



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Förekomsten av mörkt, fast och torrt (DFD) nötkött i Sverige

– faktorer som påverkar uppkomsten av kvalitetsdefekten

The Prevalence of Dark, Firm and Dry (DFD) Meat in Cattle in
Sweden

– factors causing the quality defect

Sanna Pasanen

Förekomsten av mörkt, fast och torrt (DFD) nötkött i Sverige – faktorer som påverkar uppkomsten av kvalitetsdefekten

The Prevalence of Dark, Firm and Dry (DFD) meat in Cattle in Sweden
– factors causing the quality defect

Sanna Pasanen

Handledare: Galia Zamaratskaia, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper

Btr Handledare: Jonas Malmsten, HKScan Sweden AB, Produktionschef slakt och styckning

Examinator: Lena Dimberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronomprogrammet - Livsmedel

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Serietitel: Molecular Sciences

nr: 2018:4

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: slakt, köttindustri, stressfaktorer, storboskap, köttkvalitet, nötkreatur, djurskydd

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för molekylära vetenskaper

Sammanfattning

Denna studie behandlar kvalitetsdefekten *Dark, firm and dry* (DFD) i nötkött. Det är ett tillstånd som uppkommer i slaktkroppen *post mortem* och gör köttet mörkt, fast och torrt. Defekten är ett resultat av en kraftig förbrukning av glykogen i skelettmuskulaturen innan slakt som en respons på kronisk eller långtidsstress. Fakta om förekomst och rutiner kring DFD insamlades från 14 svenska slakterier i ett försök att kartlägga förekomsten av kvalitetsdefekten i Sverige. Slaktdata mottogs endast från hälften av de tillfrågade slakterierna. Mellan tidsperioden 1 september 2016 och 31 augusti 2017 slaktades sammanlagt 125 632 storboskap hos sex av de tillfrågade slakterierna och förekomsten av DFD beräknades till 0,66 %. Vidare analys visade att frekvensen av kvalitetsdefekten hos handjur uppgick till 0,68 % och 0,62 % hos hondjur. Sortering efter vikt visade att slaktkroppar inom viktgrupperna <225 kg och 625-899,9 kg hade flest fall med tillståndet DFD där frekvensen i förstnämnda gruppen var 1,28 % och för de tyngsta slaktkropparna 3,23 %. Ytterligare ett slakteri hade dokumenterat slaktdata över antalet slaktkroppar med kvalitetsdefekten men för tidsperioden 1 februari 2017 till och med 31 augusti 2017. Den mottagna data representerar antalet styckade djur samt antalet slaktkroppar av dessa med DFD, där beräkning visar en förekomst av kvalitetsdefekten på 0,37 %.

Sammanfattningsvis är förekomsten av DFD låg i Sverige. Dock är den ekonomiska förlusten för slaktindustrin påtaglig och orsaken till DFD bör således vidare undersökas för att så småningom kunna elimineras.

Nyckelord: slakt, köttindustri, stressfaktorer, storboskap, köttkvalitet, nötkreatur, djurskydd

Abstract

The following thesis discuss the quality defect Dark, Firm and Dry (DFD) or dark-cut in cattle. It is a condition that appears in carcass post slaughter as a result of depletion of glycogen in animal skeletal muscles caused by long-term or chronic stress. This gives the carcass unwanted traits as dark colour, firm surface and a high water holding capacity (WHC), which massively decrease the meat quality. To survey the prevalence of this post mortem defect in Sweden, data was collected concerning routines for DFD- frequency and methods of detection from several Swedish slaughter plants. Slaughter statistics were only obtained from 7 of the contacted butcheries. During the time interval from September 1, 2016, to August 31, 2017, totally 125 632 cattle were slaughtered at six Swedish slaughter houses, where the prevalence of DFD was calculated to be 0, 66 %. At these slaughter houses it was also detected that females, i.e. cow and heifers, showed a DFD occurrence of 0, 62 % and males as bulls and steers 0, 68 %. By sorting all slaughtered cattle into intervals based on the weight of the carcass proved that the groups of <225 kg and 625- 899,9 kg had the highest presence of the quality defect. The lightest carcass weight had an occurrence of 1,28 % and the heaviest carcasses a prevalence of 3,23 %. Another slaughter plant had a DFD frequency of 0, 37 % within the time intervals February 1, 2017 to August 31, 2017.

In short, the result indicates a low prevalence of DFD in Sweden. However, it is important to realize that the financial losses for the meat industry are substantial. Therefore, the causation of dark-cut meat should be further on investigated to be able to eliminate the quality defect in the future.

Keywords: slaughter, meat industry, stress-causing factors, livestock, meat quality, cattle, animal welfare

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Figurförteckning	7
Förkortningar	8
1 Inledning	9
1.1 Nötköttsindustrin i Sverige	9
1.2 Kött och köttkvalitet	11
1.3 Köttets sammansättning och näringsinnehåll	12
1.4 Köttkvalitet ur ett producent- och konsumentperspektiv	13
1.5 Orsaker till uppkomst av kvalitetsdefekter i nötkött	13
1.6 Faktorer som kan förebygga uppkomsten av DFD	16
1.7 Syfte och avgränsningar	16
2 Utförande	17
2.1 Litteraturstudie	17
2.2 Analys av insamlad data	17
3 Resultat	19
3.1 Datainsamling från svenska slakterier	19
4 Diskussion	24
5 Slutsats	27
Referenslista	28
Tack	30

Tabellförteckning

- Tabell 1. Faktorer som kan orsaka kronisk stress eller långtidsstress hos nötkreatur, vilket kan öka risken för uppkomsten av DFD. 14
- Tabell 2. Slakt av hon- och handjur varav antalet av respektive kön med tillståndet DFD för slakterierna 4-9, år 2016/2017. Den procentuella andelen är beräknad. 20
- Tabell 3. Den totala slakten uppdelad efter slaktvikt, viktindelning för hon- respektive handjur samt antal slaktkroppar som registrerats med DFD ($pH_{24} > 5.8$). 21

Figurförteckning

Figur 1. Total slakt av hon- och handjur i Sverige från september 2016 till och med augusti 2017 (Jordbruksverket 2017)	10
Figur 2. Årlig förbrukning av nötkött i Sverige i förhållande till den svenska produktionen, importen och exporten mellan åren 1980-2015 (Jordbruksverket 2018, Statistiska centralbyrån 2018).	10
Figur 3. Antal slaktade djur per månad hos slakterierna 4-9 i förhållande till den procentuella förekomsten av DFD.	20
Figur 4. Förekomsten av DFD hos hon- och handjur vid slakteri 4-9 mellan den 1 september 2016 till och med den 31 augusti 2017. Andelen är ett medelvärde för respektive kön.	21
Figur 5. Procentuell förekomst av DFD hos det totala antalet slaktade storboskap i förhållande till dess slaktvikt hos slakterierna 4-9. Uträkningen baseras på data från Tabell 3.	22
Figur 6. Procentuell förekomst av DFD hos hon- och handjur för respektive viktklass hos slakterierna 4-9. Uträkningen baseras på data från Tabell 3.	22
Figur 7. Bearbetad data med den procentuella förekomsten av DFD per månad från slakteri 10 där dokumentation pågått från den 1 februari 2017.	23

Förkortningar

ATP	Adenosintrifosfat
DFD	<i>Dark, Firm and Dry</i> (Mörk, fast och torrt)
LD	<i>Longissimus Dorsi</i> (Ryggbiffen)
PSE	<i>Pale, Soft and Exudative</i> (Blek, mjuk och exsuderande)
SKB	Svensk kullig boskap
SLB	Svensk Holstein/ låglandsboskap
SRB	Svensk röd och vit boskap (svensk rödbrokig boskap)
WHC	<i>Water Holding Capacity</i> (Vattenhållande förmåga)

1 Inledning

Den brunfärgade biffen i köttbiffen ser knappast lockande ut för konsumenten och anses oätlig. Generellt beror färgförändringar i kött på en kemisk förändring i köttets pigment, myoglobin, som oxideras till metmyoglobin vilket gör att köttets färg kan variera från rött till brunt (Warriss 2000, Nylander et al. 2014). Andra faktorer som kan orsaka missfärgningar i köttet och som är direkt kopplade till köttkvalitet är bakterietillväxt på köttets yta eller pH.

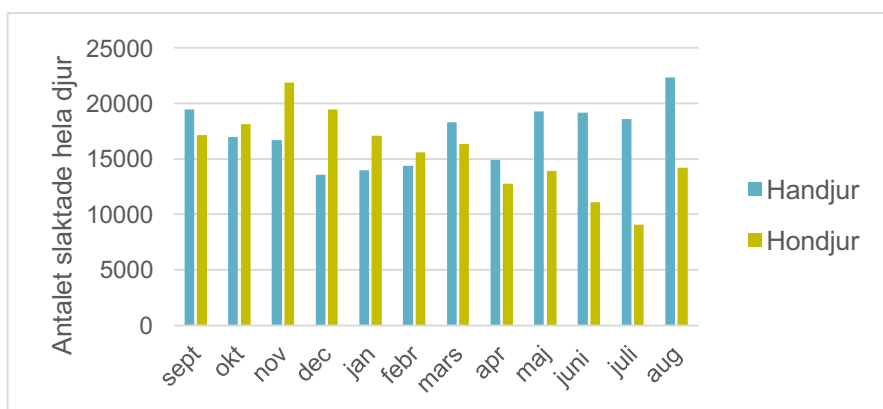
Kvalitetsdefekten som kommer att vara i fokus i denna studie är då köttet blir mörkt, fast och torrt *post mortem*, också känt som *dark, firm and dry* (DFD) eller *dark-cut meat*. Förekomsten i Sverige är relativt låg (Fabiansson et al. 1984) men den ekonomiska förlust som DFD för med sig är trots allt mycket kostsam för kött- och slaktindustrin (Adzitey och Nurul 2011).

1.1 Nötköttsindustrin i Sverige

Den svenska köttproduktionen, enligt branschorganisationerna Svenskt Kött och Växa Sverige, omfattar i huvudsak rasen Charolais följt av Hereford, Simmental, Limousine, Aberdeen Angus, Highland Cattle och Blonde D'Aquitaine (SvensktKött 2017a, VäxaSverige 2017). Till de vanligaste svenska mjölkraserna hör den svenska Holstein/ låg-landsboskap (SLB) och svensk röd och vit boskap (SRB). Svensk kullig boskap (SKB) och svensk Jersey-boskap förekommer i mindre omfattning (Nylander et al. 2014). I Sverige är köttproduktion till stor del en biprodukt av mjölkproduktionen där nästan 60 % av den totala mängden slaktdjur utgjordes av renrasiga mjölkkrasdjur 2013 och de resterande 40 % bestod av köttraser och köttraskorsningar (svenskt Kött u.å.).

Enligt jordbruksverkets statistikdatabas har 393 860 storboskap slaktats i Sverige det senaste året (september 2016- augusti 2017), där 186 530 var hondjur d.v.s. ko,

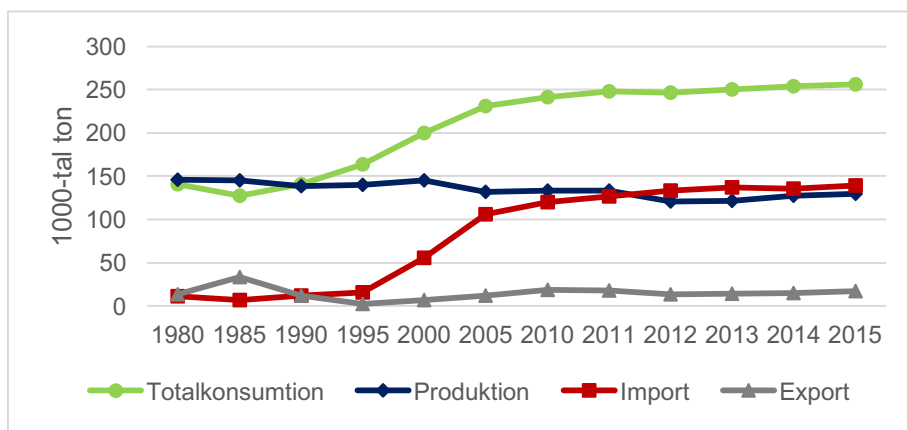
ungko och kviga samt 207 340 var handjur såsom äldre tjur, ungtjur och stut. Total-slakten av hon- och handjur per månad i Sverige redovisas i Figur 1. Kor slaktas i större utsträckning på vår och höst, vilket är orsaken till den högre totalslakten för hondjur månaderna januari fram till mars och oktober till december. En högre slakt av handjur ses för sommarmånaderna maj till och med september då majoriteten av de intensivt uppfödda ungtjurarna är slaktmogna (Lantbrukarnas Riksförbund 2016).



Figur 1. Total slakt av hon- och handjur i Sverige från september 2016 till och med augusti 2017 (Jordbruksverket 2017)

Den högre handjursslakten i augusti kan även ha påverkats av nya bestämmelser kring lösdrift som trädde ikraft den 1 augusti 2017, vilket innebar att stutar och tjurar äldre än 6 månader ej längre fick förekomma uppbundna i stallbyggnaden. (Jordbruksverket 2017a).

Totalkonsumtionen av nötkött i Sverige 2015, d.v.s. summan av den svenska produktionen och importerat kött, uppgick till 254 016 ton vilket visas i Figur 2. Denna volym betecknar mängden kött som är tillgängligt för konsumtion i Sverige



Figur 2. Årlig förbrukning av nötkött i Sverige i förhållande till den svenska produktionen, importen och exporten mellan åren 1980-2015 (Jordbruksverket 2018, Statistiska centralbyrån 2018).

och inkluderar ben, huvud och fett (SvensktKött 2015). En kraftigt stigande totalkonsumtion ses från år 1995 fram till år 2010 då den avstannar för att långsamt fortsätta öka. Importen stegrar efter Sveriges EU-inträde år 1995 från 50 000 ton till en nivå strax under 150 000 ton från år 2011 och framåt.

1.2 Kött och köttkvalitet

När en skelettmuskel skall kontraheras skickas en nervsignal från det centrala nervsystemet till muskeln för att initiera kontraktionen. Själva sammandragningen sker i närvaro av kalcium (Ca^{2+}) samt energirikt adenosintrifosfat (ATP) och resulterar i att de fyra filamentära proteinerna aktin, myosin, troponin och tropomyosin interagerar inuti muskelns minsta byggsten, sarkomeren. Ett stort antal sarkomerer bygger upp en större enhet i muskeln som kallas myofibrill. Cirka 100-200 myofibriller löper längs med varandra och bygger tillsammans upp en muskelfiber. En skelettmuskel består av buntar av muskelfibrer som löper horisontellt längs muskeln och hålls ihop både inter- och intramuskulärt av olika typer av bindväv.

För att en muskel i ett levande djur skall kunna kontraheras krävs energi som kan utvinnas genom oxidativ nedbrytning av fria fettsyror och glukos, som erhålls efter omvandling av fodrets näringsämnen. Vid aeroba förhållanden där syre finns tillgängligt resulterar nedbrytningen i bildandet av ATP, medan en anaerob miljö medför laktat och en mindre mängd ATP som slutprodukt (Greig and Jones 2010, Warriss 2000). I levande djur transporteras laktat till levern via blodet och blir återigen glukos genom glukoneogenes (Warriss 2000).

Efter att ett djur har bedövats, avdödats och avblodats kräver muskeln fortfarande energi. Utan blod kan emellertid inget syre transporteras till muskeln. Detta innebär att muskeln måste initiera anaeroba processer för att producera energi. Muskeln börjar då bryta ner den befintliga energin, i.e. glykogen, till ATP och laktat bildas.

Laktat ansamlas i muskeln, vilket resulterar i en pH-sänkning (Warriss 2000). Hos ett djur som har blivit väl behandlat och inte blivit utsatt för långtidsstress eller stresstimuli 24 h innan slakt, sjunker pH-värdet i slaktkroppen normalt från pH 7.2 till pH \sim 5.5 (Warriss 2000). Slaktkroppens pH-sänkning är essentiell för att en muskel skall bli kött men också för slaktkroppens kvalitet och köttets hållbarhet ur ett mikrobiellt perspektiv. pH-sänkningen minskar risken för bakterietillväxt på slaktkroppens yta och initierar även mörningsprocessen genom att muskelproteiner denatureras (Adzitey och Nurul 2011, Warriss 2000). Dock kan muskler i regionerna kring nacke och axelparti normalt ha ett pH-värde på cirka pH \sim 6 men fortfarande vara av god kvalitet (Adzitey och Nurul 2011). Tidsintervallet för pH-sänkningen

varierar beroende på art men hos nötdjur kan ett slutligt pH efter ca 24 h erhållas, vilket brukar betecknas pH₂₄ (Adzitey och Nurul 2011). Kontrollen av pH-värde kan göras i flera muskler, men mäts oftast mellan det 11:e och 12:e revbenet i *Longissimus dorsi*, i.e. ryggbiffen. Detta eftersom just denna muskel är mest känslig för nedbrytning av glykogen (Perez-Linares et al. 2015, Immonen 2000). Innan pH-mätningen sker en invägning av slaktkroppen och djurets slaktvikt registreras. Uppskattningsvis försvinner cirka 50% av ett storboskaps levandevikt vid slakt (Ahnström-Lundesjö 2011).

Problem uppstår då det inte finns tillräckligt med glykogen i djurets muskler vid slakt tillfället vilket resulterar i att endast en liten andel laktat bildas och ackumuleras i muskeln efter avblodning (Nylander et al. 2014). Detta leder till att pH-sänkningen i slaktkroppen blir ytterst liten vilket medför en kraftig kvalitetssänkning av slaktkroppen. Köttet blir mörkt purpurfärgat, klubbigt på ytan och får en hög vätskehållande förmåga (WHC) vilket resulterar i ett minimalt droppsvinn. Detta kan jämföras med en slaktkropp med ett normalt pH (~5.5) som får en ljus- till klarröd färg, beroende på detalj, och har ett normalt WHC med ett droppsvinn på cirka 3 % (Warriss 2000).

1.3 Köttets sammansättning och näringsinnehåll

Kött består till cirka 75 % av vatten, 20 % protein, 3 % fett, 1 % glykogen samt mineraler och vitaminer. Proteinerna har en hög biotillgänglighet, vilket innebär att de enkelt kan tillgodogöras kroppen efter intag. Järn är ett viktigt mineral som i kött bland annat finns i formen hemjärn vilket innebär att det är uppbundet till pigmentet myoglobin. Hemjärn absorberas lättare i vår tarm, än icke-hemjärn (Warriss 2000, Nylander et al. 2014). Kött bidrar även med mineralerna koppar, zink och selén samt vitaminerna B1, B2, B6, B12, niacin och vitamin A (retinol). Vitaminet B12 förekommer endast i animaliska produkter vilket medför att dessa typer av livsmedel är viktiga för människan. Samtliga essentiella aminosyror som måste tillföras människan via kosten kan erhållas från köttprodukter (Nylander et al. 2014).

Fettinnehållet i kött kan vara relativt högt vilket gör kött till ett kaloritätt livsmedel. Detta anses idag vara ogynnsamt ur hälsosynpunkt (Warriss 2000). Kött från boskap innehåller mer fett än gris- eller kycklingkött eftersom muskeln från nötdjur, i sin helhet, innehåller mer insprängt fett, även kallat marmorering (Nylander et al. 2014).

1.4 Köttkvalitet ur ett producent- och konsumentperspektiv

För producent och köttindustri ligger ett stort fokus på produktkvalitet och livsmedelssäkerhet. Att livsmedel ska vara säkert att konsumera ur ett hygieniskt och toxikologiskt perspektiv är av största vikt. För köttindustrin finns även ett intresse att köttet ska ha en god näringsmässig kvalitet och att produkten lever upp till konsumentens förväntningar (Warriss 2000).

Dagens konsumenter förutsätter att ett livsmedel är säkert. I dagligvaruhandeln kan konsumenten endast göra en sensorisk bedömning av köttprodukten där färg och marmorering är av stor vikt. Efter inköp kan konsumenten ytterligare göra en värdering av köttets lukt, struktur och smak.

Ett av slaktindustrins främsta intressen är att avla fram djur som effektivt kan omvandla foder och ha en snabb tillväxt, vilket i sin tur kan öka slaktutbytet och avkastningen. Dock har detta avelsarbete resulterat i att djuren blivit mer känsliga för stress vilket dessvärre medför kvalitetsdefekter som *pale, soft and exudative* (PSE) och *dark, firm and dry* (DFD) (Adzitey och Nurul 2011).

1.5 Orsaker till uppkomst av kvalitetsdefekter i nötkött

Kvalitetsdefekter har en negativ inverkan för slakterinäringen, då köttutbytet i förhållande till avkastningen minskar, livsmedlets hållbarhet reduceras samt att konsumentens förtroende för säkert kött kan riskeras (Adzitey och Nurul 2011). Den vanligaste kvalitetsdefekten i nötkött är DFD, vilket kan medföra att en fin slaktkropp kan behöva malas ner till charkråvara. Detta orsakar en stor ekonomisk förlust för köttindustrin (Adzitey och Nurul 2011).

En av de mest betydande och kända orsakerna till DFD är kronisk stress eller långtidsstress, såväl fysisk som psykisk (Immonen 2000). Vilket bidrar till en kraftig förbrukning av glykogen i djurets skelettmuskler. Detta medför en otillräcklig mängd av glykogen i musklerna vid slakt tillfället och resulterar i en minimal bildning av laktat vilket ökar risken för uppkomst av DFD i slaktkroppen.

Faktorer som kan orsaka stress hos boskap redovisas i Tabell 1, där både hanteringen av djuren hos producenten, tillvägagångssätt vid slakttransport och på slakteriet exemplifieras. Det har även klarlagts att faktorer som påverkar djurens stressnivåer mycket negativt redan hos lantbrukaren är exempelvis användandet av leveransbox för att underlätta pålastning vid slakthämtning (Malmfors 1990, Persson 2009). Att

ge djuren lågenergifoder vid slutgödningen har också visats sig ha ogynnsam påverkan på djuret och orsakar en högre risk för utveckling av DFD (Immonen et al. 2000b).

Tabell 1. *Faktorer som kan orsaka kronisk stress eller långtidsstress hos nötkreatur, vilket kan öka risken för uppkomsten av DFD.*

Påverkande faktorer	
Hierarkibildning då djur från olika besättningar blandas	(Immonen et al. 2000b)
Foderstat under slutgödning	(Immonen et al. 2000b)
Avsaknad av foder under längre period	(Miller 2007)
Transport till slakteri	(Persson 2009)
Uppstallningsmetod	(Perez-Linares et al. 2015)
Duration som djur står stallade på slakteri	(Perez-Linares et al. 2015)
Slakteriets design av stallet	(Perez-Linares et al. 2015)
Användande av elpåfösare	(Perez-Linares et al. 2015)
Temperaturvariationer beroende på säsong	(Fabiansson et al. 1984, Immonen et al. 2000b, Miller 2007, Perez-Linares et al. 2015)
Användandet av leveransbox	(Malmfors 1990, Persson 2009)

Perez-Linares et al. (2015) studerade hur förekomsten av kvalitetsdefekten påverkades om ändringar gjordes vid hantering av djuren i samband med slakt. Studien inkluderade 572 djur där DFD detekterades på 39 % av dessa. De faktorer som visade sig vara signifikanta för den höga förekomsten av DFD var tiden som djuren stod i stall och väntetiden i drivgång till skjutbox. Parametrar som ej ansågs påverka var luftfuktighet och temperatur vid slakt. Dock poängteras att användandet av el-påfösare måste ses över.

Då medeltemperaturen i Mexiko är cirka 35 °C (Perez-Linares et al. 2015), föreslås att på- och avlastning bör ske på morgonen samt att uppställningstiden ej bör överstiga 4 timmar eftersom temperaturer över 25 °C tros vara stressande för djuren. Även andra studier nämner hur fluktuationer i väderleken kan verka som en stressfaktor (Immonen et al. 2000b, Miller 2007). En temperatur som överstiger 35 °C 24-48 timmar innan slakt eller kallt väder där temperaturen underskrider 0 °C kan resultera i värme- respektive köldstress vilket tenderar att höja risken för utveckling av tillståndet DFD. Enligt Miller (2007) ökar frekvensen av kvalitetsdefekten vanligtvis under de månaderna som väderleken normalt sett växlar mycket, som till exempel under höstmånaderna september och oktober.

Adzitey och Nurul (2011) menar att de studier som har gjorts gällande förekomsten av DFD mellan kön givit paradoxala resultat. Vissa rapporter visar att kvalitetsdefekten är mer vanlig hos stutar och kvigor än hos ungtjurar medan andra studier visar att det inte finns någon skillnad mellan de olika könen. En hypotes som Adzitey och Nurul (2011) talar för är att ungtjurar skulle vara mer vana vid långtidsstress eftersom de har en högre sexualdrift och ett temperamentsfullt lynne. Dessa egenskaper anses trigga förbrukningen av glykogen i muskeln mer frekvent vilket skulle göra dem mer mottagliga för stress och därigenom hjälpa dem att snabbare återhämta sina glykogennivåer.

I en svensk studie (Fabiansson et al. 1984) undersöktes 2686 slaktkroppar varpå den totala DFD-incidensen uppgick till 3,4 %. Resultatet av studien anmärker på att främst slaktkroppar från ungtjurar utvecklade kvalitetsdefekten då frekvensen uppgick till 5,2 %, vilket var dubbelt så högt jämfört med hondjuren, stutar och äldre tjurar. I undersökningen påvisade det också en signifikant skillnad mellan kvigor och kor, där det var större risk för kvigor att utveckla DFD jämfört med de andra hondjuren.

Även ärftliga faktorer spelar en roll i djurens tolerans mot stress då oro och nervositet är egenskaper som kan föras vidare till avkomman (Immonen 2000). Studien nämner också att olika djur ger en individuell respons på ett specifikt stresstimuli,

precis som för människan. Genetiska faktorer är också något som Adzitey och Nurul (2011) diskuterar i sin artikel där de anser att mer fokus bör läggas på avelsarbetet och att således avla fram djur som är mindre känsliga för stress.

1.6 Faktorer som kan förebygga uppkomsten av DFD

Immonen (2000) anser att boskap som fått en högenergidiet, i.e. majsbaserat foder, har resulterat i en signifikant minskning av antal fall av DFD. En högenergidiet anses därför verka preventivt mot kvalitetsdefekten, med förutsättning att den initiala glykogenkoncentration i musklerna inte redan är hög. Ungtjurar och stutar som förbrukat sina glykogendepåer till följd av ett adrenalinpåslag visade sig återhämta sig snabbare på majsbaserat foder. Även foder baserat på råg var överlägset bättre att ge djuren jämfört med hö.

Det har påvisats att tropiska arter (*Bos indicus*) är mindre känsliga för yttre stressfaktorer då de är mer vana vid högre temperaturer. Dock har de sämre tillväxt än tempererade arter (*Bos taurus*) (Adzitey och Nurul 2011, Miller 2007). Samtidigt visar annan forskning en hög förekomst av DFD där korsningen varit 30 % Zebu (*Bos indicus*) x 70 % Europeisk (*Bos taurus*) (Perez-Linares et al. 2015).

1.7 Syfte och avgränsningar

Avsikten med arbetet var att kartlägga förekomsten av DFD i Sverige men även att studera de stressfaktorer som främst ligger till grund för uppkomsten av kvalitetsdefekten. Även faktorer som säkerställer produktkvaliteten presenteras.

Eftersom kvalitetsdefekten DFD förekommer hos många olika djurslag, har denna studie begränsats till att endast undersöka effekten av stress i samband med uppkomsten av DFD hos nötkreatur.

2 Utförande

Studien är indelad i två olika avsnitt. Förutom en litteraturstudie sammanställdes insamlad data från 14 svenska slakterier.

2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien baseras på vetenskapliga, internationella och nationella studier som gjorts inom området slakt- och köttkvalitet. Materialet är insamlat via SLU-bibliotekets tillgängliga databaser Web Of Science, Scopus, böcker i SLU-biblioteket på Ultuna samt examensarbeten från tidigare studenter vid SLU. Även databasen Google Scholar har nyttjats, samt information hämtad från branschorganisationerna Svenskt kött och Växa Sverige. En målsättning var att till största del använda uppdaterad och aktuell litteratur från 2000-talet.

2.2 Analys av insamlad data

Sexton svenska slakterier kontaktades och slaktstatistik erhöles från sju av dessa. Syftet med detta var att försöka få en bild av vilka rutiner som används för detektion av DFD och hur omfattande problem den svenska slakterinäringen har med kvalitetsdefekten i nötkött. För de slakterier som hade dokumenterat förekomsten av kvalitetsdefekten sorterades data efter månad men också efter kön och slaktvikt varpå medelvärde samt procentuell andel DFD beräknades. Detta gjordes för att försöka bedöma om frekvensen av kvalitetsdefekten varierade beroende av säsongsvariationer, kön samt vikt.

Studien omfattade 125 632 slaktade storboskap, varav 60 517 var honor och 65 115 var hanar, från den 1 september 2016 till och med den 31 augusti 2017. Utöver ovanstående slaktade storboskap inkluderades ytterligare ett slakteri separat då

dokumentationen inte var lika utförlig. Total volym hos detta slakteri uppskattades till 14 175 boskap utifrån given styckningsvolym per vecka.

3 Resultat

Svar på datainsamlingen mottogs från 14 av totalt 16 tillfrågade svenska slakterier.

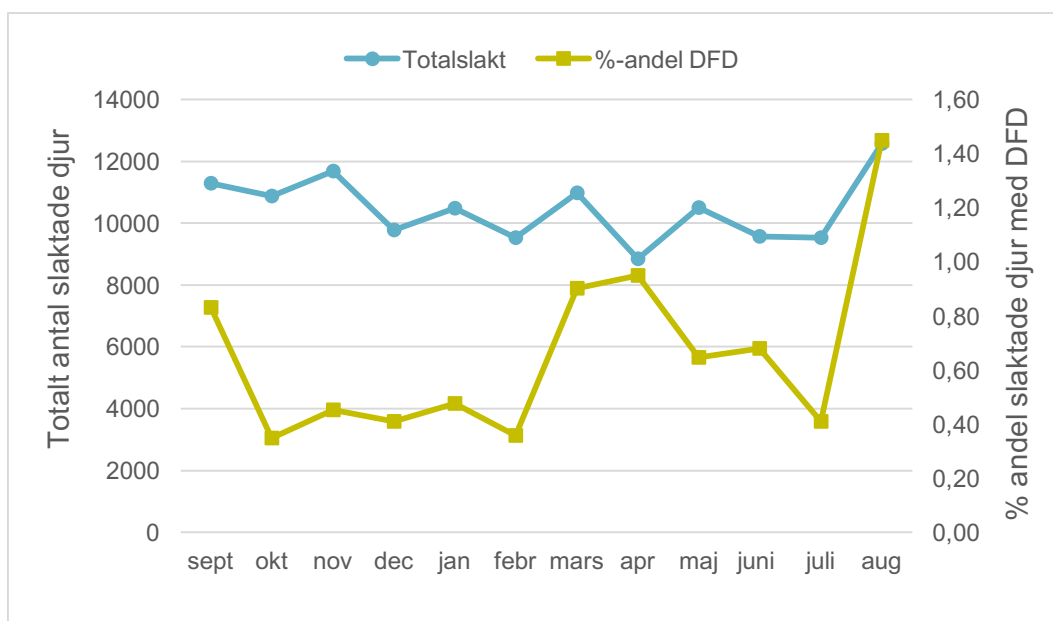
3.1 Datainsamling från svenska slakterier

Slakteri 1 mäter framförallt pH-värde på ungtjurar men har inte haft någon förekomst av DFD under 2017. Vid $\text{pH} > 6,2$ märks slaktkroppen upp och pH mäts återigen på styckningsanläggning. De för ingen dokumentation på individnivå och ej heller på slaktvikt.

Slakteri 2 anser sig ha ett minimalt problem med DFD då de endast registrerade ett 20-tal slaktkroppar med för högt pH under år 2015. Information om hur ofta pH mäts och om det finns rutiner kring pH-mätning delgavs ej. Deras gränsvärde vid mätning är $\text{pH}_{24} \geq 6,2$ och slaktkroppar som överstiger detta värde märks upp och blir färs eller charkråvara.

Slakteri 3 menar att DFD skulle dokumenteras om det upptäcks vid slakt men vilka rutiner eller metoder som implementeras för detektion framkom inte. Ingen DFD har upptäckts på flera år enligt kvalitetsavdelningen på slakteri 3.

På slakterierna 4-9 utförs pH-mätning på samtliga slaktkroppar sedan 1 september 2016 där slaktvikt, kön och ålder noteras om gränsvärdet överskrider $\text{pH}_{24} \geq 5,9$. För perioden 1 september 2016 till och med den 31 augusti 2017 har dessa slakterier slaktat 125 632 vuxna nötkreatur varav 846 slaktkroppar registrerades med tillståndet DFD vilket resulterar i en procentuell förekomst på 0,66 %. En högre procentuell andel ($> 0,80$ %) av kvalitetsdefekten kan urskiljas för månaderna september, mars, april och augusti (Figur 3) medan en lägre incidens ($< 0,70$ %) av DFD observerades för de resterande månaderna.



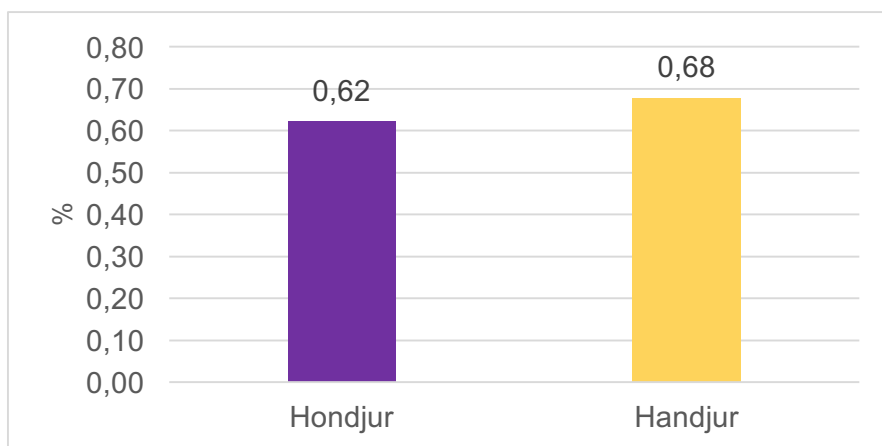
Figur 3. Antal slaktade djur per månad hos slakterierna 4-9 i förhållande till den procentuella förekomsten av DFD.

Totalslakt av hon- och handjur per månad varav antalet slaktkroppar med DFD för respektive kön samt den beräknade förekomsten av kvalitetsdefekten hos slakterierna 4-9 visas i Tabell 2. Incidensen för DFD hos handjuren var högre för månaderna mars (1,03 %), april (1,10 %) och augusti (1,60 %) i jämförelse med de övriga månaderna där frekvensen var lägre ($\leq 0,86$ %). Slaktkropparna av hondjuren uppvisade endast en hög förekomst av DFD för augusti månad på 1,20 % medan de resterande månaderna resulterade i en förekomst $\leq 0,80$ %.

Tabell 2. Slakt av hon- och handjur varav antalet av respektive kön med tillståndet DFD för slakterierna 4-9, år 2016/2017. Den procentuella andelen är beräknad.

Månad	Hondjur			Handjur		
	Totalslakt	Varav DFD	%	Totalslakt	Varav DFD	%
september	5746	46	0,80	5550	48	0,86
oktober	5900	21	0,36	4982	17	0,34
november	6975	45	0,65	4710	8	0,17
december	5805	25	0,43	3971	15	0,38
januari	5697	26	0,46	4787	24	0,50
februari	5047	16	0,32	4483	18	0,40
mars	5049	38	0,75	5920	61	1,03
april	4137	32	0,77	4706	52	1,10
maj	4431	24	0,54	6076	44	0,72
juni	3682	26	0,71	5893	39	0,66
juli	3290	16	0,49	6235	23	0,37
augusti	4758	57	1,20	7802	125	1,60

Beräknat procentuellt medelvärde av defektens incidens för de båda könen redovisas i Figur 4, där 0,62 % av samtliga hondjur slaktade mellan den 1 september 2016 – 31 augusti 2017 hade DFD och 0,68 % av handjuren för samma period.



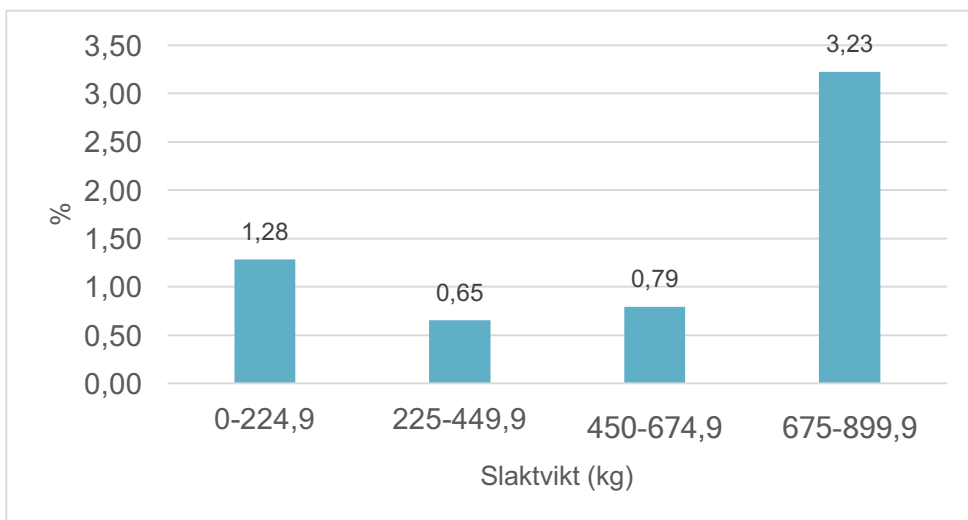
Figur 4. Förekomsten av DFD hos hon- och handjur vid slakteri 4-9 mellan den 1 september 2016 till och med den 31 augusti 2017. Andelen är ett medelvärde för respektive kön.

Resultatet av en slaktviktsindelning för djur slaktade på slakterierna 4-9 (Tabell 3) visar att närmare 95 % av totala antalet slaktade djur vägde mellan 225-449,9 kg. Vidare beräkning visar att 47,5 % av dessa var hondjur och resterande 52,5 % handjur.

Tabell 3. Den totala slakten uppdelad efter slaktvikt, viktindelning för hon- respektive handjur samt antal slaktkroppar som registrerats med DFD ($\text{pH}_{24} > 5.8$).

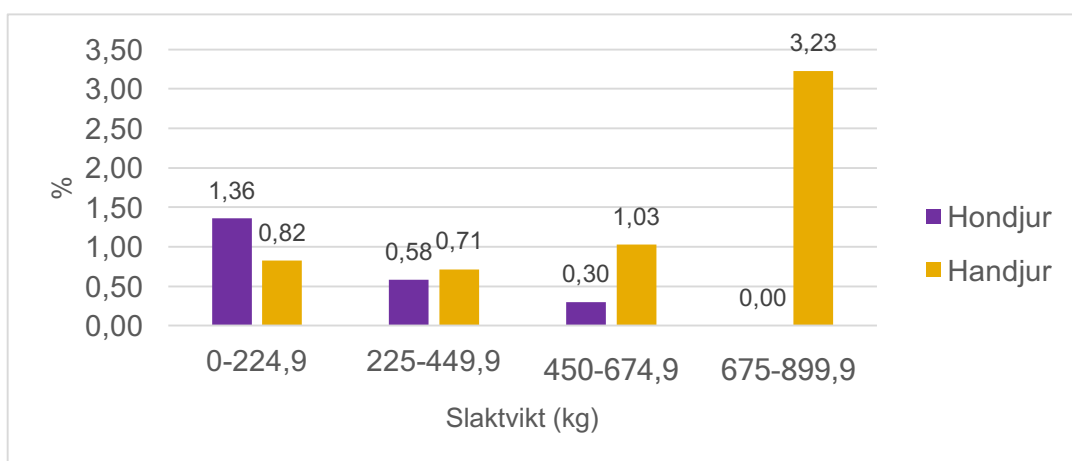
Viktsgrupp (kg)	Total	Antal DFD			
		Hon	Han	Hon	Han
0-224,9	3507	3020	487	41	4
225-449,9	118 918	56 495	62 423	328	446
450-674,9	3145	1002	2143	3	22
675-899,9	62	0	62	0	2

Den procentuella fördelningen av slaktkroppar med DFD mellan olika slaktviktsgrupper (Figur 5) visar att frekvensen av kvalitetsdefekten för slaktade djur med slaktvikten 0-224,9 kg var 1,28 %, viktgrupperna 225-449,9 kg och 450-674,9 kg understeg 0,80 %, medan förekomsten för den allra tyngsta slaktviktsgruppen 675-899,9 kg nådde 3,23 %.



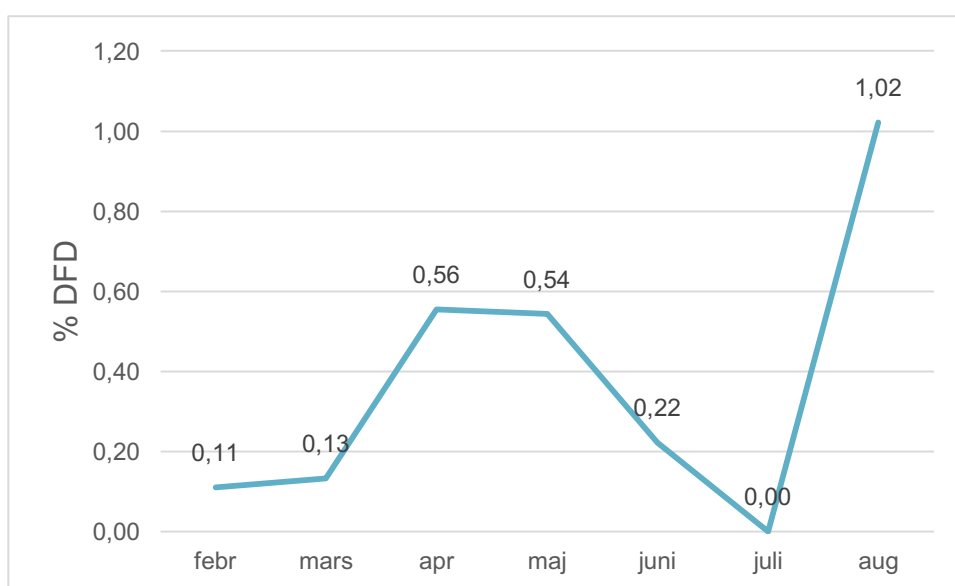
Figur 5. Procentuell förekomst av DFD hos det totala antalet slaktade storboskap i förhållande till dess slaktvikt hos slakterierna 4-9. Uträkningen baseras på data från Tabell 3.

Vidare information kring den procentuella andelen mellan han- och hondjur baserat på slaktvikt (Figur 6) visar att kvalitetsdefekten hos hondjur är av majoritet i slaktviktspannet 0-224,9 kg med en frekvens på 1,36 % jämfört med handjuren där frekvensen var 0,82 %. Hos de övriga viktsgrupperna observeras en högre frekvens hos handjuren från 0,71 % - 3,23 % medan incidensen av DFD hos hondjuren inte överstiger 0,58 %.



Figur 6. Procentuell förekomst av DFD hos hon- och handjur för respektive viktklass hos slakterierna 4-9. Uträkningen baseras på data från Tabell 3.

Slakteri 10 gör pH-mätningar på samtliga slaktkroppar som går till egen styckning sedan februari 2017. Då inga exakta siffror gavs ut uppskattades styckningsvolymen till ≈ 14175 styckade slaktdjur mellan perioden 1 februari 2017 till 31 augusti 2017. Detta resulterade i ett estimerat procentuellt medelvärde av förekomsten DFD på 0,37 %. Figur 7 visar den uppskattade andelen (%) fall av defekten per månad. Månaderna februari till juni visar en relativt låg incidens där antalet fall understiger 0,60 %. För juli månad registrerades inga fall av DFD medan augusti visar en hög procentuell förekomst på 1,02 %. Enligt slakteriets kvalitetsavdelning är den höga incidensen i augusti direkt kopplat till en specifik leverantör. Då ingen dokumentation av varken kön eller slaktvikt för slaktkropparna med DFD har gjorts kan ingen vidare uppdelning utföras.



Figur 7. Bearbetad data med den procentuella förekomsten av DFD per månad från slakteri 10 där dokumentation pågått från den 1 februari 2017.

Slakteri 11–13 mäter pH sporadiskt men ingenting dokumenteras. DFD förekommer men det anses vara direkt kopplat till producent.

Slakteri 14 har även de en låg förekomst av DFD. Dock görs pH-mätning på de styckningsdetaljer som produktionsansvarig misstänker har högt pH, i.e. detaljer som har en avvikande färg och en klabbig yta. Ingen dokumentation görs och slakteriet menar att den stress som uppkommer vid slakttillfället ej påverkar pH₂₄.

4 Diskussion

Olika slakterier har dokumenterat kvalitetsdefekter under olika lång tid, vilket har försvårat arbetet vid sammanställning. Slakterierna 4-9 har dokumenterat i princip likvärdigt, vilket gör deras till den mest jämförbara. Det är således data från dessa slakterier som har varit till största grund för analysen i denna studie. Det är värt att notera att den analyserade informationen representerar cirka 32 % av Sveriges totala slaktvolym för perioden 1 september 2016 till och med 31 augusti 2017.

Den totala förekomsten av DFD för slakterierna 4-9 är väldigt låg (0,66 %) i jämförelse med resultat från tidigare studier där förekomsten beräknats till 3,4 % i Sverige (Fabiansson et al. 1984) och 39 % i Mexico (Perez-Linares et al. 2015). En påverkande faktor till den stora skillnaden i förekomsten av kvalitetsdefekten kan bero på att klimat, raser och lagstiftning kring djurskydd varierar i länderna som studierna utförts i. Fabiansson et al. (1984) menar att när en-boxar i slaktställen sattes i system i Sverige minskade förekomsten av kvalitetsdefekten markant. En teori som kan bekräftas då resultatet från aktuell studie visar en lägre förekomst av DFD jämfört med studien av Fabiansson et al. (1984).

Antalet slaktkroppar med DFD var lågt även hos slakteri 10 (0,37 %). Dock kontrollerades inte pH-värde på samtliga slaktkroppar utan endast de kroppar som gick till egen styckning, vilket kan resultera i ett stort mörkertal. Slakteriet menar att den större andel DFD som förekommer är kopplat till hanteringen hos producenten då djur köpts in från olika besättningar och samlas upp på producentens produktionsplats dagar eller dagen innan slakttransport. I samband med detta blandas djur från olika besättningar vilket resulterar i att en ny hierarkibildning skall ordnas mellan djuren. Detta leder till bråk djuren emellan, vilket orsakar förbrukning av glykogendepåerna i djurens skelettmuskulatur (Adzitey och Nurul 2011).

Vad gäller könsuppdelningen mellan hon- och handjur på slakterierna 4-9 kan man se att fler slaktkroppar från handjur (0,68 %) har kvalitetsdefekten jämfört med hon-

djuren (0,62 %). Även om ingen statistisk analys har gjorts i denna studie överensstämmer resultatet med tidigare studier (Fabiansson et al. 1984), som visar att förekomsten av DFD är vanligare hos handjur än hos hondjur. Anledning till detta kan vara att handjur har ett mer temperamentsfullt och offensivt lynne än hondjur. En konklusion som görs av både Adzitey och Nurul (2011) och Fabiansson et al. (1984) är att man ska hantera framförallt ungtjurar varsamt. Även Miller (2007) talar för att DFD hos ungtjurar är mer vanligt eftersom de har ett aggressivt beteende.

Efter att ha gjort indelning av slaktkropparna efter viktgrupp kan man tydligt se vilken slaktvikt som är efterfrågad av slaktindustrin då majoriteten av de slaktade djuren har en slaktvikt på 225–449,5 kg. En ökad tendens av DFD hos djur med vikten 675–899,9 kg observerades. Emellertid var det endast 62 djur som uppnått en slaktvikt inom detta intervall varav 2 handjur hade kvalitetsdefekten vilket gör det svårt att dra direkta slutsatser. Det skulle kunna bero på att tjurar med slaktvikt inom dessa ramar har en uppskattad levandevikt på 1 350–1 799,8 kg vilket innebär att det är en tung vikt som djuret ska bära upp. Den tunga vikten kan innebära att transporten till slakteriet blir mer påfrestande och stressande, då själva transportfärden kan vara skakig (Persson 2009).

Den könsuppdelning som är gjord för varje viktgrupp visar att andelen handjur med DFD dominerar med undantag för viktgrupp 0–224,9 kg där 1,36% av de slaktade hondjuren registrerats med defekten. En teori kring uppkomsten av den relativt höga incidensen av DFD hos hondjuren i aktuellt viktintervall kan bero på att producenten skickat kvigor som varit brunstiga men som ej blivit dräktiga. Detta stämmer överens med Millers (2007) teori om att brunstiga hondjur är mer stresskänsliga.

Den något förhöjda frekvensen av DFD för månaderna september, mars, april och augusti kan bero på skiftningar i väderlek. Hösten och våren i Sverige är årstider där både temperatur och nederbörd fluktuerar mycket, vilket påverkar djurens stressnivåer negativt (Miller 2007). För mars och april var handjuren de som hade en högre procentuell förekomst av DFD. Orsaken till detta är oklar då flera studier visar att handjur vanligtvis ska vara mer tåliga mot yttre stressfaktorer (Adzitey och Nurul 2011).

Resultatet som åskådliggörs i Figur 3 indikerar att hög belastning på slakterierna inte påverkar förekomsten av kvalitetsdefekten vilket motbevisar teorin om att ett lugnare slaktstall med färre djur skulle medföra en lägre frekvens av DFD (Persson 2009). Orsaken till kvalitetsdefekten är snarare ett resultat av kronisk- eller långtidsstress än stressfaktorer som uppkommer timmar innan slakt (Immonen et al. 2000b, Warriss 2000).

Ett sätt att förebygga DFD och säkerställa produktkvaliteten hos slaktkroppen är att försöka förhindra uppkomsten av stress hos djuren. Detta kan bland annat göras (Immonen 2000, Immonen et al. 2000a) genom att ge djuren majs- eller rågbaserat foder som är rikt på energi vilket har förevisats ge en skyddande effekt mot yttre stressfaktorer.

5 Slutsats

Det är svårt att göra ett konstaterande om vilka faktorer som ger det största stresspåslaget hos storboskap och orsakar uppkomsten av kvalitetsdefekten DFD då de vetenskapliga artiklarna som använts visat motsägande resultat. Samtidigt saknas dokumentation hos en del av de tillfrågade slakterierna och rutinerna kring pH-mätning varierar mellan slakterierna.

Eftersom denna studie har haft ett fokus på hanteringen i samband med slakt kan slakterier vidare undersöka om incidensen av DFD sjunker om djuren som övernatrar på slaktstall får majs- eller rågbaserat foder i stället för hö. Även tiden som djuren står uppstallade innan slakt kan utforskas mer djupgående. Dock bör det understrykas att stressen hos djuren sannolikt uppkommer redan på gårdsnivå eller i samband med slakttransport.

Framtida forskning bör fokusera på faktorer som rör slaktdjurshantering, exempelvis djurtransporter till slakteri och djurens miljö hos producenten veckor eller dagar innan slakttransport.

Referenslista

- 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, 11-20.
- Ahnström-Lundesjö, M. (2011). *Slakt & Styckning* [video]. 17:22 min. Tillgänglig: http://spectare.ucl.slu.se/nlfak/2011/lmv_m_la/slakt&styckning/slakt&styckning.html [2017-09-10].
- Fabiansson, S. & Erichsen, I., Laser Reuterswärd, A. & Malmfors, G. (1984) *The incidence of dark cutting beef in Sweden*. Meat Science, 10, 21-33.
- Greig, C. A. & Jones, D. A. (2010) *Muscle physiology*. Surgery (Oxford), 28, 55-59.
- Immonen, K. 2000. *Bovine muscle glycogen concentration in relation to diet, slaughter and ultimate beef quality*. Diss. In Department of Food Technology, 55. Helsinki: University of Helsinki.
- Immonen, K., Kauffman, R. G, Schaefer, D. M. & Puolanne, E. (2000a) *Glycogen concentrations in bovine longissimus dorsi muscle*. Meat Science, 54, 163-167.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K. & Puolanne, E. (2000b) *Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH*. Meat Science, 55, 25-31.
- Jordbruksverket (2017a). *Stutar och tjurar ska hållas i lösdrift från och med stallsäsongen 2017*. ed. Jordbruksverket. sv.se: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket (2017b). *Slakt av större husdjur vid slakteri*. Tillgänglig: <http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625>.
- (2018a). *Totalkonsumtion. Nötkött, vara med ben*. Tillgänglig: http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Konsumtion%20av%20livsmedel/JO1301K2.px/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625.
- (2018b). *Historisk statistik, kap. 09 Import och export*. Tillgänglig: http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Konsumtion%20av%20livsmedel/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625.
- Lantbrukarnas Riksförbund (2016). *Handlingsplan nöt*. Lantbrukarnas Riksförbund. Tillgänglig: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OO-Z5u5ZY-IJ:https://www.lrf.se/globalassets/dokument/om-lrf/bransch/lrf-kott/notkottsnaringen/handlingsplan-not.pdf+&cd=2&hl=sv&ct=clnk&gl=se> (2016-01-20)

- Malmfors, G. (1990). *Hantering av nötkreatur vid slakt - inverkan på köttkvalitet*. I: K. Lundström, K. & Malmfors, G. (red.), *Köttkvalité hos våra slaktdjur*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, 71-78.
- Miller, M. (2007) *Dark, Firm and Dry Beef*. Centennial: Cattlemen's Beef Board. Tillgänglig: <http://beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/Dark, Firm and Dry Beef.pdf> (last accessed 2017-09-01).
- Nylander, A., Jonsson, L., Marklinder, I. & Nydahl, M. (2014). *Livsmedelsvetenskap*. Lund: Lund: Studentlitteratur.
- Perez-Linares, C., Barreras, A., Sanchez, E., Herrera, B. & Figueroa-Saavedra, F. (2015) *The effect of changing the pre-slaughter handling on bovine cattle DFD meat*. *Revista Mvz Cordoba*, 20, 4688-4697.
- Persson, E. (2009). *DFD hos nöt efter olika hanteringsrutiner i samband med transport till slakteriet*. Uppsala: Uppsala : Sveriges lantbruksuniversitet.
- Statistiska Centralbyrån (2018). *Historisk statistik, import och export av livsmedel*. Tillgänglig: <http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/?rxid=f45f90b6-7345-4877-ba25-9b43e6c6e299>.
- (2018). *Historisk statistik, konsumtion*. Tillgänglig: http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__JO__JO1901__JO1901K/Kap10T02/?rxid=f45f90b6-7345-4877-ba25-9b43e6c6e299.
- Svenskt Kött (u.å.). *Hur mycket kött äter vi?.* Tillgänglig: <http://www.svensktkott.se/om-kott/statistik/#brick-82> [2017-09-15].
- (u.å.). *Köttraser*. Tillgänglig: <http://www.svensktkott.se/om-kott/kott-och-miljo/uppfodning/not/kottraser/> [2017-09-15].
- (u.å.). *Mångfald utmärker svenskt nötkött*. Tillgänglig: <http://www.svensktkott.se/om-kott/kott-och-miljo/uppfodning/not/mangfald-utmärker-svenskt-notkott/> [2017-09-15].
- Växa Sverige (2017). *NAB Svensk köttrasavel i samverkan*. Tillgänglig: <https://www.vxa.se/fakta/avel-pa-djupet/avelsvardering-kottras/nab-nordiska-avelsvarden/> [2017-09-20].
- Warriss, P. D. (2000). *Meat science : an introductory text*. Wallingford: Wallingford : CABI Publishing.

Tack

Ett stort tack till HKScan AB, Skövde Slakteri, Lövsta Kött, KLS Ugglarps, Siljans Chark och Nyhléns Hugoson för att ha fått ta del av dokumenterad data, vilket gett mig möjligheten att utföra denna studie kring förekomsten av kvalitetsdefekter i nötkött.