kött från grisar som ätit vallfoder i olika former jämfört med grisar som inte ätit vallfoder, har studerats flertalet gånger med varierande resultat (Olsson & Pickova 2005; Urbańczyk *et al.* 2005; Hansen *et al.* 2006; Heyer *et al.* 2006; Álvarez-Rodríguez *et al.* 2015, 2016; Keto *et al.* 2021; Latoch *et al.* 2021). I samtliga studier mättes ljushet (L*), rödhet (a*) och gulhet (b*).

Olsson & Pickova (2005) uppger att ekologiskt producerat kött är mörkare och rödare än konventionellt griskött. Troligtvis eftersom de ekologiska grisarna rör sig mer och därmed får en större andel myoglobin i musklerna samt en lägre tillväxthastighet vilket gör att grisarna slaktas vid en högre ålder. Utöver ett mörkare kött så har flera studier även sett ett högre värde på b* i ekologiskt kött vilket indikerar ett gulare kött (Urbańczyk *et al.* 2005; Álvarez-Rodríguez *et al.* 2015, 2016). Álvarez-Rodríguez *et al.* (2015) visade också att ekologiskt kött skiftar färg snabbare än konventionellt kött vid lagring och har en större andel MMb sju dagar efter slakt. Gulare kött har också setts hos grisar som utfodrats med lucernpellets och haft tillgång till utevistelse (Heyer *et al.* 2006). I studien av Heyer *et al.* (2006) ingick grisar i tre olika grupper, varav två grupper föddes upp utomhus och en inomhus och där varje grupp fick en unik foderstat. Vidare har en studie gjord av Latoch *et al.* (2021) visat att karré och kotlettrad från ekologiska grisar både är gulare och rödare än kött detaljerna från konventionella grisar, medan studier av Hansen *et al.* (2006) inte fann några skillnader i färg. Likaså påverkade inte utfodring med pressjuice färgen på köttet i studien av Keto *et al.* (2021).

3. Material och metod

I ett projekt på Lövsta Lantbruksforskning vid SLU utvärderades gräs/klöverensilage som alternativt proteinfodermedel till slaktgrisar. Som en del i projektet har effekter av ensilage med olika förbehandling på tillväxt och slaktkroppsegenskaper studerats. Utöver det har den teknologiska köttkvaliteten analyserats vilken redovisas i detta arbete. Mer detaljerad information kring djurmaterial, inhysning och foderbehandlingar i studien hittas i Friman *et al.* (2021).

3.1 Djurmaterial och inhysning

Totalt 128 slaktgrisar från två produktionsomgångar användes i studien. 64 grisar i varje omgång fördelades på åtta boxar vid åtta veckors ålder. Varje box innehöll fyra gyltor och fyra immunokastrerade galtar och ingen av grisarna kom från samma kull. Efter en tillvänjningsperiod på 7 dagar flyttades grisarna till en ny box med en total area på 11 m², vilket ger varje gris ett utrymme på 1,4 m². Boxarna ströddes dagligen med spån. Grisarna hade inte tillgång till utevistelse under försöket. Grisarna ingick i studien från 32 kg (32,5±4,2 kg) och 66 dagar (±1 dag) och fram till slakt vid en medelvikt på 115 kg (114,3±6,5 kg) och en medelålder på 150 dagar (147±7,2 dagar).

3.2 Foderbehandlingar

Vallblandningen som användes i studien bestod av rödklöver (10%), vitklöver (5%), timotej (50%), ängssvingel (20%) samt engelskt rajgräs (15%). Den vall som ensilerades och användes i försöket kom från andraskörden av en förstaårsvall skördad i juli 2019. Vid skörden hackades grovfodret till en storlek av 4–15 mm samt behandlades med tillsatsmedlet ProMyr NT570. Grovfodret ensilerades i en limpa direkt efter skörd.

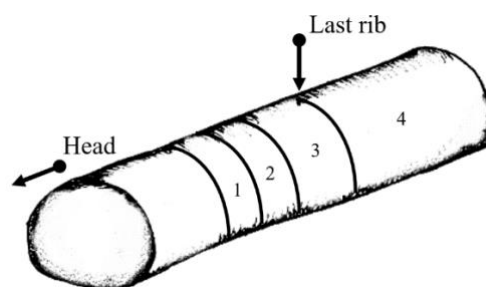
I respektive produktionsomgång fördelades boxarna mellan fyra olika foderbehandlingar: en kontrollgrupp (C) som fick ett kommersiellt foder eller en av

tre försöksfoder med ensilage. Ensilaget utfodrades antingen som en pellet mixat med kommersiellt foder till en fullfoderpellet (SP) eller utfodrades färskt som en del av en fullfoderblandning och var då antingen kort hackat (4-15mm)(SC) eller intensivt bearbetat i en bio-extruder (1-3 mm)(SE). I TMR blandningarna mixades det färskaste ensilage med kommersiellt foder i en 40:60 ratio. Ensilagegivan motsvarade 20% av det totala innehållet av råprotein (g/kg) i foderstaten.

Slakgrisarna i försöket utfodrades morgon och kväll, med en fodergiva beräknad utifrån svenska näringsrekommendationer för slaktgris och anpassad efter den genomsnittliga levnadsvikten i boxen. Utfodringen delades in i två faser; fas 1 där fodergivan succesivt ökades i takt med ökad levnadsvikt samt fas 2 där fodergivan var konstant. Kontrollgruppen och SP utfodrades automatiskt medan SC och SE utfodrades manuellt.

3.3 Mätningar av teknologisk köttkvalitet

M. longissimus dorsi (LD) från samtliga gyltor i försöket användes för att mäta teknologiska köttkvalitetsparametrar. Cirka en timme efter avblodning mättes pH_i på slaktkroppens högra halva inne i slakteriets kylrum. pH-mätningen gjordes vid det sista revbenet med en portabel pH-meter. pH-metern kalibrerades i buffertlösning med pH 4,0 respektive 7,0 inför varje mättillfälle. Morgonen efter slakt transporterades slaktkropparna till styckeriet Andersson & Tillman i Uppsala, en transport på cirka 15 minuter. Den högra LD skars ut och transporterades till SLUs laboratorium cirka 10 minuter bort. Cirka 24 timmar efter avblodning mättes pH_u vid sista revbenet. Efter pH-mätningen skars skivor för analys, vilket illustreras i Figur 1.



Figur 1. Illustration över var prover för de olika analyserna togs från *longissimus dorsi*. 1.Droppsvin 2.Färg 3.Warner-Bratzler shear force 4.Sensoriska analyser

För mätning av WHC (droppsvinn) skars en 3 centimeter tjock skiva mellan åttonde och nionde revbenet. Droppsvinn mättes utifrån den metod som beskrivits av Honikel (1998). Färg mättes med en Konica Minolta Spectrophotometer CM-600.

Ett prov skars ut mellan tionde och elfte revbenet och mätningen gjordes på ytan vid det elfte revbenet. Instrumentet kalibrerades mot en vit bricka ($L^*=97,60$, $a^*=0,15$, $b^*=0,00$) där ett medelvärde av fyra mätningar beräknades. På köttet utfördes tre mätningar på varje prov och ett medelvärde beräknades. Mätningarna utfördes från höger till vänster, 10 minuter efter att provbiten skurits och snittytan exponerats för syre. Ytterligare prover skars vid tolfte revbenet, 10 centimeter kranialt om det sista revbenet samt 20 cm kaudalt från det sista revbenet. Proverna vakuumpförpackades och lagrades i -20 °C för att användas i ett Warner-Bratzler shear force test samt för sensoriska analyser.

3.4 Statistisk analys

Till följd av ett fel vid styckning uteslöts en gris från SE-gruppen. Vid lastning inför transport till slakteriet skadades en gris från grupp C och avlivades därför på plats i stallet. Ytterligare två grisar, en från grupp SP och en från grupp C, uteslöts inför analysen av droppsvinn på grund av ett fel vid mätning.

Programmet SAS, version 9.4, användes för den statistiska analysen. Beskrivande statistik analyserades med hjälp av funktionen MEANS medan variansanalys genomfördes med funktionen MIXED. Effekten av de olika behandlingarna på köttkvaliteten analyserades med en modell där gris var den experimentella enheten och inkluderade fasta effekter av de olika behandlingarna (C, SE, SC och SP), omgång samt de slumpmässiga effekterna av box och födelsekull. Vid analys av droppsvinn och L^* inkluderades pH_u som en kontinuerlig kovariat, för att se om pH_u har en effekt på droppsvinn och L^* . Two-way interaction testades för alla variabler och dessa inkluderas om resultaten är signifikanta ($P < 0,05$).

4. Resultat

Vid de två pH-mätningarna hittades ingen signifikant skillnad mellan foderbehandlingarna (Tabell 1). Däremot fanns en signifikant skillnad i pH_u mellan omgångarna, där omgång 2 hade ett högre värde (P=0,005) samt en tendens mot högre pH₁ (P=0,065) (Tabell 2). WHC, angivet som droppsvinn (%) 24 timmar efter avblodning, skiljde sig inte mellan behandlingarna (P=0,557) (Tabell 1) eller omgångarna (P=0,227) (Tabell 2). Det hittades ingen skillnad i färgparametrarna L*, a* och b* mellan behandlingarna (P_{L*}=0,103; P_{a*}=0,219; P_{b*}=0,145) (Tabell 1). Likaså fanns ingen skillnad i L*, a* och b* mellan omgångarna (P_{L*}=0,429; P_{a*}=0,097; P_{b*}=0,102) (Tabell 2).

Tabell 1. Effekt av de olika foderbehandlingarna på pH, droppsvinn & färg

	SE (N=14)	SC (N=13)	SP (N=16)**	C (N=15)**	P
pH ₁	6.87±0.05	6.85±0.05	6.75±0.05	6.89±0.05	0.1698
pH _u	5.54±0.04	5.58±0.04	5.48±0.04	5.55±0.04	0.2856
Droppsvinn (%)	1.81±0.32	2.07±0.33	2.38±0.31	1.90±0.32	0.5574
<i>Färgparametrar</i>					
L*	47.16±0.70	48.30±0.72	49.31±0.66	48.48±0.67	0.1032
a*	0.95±0.21	0.94±0.21	1.40±0.20	1.23±0.20	0.2193
b*	11.22±0.20	11.16±0.20	11.64±0.19	11.50±0.19	0.1448

SE=TMR med extruderat ensilage

SC=TMR med hackat ensilage

SP=Pellet med torkat ensilage

C=Kontroll

N=antal grisar i behandlingsgrupp

pH₁=pH cirka en timme efter avblodning

pH_u=pH cirka 24 timmar efter avblodning

L*=lightness

a*=redness

b*=yellowness

**SP & C hade N=15 respektive N=14 vid analys av droppsvinn

Tabell 2. Effekt av produktionsomgång på pH, droppsvinn & färg

	Omgång 1	Omgång 2	<i>P</i>
pH ₁	6.79±0.03	6.89±0.04	0.0649
pH _u	5.46±0.04	5.63±0.04	0.0051
Droppsvinn (%)	2.28±0.28	1.80±0.28	0.2273
<i>Färgparametrar</i>			
L*	48.74±0.67	47.89±0.69	0.4289
a*	1.37±0.19	0.89±0.19	0.0972
b*	11.61±0.19	11.14±0.19	0.1020

pH₁=pH cirka en timme efter avblodning

pH_u=pH cirka 24 timmar efter avblodning

*L**=lightness

*a**=redness

*b**=yellowness

5. Diskussion

I resultaten från studien på Lövsta Lantbruksforskning visades ingen signifikant skillnad i pH mellan de olika foderbehandlingarna, något som stöds av flertalet andra studier där ensilage inte visats ha någon effekt på pH (Hansen *et al.* 2006; Heyer *et al.* 2006; Keto *et al.* 2021; Latoch *et al.* 2021). Något som kan påverka pH, enligt studien av Álvarez-Rodríguez *et al.* (2016), är den utevistelse och större yta som ekologiska grisar har tillgång till. En möjlig skillnad mellan ekologisk och konventionell produktion behöver således inte bero på fodret utan på det ökade glykogeninnehållet i musklerna som ett resultat av mer rörelse i ekologisk produktion.

Glykogeninnehållet kan även påverka köttets WHC. I studien av Olsson *et al.* (2003) hittades ett högre glykogeninnehåll i KRAV-certifierat griskött, detta kött hade också en sämre WHC och ett lägre pH_u jämfört med konventionellt kött. Skillnaderna kan även här bero på högre rörelseaktivitet i den KRAV-certifierade produktionen, snarare än utfodringen. Resultaten från studien på Lövsta visade ingen signifikant skillnad i WHC mellan foderbehandlingarna, vilket är i likhet med resultaten från litteraturen (Jonsäll *et al.* 2000; Hansen *et al.* 2006; Holinger *et al.* 2018; Keto *et al.* 2021).

Det var inte heller någon signifikant skillnad i färg på köttet mellan de olika foderbehandlingarna som testades på Lövsta. I litteraturen är resultaten kring köttets färg inkonsekventa, men majoriteten av källorna uppger att ekologisk uppfödning eller utfodring med ensilage ger ett gulare kött (Urbańczyk *et al.* 2005; Heyer *et al.* 2006; Álvarez-Rodríguez *et al.* 2015, 2016; Latoch *et al.* 2021). Ett högre innehåll av IMF samt mer utevistelse som ger upphov till en högre oxidativ muskelmetabolism tros vara anledningen. Däremot har studier som undersökt fetthinnehåll hittat ett lägre innehåll av IMF i kött från ekologiska grisar och grisar som fått ensilage i olika form (Jonsäll *et al.* 2000; Johansson *et al.* 2002; Hansen *et al.* 2006; Raj *et al.* 2015; Stødkilde *et al.* 2021).

Analyser kring fettsyrainnehåll, smak och mörhet har inte gjorts i försöket på Lövsta. I litteraturen visar samtliga studier ett högre innehåll av PUFA och Omega-3 samt en lägre Omega-6/Omega-3 kvot hos grisar som ätit ensilage. Risken med

en högre andel PUFA är att fettets oxiderar snabbare vilket studier av Jonsäll *et al.* (2000) och Hansen *et al.* (2006) visat ger upphov till en surare och mer härsken smak. Eftersom utfodring med ensilage enligt litteraturen signifikant påverkar andelen PUFA och mängden omega-3 i köttet, är sannolikheten hög att köttet från studien på Lövsta kommer att ha en högre andel av dessa fettsyror. Med bakgrund av litteraturen skulle detta kunna innebära att smaken påverkas.

De antioxidanter som naturligt finns i vallfoder kan motverka fettets oxidation. Antioxidanterna kan också inverka på köttets myoglobin och därmed färgen. Mängden antioxidanter i fodret kan också skilja sig mellan olika vallfoder, något som Alvaréz-Rodríguez *et al.* (2015) diskuterar då de såg att oxideringen av myoglobinet gick snabbare i ekologiskt kött. Även Stødkilde *et al.* (2021) diskuterar att vallens antioxidanter kan vara otillräckliga för att kompensera för den ökade mängd omega-3 som vallfodret bidrar till. Ytterligare studier kring vallfodrets påverkan på fettets och myoglobinet oxidation kan vara nödvändiga för att säkerställa hur köttets färg, smak och hållbarhet påverkas av ensilage.

Flera studier uppger att ensilage ger ett mindre mörkt kött. Dessa studier har däremot utfodrat ensilaget i grov struktur som ett tillskott till en restriktiv fodergiva av det kommersiella fodret vilket resulterat i en lägre DTV (Danielsen *et al.* 2000b; Hansen *et al.* 2006). Detta kan vara orsaken till det mindre mörka köttet. Keto *et al.* (2021) som utfodrade ensilage i form av en pressjuice såg inga skillnader i mörhet eller DTV. Då DTV inte påverkades negativt av ensilage i försöket av Friman *et al.* (2021) är hypotesen att mörheten i köttet från denna studie inte kommer påverkas negativt.

5.1 Slutsats

Utfodring med ensilage kan uppfylla konsumentens efterfrågan på hållbart producerat kött genom en mer klimatsmart grisproduktion med närodlat foder och förbättrad djurvälstånd. Detta kan ske utan att köttkvaliteten påverkas negativt. Fettsyrasammansättningen skiljer sig tydligt mellan ekologiskt och konventionellt producerat kött. Ensilage ger en högre andel PUFA i köttet. Eftersom PUFA lättare oxiderar kan detta påverka smak och hållbarhet negativt. Det finns utrymme för mer forskning kring vilken mängd antioxidanter som krävs för att motverka detta. Mängden fett och antioxidanter tros också kunna påverka köttets färg, men resultat kring detta är inkonsekventa. Övriga parametrar anses inte påverkas av ensilaget utan en negativ effekt beror snarare på pH-förändringar, orsakade av högre rörelseaktivitet, eller minskad DTV, vilket kan undvikas genom att förbehandla ensilaget.

Referenser

- Aaslyng, M.D. & Meinert, L. (2017). Meat flavour in pork and beef – From animal to meal. *Meat Science*, 132, 112–117. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.012>
- Adzitey, F. & Nurul, H. (2011). Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences—A mini review. *International Food Research Journal*, 18 (1), 11–20
- Alonso, M.E., González-Montaña, J.R. & Lomillos, J.M. (2020). Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 10 (3), 385. <https://doi.org/10.3390/ani10030385>
- Álvarez-Rodríguez, J., Tor, M., Cubilo, D., Ripoll, G., Babot, D. & Villalba, D. (2015). Comparison of objective measures of pork colour traits during ageing of the longissimus muscle from pigs housed organically and conventionally. *Animal Production Science*, 55, 494–500. <https://doi.org/10.1071/AN13278>
- Álvarez-Rodríguez, J., Villalba, D., Cubiló, D., Babot, D. & Tor, M. (2016). Organic practices and gender are effective strategies to provide healthy pork loin. *Journal of Integrative Agriculture*, 15 (3), 608-617. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61172-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61172-8)
- Bach Knudsen, K.E., Baloda, S., Lindecrona, R., Roepstorff, A., Tang Sørensen, M., Ebsen Thomsen, L. & Vestergaard, E.-M. (2000). *Forebyggelse af mave-tarmsygdomme gennem fodringsstrategier*. (FØJO-rapport nr 8/2000). Tjele: Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.
- Baustad, B. & Nafstad, I. (1969). Gastric Ulcers in Swine. 4. Effects of Dietary Particle Size and Crude Fiber Contents on Ulceration. *Pathologia veterinaria*, 6 (6), 546–556. <https://doi.org/10.1177/030098586900600608>
- Bidner, B. s., Ellis, M., Brewer, M. s., Campion, D., Wilson, E. r. & McKEITH, F. k. (2004). Effect of ultimate pH on the quality characteristics of pork. *Journal of Muscle Foods*, 15 (2), 139–154. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2004.tb00717.x>
- Dale, B., Allen, M., Laser, M. & Lynd, L. (2009). Protein feeds coproduction in biomass conversion to fuels and chemicals. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 3, 219–230. <https://doi.org/10.1002/bbb.132>
- Danielsen, V., Damgaard Poulsen, H., Krogh Jensen, S. & Ohlsson, C. (2000a). *Svinenes forsyning med essentielle næringsstoffer og grovfoder*. (FØJO-rapport nr 8/2000). Tjele: Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.

- Danielsen, V., Hansen, L.L., Møller, F., Bejerholm, C. & Nielsen, S. (2000b). 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*. September 16-17 1999, Horsens, Denmark, 79–86.
- Florou-Paneri, P., Christaki-Sarikaki, 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 & Environment*, 12 (2), 655–660
- 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>
- Girolami, A., Napolitano, F., Faraone, D. & Braghieri, A. (2013). Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Science*, 93 (1), 111–118.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.010>
- Goth, M. (2015). *Nu ska vallens fördelar lyftas*. <https://www.ja.se/artikel/46916/nu-ska-vallens-frdelar---lyftas.html> [2022-04-01]
- Gustafsson, L. & Lindahl, C. (2019). *Tekniker för att mäta köttkvalitet och slaktkroppsegenskaper på nötkreatur och lamm före slakt*. (RISE Rapport 2019:76). Uppsala/Skara: RISE. urn:nbn:se:ri:diva-39785
- 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>
- Hein, T. (2022). *The soybean situation: 2021 and beyond*.
<https://www.poultryworld.net/the-industrymarkets/market-trends-analysis-the-industrymarkets-2/the-soybean-situation-2021-and-beyond/> [2022-04-25]
- Heyer, A., Kristina Andersson, H. & Lundström, K. (2006). Performance, carcass and technological meat quality of pigs in indoor and outdoor production systems. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 56 (1), 55–64.
<https://doi.org/10.1080/09064700600670904>
- Holinger, M., Früh, B., Stoll, P., Pedan, V., Kreuzer, M., Bérard, J. & Hillmann, E. (2018). Long-term effects of castration, chronic intermittent social stress, provision of grass silage and their interactions on performance and meat and adipose tissue properties in growing-finishing pigs. *Meat Science*, 145, 40–50.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.018>
- Honikel, K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49 (4), 447–457.
[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)
- Hushållningssällskapet (2022). *Foder och bete*.
<https://hushallningssallskapet.se/forskning-utveckling/omstallning-till-ekologisk-grisproduktion/foder-och-bete/> [2022-04-27]

- ISO (2012). *Sensory analysis — General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*. (ISO 8586:2012) International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8586:ed-1:v2:en>
- Jankowiak, H., Cebulska, A. & Bocian, M. (2021). The relationship between acidification (pH) and meat quality traits of polish white breed pigs. *European Food Research and Technology*, 247 (11), 2813–2820.
<https://doi.org/10.1007/s00217-021-03837-4>
- 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 (2008). Vall i ekologisk produktion - Råd i praktiken. [Broschyr]. Jordbruksinformation 1. Jönköping: Jordbruksverket.
<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/vall-i-ekologisk-produktion.html> [2022-04-01]
- 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*. Academic Press, 419–431. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00551-1>
- Keto, L., Tsitko, I., Perttilä, S., Särkijärvi, S., Immonen, N., Kytölä, K., Alakomi, H.-L., Hyytiäinen-Pabst, T., Saarela, M. & Rinne, M. (2021). Effect of silage juice feeding on pig production performance, meat quality and gut microbiome. *Livestock Science*, 254, 104728. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104728>
- Latoch, A., Wójciak, K.M., Popek, S., Rohn, S. & Halagarda, M. (2021). Technological properties and selected safety aspects of different cuts of organic and conventional pork. *International Journal of Food Science & Technology*, 56 (12), 6192–6203. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15217>
- Miller, R.K. (2002). 3 - Factors affecting the quality of raw meat. I: Kerry, J., Kerry, J., & Ledward, D. (red.) *Meat Processing*. Woodhead Publishing, 27–63.
<https://doi.org/10.1533/9781855736665.1.27>
- Olsson, V. & Pickova, J. (2005). The Influence of Production Systems on Meat Quality, with Emphasis on Pork. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34 (4), 338–343. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.4.338>
- Pannier, L., Gardner, G.E., Pearce, K.L., McDonagh, M., Ball, A.J., Jacob, R.H. & Pethick, D.W. (2014). Associations of sire estimated breeding values and objective meat quality measurements with sensory scores in Australian lamb. *Meat Science*, 96, 1076–1087. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.037>

- 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>
- Raj, S., Skiba, G., Sobol, M. & Weremko, D. (2015). Body composition and fatty acid profile of musculus longissimus dorsi in growing pigs fed a diet supplemented with grass meal. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 24, 315–322. <https://doi.org/10.22358/jafs/65614/2015>
- Rosenvold, K. & Andersen, H.J. (2003). Factors of significance for pork quality - a review. *Meat Science*, 64 (3), 219–237. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00186-9)
- Seideman, S.C., Cross, H.R., Smith, G.C. & Durland, P.R. (1984). Factors Associated with Fresh Meat Color: A Review. *Journal of Food Quality*, 6 (3), 211–237. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1984.tb00826.x>
- Smith, G.C. & Carpenter, Z.L. (1976). Eating Quality of Meat Animal Products and Their Fat Content. I: National Research Council (US) (red.). *Fat Content and Composition of Animal Products, Proceedings of a Symposium Washington D.C., December 12-13, 1974, Washington DC., US.*
- Stødkilde, L., Ambye-Jensen, M. & Jensen, S.K. (2021). 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). *Hur mycket kött äter vi?* <https://svensktkott.se/om-kott/kott-och-halsa/hur-mycket-kott-ater-vi/> [2022-03-31]
- Thu, D.T.N. (2006). Meat quality: Understanding of meat tenderness and influence of fat content on meat flavour. *Science and Technology Development Journal*, 9 (12), 65–70. <https://doi.org/10.32508/stdj.v9i12.3133>
- Topel, D.G., Miller, J.A., Berger, P.J., Rust, R.E., PARRISH Jr., F.C. & Ono, K. (1976). Palatability and Visual Acceptance of Dark, Normal and Pale Colored Porcine M. Longissimus. *Journal of Food Science*, 41 (3), 628–630. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1976.tb00685.x>
- Urbain, W. M. (1952). Oxygen is key to the color of meat. *The National Provisioner*, 127 (16), 140-141.
- Urbańczyk, J., Hanczakowska, E. & Świątkiewicz, M. (2005). The effect of organic feeding on carcass and meat quality of fattening pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 14 (Suppl. 1), 409–412. <https://doi.org/10.22358/jafs/70592/2005>
- Walters, C. L. (1975). *Meat*. Westport: AVI Publishing Co.
- Warner, R. (2014). Measurements of Water-holding Capacity and Color: Objective and Subjective. I: Dikeman, M., Devine, C. (red.). *Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition)*. Academic Press. 164–171. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00210-5>
- Warriss, P.D. (2000). *Meat science: an introductory text*. Wallingford: CABI Publishing. 10.1079/9780851994246.0000

- Wood, J.D., Brown, S.N., Nute, G.R., Whittington, F.M., Perry, A.M., Johnson, S.P. & Enser, M. (1996). Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Science*, 44 (1), 105–112.
[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(96\)00044-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(96)00044-7)
- Yang, L., Wang, G., Zhou, J., Yang, Y., Pan, H., Zeng, X. & Qiao, S. (2021). Exploration of the Potential for Efficient Fiber Degradation by Intestinal Microorganisms in Diqing Tibetan Pigs. *Fermentation*, 7 (4), 275.
<https://doi.org/10.3390/fermentation7040275>

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. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. 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.