



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

# Bedövningsmetoder vid slakt av svin: en jämförelse ur djurvälståndsperspektiv

*Johan Wallin*

---

Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2011: 03

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2011

---





Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

## **Bedövningsmetoder vid slakt av svin: en jämförelse ur djurvälståndsperspektiv**

Different methods for stunning pigs at slaughter: a comparison from an animal welfare point of view

*Johan Wallin*

**Handledare:**

Jan Hultgren, SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

**Examinator:**

Mona Fredriksson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

**Omfattning:** 15 hp

**Kurstitel:** Självständigt arbete i veterinärmedicin

**Kurskod:** EX0700

**Program:** Veterinärprogrammet

**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** SLU Uppsala

**Utgivningsår:** 2011

**Omslagsbild:** -

**Serienamn, delnr:** Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2011: 03  
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

**On-line publicering:** <http://epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Argon, koldioxid, elektricitet, bedövning, slakt, välfärd

**Key words:** Argon, carbon dioxide, electricity, stunning, slaughter, welfare



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	1
SUMMARY .....	2
INLEDNING .....	3
Djurvälfärd .....	3
Bedövningsmetoder vid slakt av svin.....	4
Elektricitet .....	4
Koldioxid.....	4
Avgränsningar .....	5
Syfte och frågeställning.....	5
MATERIAL OCH METODER .....	5
LITTERATURÖVERSIKT .....	6
Elektricitet .....	6
Koldioxid.....	7
Alternativa bedövningsmetoder .....	8
DISKUSSION .....	10
För- och nackdelar med elektricitet som bedövningsmetod.....	10
För- och nackdelar med koldioxid som bedövningsmetod .....	10
För- och nackdelar med alternativa bedövningsmetoder .....	11
Perspektiv på djurvälfärd .....	12
Slutsatser .....	13
REFERENSLISTA.....	13

## **SAMMANFATTNING**

Vid kommersiell slakt av svin används idag framför allt två olika metoder; koldioxid (CO<sub>2</sub>) och elektricitet. Båda metoderna har för- och nackdelar ur djurvälståndsperspektiv. Syftet med den här studien är att jämföra olika bedövningsmetoder som används idag för slakt av svin ur ett djurvälståndsperspektiv. Frågeställningarna är 1) Vilka skillnader ur djurvälståndsperspektiv finns det mellan elektricitet och koldioxid som bedövningsmetoder vid slakt av svin? 2) Vilka alternativ finns till dagens bedövningsmetoder? 3) Vilken metod för bedövning vid slakt av svin är att föredra ur djurvälståndsperspektiv?

Arbetet har utförts som en litteraturstudie. Resultaten från studien är inte entydiga utan vilken metod som är bäst varierar från situation till situation. Generellt kan dock sägas att argon verkar medföra bättre djurvälstånd än CO<sub>2</sub> och att elektricitet vid storskalig slakt innebär en intressekonflikt mellan effektivitet och djurvälstånd.

## **SUMMARY**

Stunning of pigs at slaughter constitutes of primarily two methods; carbon dioxide and electricity. Both methods have advantages and disadvantages from an animal welfare point of view. The purpose of this study is to compare different methods of stunning pigs from a welfare point of view. Questions included in the study are 1) What differences are there, from an animal welfare point of view, between CO<sub>2</sub> and electricity as methods for stunning pigs? 2) What alternatives are there to the methods currently in use? 3) Which method for stunning pigs is preferable from an animal welfare point of view?

This report is a literature review. The results of the study are not conclusive; which method is preferred differs between situations. Argon seems better than CO<sub>2</sub> from an animal welfare point of view, and for electricity there is a conflict of interest between slaughter efficiency and animal welfare.

## INLEDNING

Slakt av svin är idag en industriell verksamhet. Äldre tiders gårdsslakt och mindre slakterier har idag bytts ut mot anläggningar med kapacitet att slakta tiotusentals djur varje dag. Allt eftersom metoderna för hur vi bedriver slakt av svin förändras, förändras även kraven på processerna. Både vad gäller lönsamhet, effektivitet, arbetarskydd, krav från konsumenter och djurvälstånd höjs kraven successivt. Kraven på effektivitet och lönsamhet styrs i första hand av företagen inom slakterinäringen medan kraven på djurvälstånd främst styrs genom lagstiftning. Efterlevnaden av lagstiftningen kontrolleras genom inspektioner av kontrollmyndigheter. Svensk lagstiftning styr tillsammans med EU-lagstiftningen hur slakt av svin ska ske i Sverige. I Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2007:77) om slakt och annan avlivning av djur (L 22) fastställs att följande metoder är tillåtna för bedövning av svin: bultpistol, kulvapen, hagelvapen, elektricitet och koldioxid.

## Djurvälfärd

För att kunna diskutera bedövningsmetoder vid slakt av svin ur ett djurvälståndsperspektiv bör man egentligen först definiera vad bra djurvälstånd vid slakt innebär. Är det att djuren bedövas utan obehag och förblir bedövade och smärtfria ända tills de har avlivats/avblodats? Handlar det om att utrymmena på slakteriet ska vara utformade så att svinen frivilligt går igenom lokalerna utan att de behöver drivas på? Har det att göra med att djuren har tillgång till mat och vatten under tiden på slakteriet och att ytor och inredning är anpassade så att djuren kan röra sig fritt och utan risk för att halka eller ramla?

Djurvälfärd kan definieras på många olika sätt. Ett försök att standardisera begreppet djurvälstånd är EU-projektet Welfare Quality (2009). Där standardiseras hur djurvälstånd ska mätas för olika djurslag och för olika tillfällen. För svin är djurvälstånd för suggor, smågrisar och slaktsvin definierad vad gäller djurhållning. När det gäller slakt av svin finns det definitioner för transport och hantering av djuren samt en kategori som benämns *frånvaro av smärta framkallat av handhavande*. Där beskrivs hur djurvälstånd vid bedövning av svin ska bedömas. Bedömningen sker enligt fyra punkter:

1. Korneareflex – Om djuret blinkar eller långsamt stänger ögat när hornhinnan berörs är det ett tecken på en viss grad av medvetande, d v s ofullständig bedövning.
2. Rättningsreflex – Om djuret försöker ställa sig upp eller lyfta huvudet är det ett tecken på en viss grad av medvetande, d v s ofullständig bedövning.
3. Rytmsisk andning – Om djuret andas rytmiskt är det ett tecken på en viss grad av medvetande, d v s ofullständig bedövning. Genom att observera djurets mun och sidor när det ligger ned eller blivit upphängt bedöms om det andas rytmiskt.
4. Vokalisering – Förekomsten och intensiteten av vokalisering används som ett tecken på stress eller smärta hos djuren.

Welfare Quality (2009) bygger på fyra huvudprinciper för att bedöma djurvälstånd när det gäller svin. Huvudprinciperna är *bra utfodring*, *bra djurhållning*, *bra hälsa* och *naturligt beteende*. Till varje huvudprincip finns ett antal kriterier, totalt tolv stycken. För varje



kriterium finns färdiga bedömningsmallar för att fastställa en så standardiserad bedömning som möjligt.

*Bra utfodring* delas upp i två kriterier: 1) frånvaro av ihållande hunger och 2) frånvaro av ihållande törst.

*Bra djurhållning* delas upp i tre kriterier: 1) välbefinnande vid vila 2) termiskt välbefinnande och 3) rörelsefrihet.

*Bra hälsa* delas upp i tre kriterier: 1) frånvaro av skador 2) frånvaro av sjukdom och 3) frånvaro av smärta framkallat av handhavande.

*Naturligt beteende* delas upp i fyra kriterier: 1) uttryckande av sociala beteenden 2) uttryckande av andra beteenden 3) bra människa-djur-relation och 4) positivt känslomässigt tillstånd.

När bedömningen enligt ovan kriterier har gjorts läggs resultaten ihop, utvärderas och en bedömning görs om djurvälferden är *Excellent*, *Enhanced*, *Acceptable* eller *Not classified*. Bedömningen ska enbart göras av utbildad och kompetent personal för att kunna ge en tillräckligt korrekt bild av djurvälferden. Särskilt svårt vid bedövning är att avgöra om djuren uppvisar något av ovanstående beteenden eller om det är biverkningar från bedövningsmetoden. Som exempel på bedömningssvårigheter kan nämnas att den kloniska fasen vid bedövning med elektricitet kan misstas för rättningsreflexer och rytmisk andning eller vokalisering kan misstas för de flämtande andetag som kan ses vid bedövning med CO<sub>2</sub>.

## **Bedövningsmetoder vid slakt av svin**

### ***Elektricitet***

Bedövning med elektricitet kan ske på två principiellt olika sätt. Det ena är att elektroder placeras på vardera sidan av djurets huvud, mellan öra och öga. Elektricitet leds genom elektroderna och djurets hjärna vilket resulterar i omedelbar medvetlöshet genom att ett epileptiskt anfall framkallas hos djuret. Den andra metoden är till en början identisk med den första men skiljer sig genom att en tredje elektrod placeras kaudalt om armbågen på vänster sida av bröstkorgen. Genom den leds det elektricitet cirka en sekund efter att huvudet har elektrifierats. Elektriciteten som leds genom bröstkorgen leder till hjärtstillestånd vilket gör att bedövningen inte längre är reversibel. Eftersom djuren då inte kan vakna upp ur bedövningen är det att föredra från djurvälferdssynpunkt (Velarde et al., 2000). Elektricitet som bedövningsmetod framhålls ofta som ett bättre alternativ än CO<sub>2</sub> eftersom den har en mycket snabbare induktionstid.

### ***Koldioxid***

Bedövning med CO<sub>2</sub> fungerar enligt två olika principer. Den första är hypoxi. Svinen får andas 90 % CO<sub>2</sub> med mycket låga koncentrationer syrgas (O<sub>2</sub>) och förlorar medvetandet på grund av syrebrist. Den andra principen är att den normala syra/bas-balansen i kroppen

påverkas (Dalmau et al., 2010). Framförallt sänks pH i cerebrospinalvätskan från 7,4 till 6,8 vilket leder till medvetslöshet. Ju högre koncentrationer CO<sub>2</sub> desto snabbare induceras medvetslösheten (Raj & Gregory, 1996). Båda mekanismerna måste inte verka samtidigt. Svin som får andas en gasblandning av 80 % CO<sub>2</sub> och 20 % O<sub>2</sub> förlorar medvetandet trots att O<sub>2</sub>-koncentrationen är i det närmaste normal vilket innebär att pH-sänkningen i cerebrospinalvätskan i sig leder till medvetslöshet.

Bedövning med CO<sub>2</sub> är en metod som ökat i popularitet under de senaste 20 åren men som också ifrågasatts från djurvälståndsperspektiv. På slakteriet lastas svinen av och ställs upp i vänthallar. Från vänthallarna drivs de sedan, i mindre grupper, genom ett gångsystem fram till bedövningskammaren. Där får de gå in i en korg och en grind stängs bakom dem. Korgen sänks sedan ned i ett utrymme som är fyllt med CO<sub>2</sub>. Gaskoncentrationen som djuren utsätts för ska enligt L 22 vara minst 70 % CO<sub>2</sub> under minst 140 sekunder, varav minst 90 % CO<sub>2</sub> under minst 60 sekunder. Från det att korgen lämnar ilastningsnivån tills det att den kommer så långt ned i schaktet att CO<sub>2</sub>-nivån är minst 90 % får det ta högst 30 sekunder. Efter genomförd bedövning ska avblodning (avlivning) påbörjas inom max 60 sekunder.

### **Avgränsningar**

Bultning, kulvapen och hagelvapen används inte regelmässigt vid slakt av svin eftersom det är ineffektivt och innebär större risker för både djur och personal än andra bedövningsmetoder. På grund av att dessa metoder inte används annat än som reservmetoder, om den ordinarie bedövningsmetoden skulle falla, eller på enstaka djur, har de inte inkluderats i arbetet.

### **Syfte och frågeställning**

Syftet med denna studie är att jämföra olika bedövningsmetoder som används idag för slakt av svin ur ett djurvälståndsperspektiv. Följande frågeställningar belyses: 1) Vilka skillnader ur djurvälståndsperspektiv finns det mellan elektricitet och koldioxid som bedövningsmetoder vid slakt av svin? 2) Vilka alternativ finns till dagens bedövningsmetoder? 3) Vilken metod för bedövning vid slakt av svin är att föredra ur ett djurvälståndsperspektiv?

## **MATERIAL OCH METODER**

Arbetet är en litteraturstudie. Litteratursökningen har gjorts i två databaser; *Pubmed* och *ISI Web of Knowledge*. Sökningarna har gjorts på "Topic" med ((pig OR pigs OR swine OR porcine) AND stunning) som sökord. För att begränsa resultatet har allt som inte är artiklar, allt som inte är på engelska och allt som inte handlar om veterinärmedicin filterats bort. Allt eftersom användbara artiklar hittades modifierades sökorden genom att lägga till "welfare" eller "argon". De artiklar som sökningarna genererade har sedan granskats manuellt för att se om de faller inom ämnesområdet. De artiklar som inte gjorde det har sållats bort och bland de som gjorde det har referenslistorna granskats för att eventuellt hitta fler artiklar.

En artikel har ett avvikande ursprung än som ovan beskrivits. Kaye J., et al. (2004) söktes fram i *ISI Web of Knowledge* genom att söka på (human AND CO<sub>2</sub> AND aversion) och sedan sålla bland träffarna.

## LITTERATURÖVERSIKT

### Elektricitet

I en studie från Spanien jämfördes elektricitet som bedövningsmetod med CO<sub>2</sub> som bedövningsmetod (Velarde et al., 2000). Fyra slakterier ingick i studien och två av dem (A och B) använde elektricitet som bedövningsmetod. I studien visades att det fanns skillnader mellan bedövningsmetoderna (Tabell 1) men att det även fanns skillnader i hur metoderna utfördes vid de olika slakterierna. Den föreskrivna strömstyrkan för elektrisk bedövning av svin är i Sverige 1,25 A. I studien överskreds den i Sverige föreskrivna strömstyrkan vid båda slakterierna. Under studien placerades två elektroder mot varsin sida av huvudet under 2,3–2,4 sekunder. Efter ca en sekund placerades ytterligare en elektrod mot kroppen på djuret för att på så sätt orsaka ett hjärtstillestånd.

Tabell 1. Data insamlat från två spanska slakterier där elektricitet användes som bedövningsmetod i samband med slakt av svin (Velarde et al., 2000)

	Slakteri A (n=2977)	Slakteri B (n=2930)
Strömstyrka genom huvudet, medelvärde (A)	1,9	2,5
Strömstyrka genom kroppen, medelvärde (A)	1,2	1,6
Andel djur med felplacerade elektroder på huvudet (%)	13,3	14,1
Andel djur med felplacerade elektroder på kroppen (%)	9,1	9,8
Andel djur med avsaknad av tonisk/klonisk fas (%)	1,4	1,1
Andel djur responsiva för smärta (%)	0,9	0,3
Andel djur som uppvisar rättningsreflex (%)	0	0

I USA gjordes en studie på sex slakterier som av någon anledning fått nedslag på djurvälferden (Grandin, 2001). Det visade sig att alla använde samma bedövningssystem, elektricitet i kombination med ett fixeringssystem av typen "V-restrainer" samt manuell applicering av elektroderna. En elektrod placerades på huvudet och en elektrod på ryggen för att åstadkomma både medvetlöshet och hjärtstillestånd. Grandin påvisade att de två viktigaste faktorerna för att uppnå en omedelbar medvetlöshet var att strömstyrkan måste vara tillräckligt kraftig samt att elektroderna placerades korrekt. Vid ett av slakterierna, som slaktade suggor, var resultaten vad gäller lyckade bedövningar nedslående. Problemet bestod i att strömstyrkan var anpassad för slaktsvin med en medelvikt av cirka 100 kg. Suggorna vägde betydligt mer än så varför kraftigare strömstyrka krävdes för att uppnå en tillräcklig bedövning. Genom att korrigera strömstyrkan, modifiera bedövningsutrustningen samt förbättra ergonomin för personalen som skötte bedövningsutrustningen lyckades slakterierna förbättra sina resultat vad gäller lyckade bedövningar.

Anil & McInstry (1998) visade i ett försök att placeringen av bedövningselektroderna spelar roll. Jämfört med den optimala placeringen, på var sida av huvudet mellan ögon och öron, är vissa positioner helt förkastliga från djurskyddssynpunkt. Andra placeringar ger samma resultat som den optimala placeringen, förutsatt att strömstyrkan är tillräckligt hög. Nackdelar

med att använda hög strömstyrka är att det ger kraftigare konvulsioner med påföljande högre risk för frakturer, blödningar i vävnaderna samt PSE (Pale Soft Exsudative) vilket ger en kvalitetsänkning av köttet.

Becerril-Herrera et al. (2008) gjorde en studie som visade att en högre andel djur inte bedövas korrekt med elektricitet än för CO<sub>2</sub>. Det är en högre andel djur som drabbas av skador, frakturer och blödningar i samband med elektrisk bedövning än för CO<sub>2</sub>. Förutom nackdelar ur ett djurvälståndsperspektiv är det även en markant högre risk för kvalitetsförsämringar av köttet, t ex PSE.



*Bild 1. Placering av elektroderna vid elektrisk bedövning av gris*

### **Koldioxid**

Kaye et al (2004) undersökte negativa effekter av CO<sub>2</sub> på människor. Av totalt nio deltagare i studien kunde fem inte dra ett helt andetag av en gasblandning innehållande 50 % luft och 50 % CO<sub>2</sub>. Även vid lägre koncentrationer av CO<sub>2</sub>, 25 % och 35 %, observerades en markant ökning av negativa effekter jämfört med endast 5 % CO<sub>2</sub>. Exempel på negativa effekter som observerades var ångest, rädsla, andnöd, koncentrationssvårigheter, yrsel, svullningar och dimmig syn. De negativa effekterna var dessutom dosberoende och blev värre ju högre koncentration av CO<sub>2</sub> som användes.

Koncentration och tidsrelaterade faktorer inverkan på djurvälståndet undersöktes av Nowak et al. (2006) (Tabell 2). En koncentration av 80 % CO<sub>2</sub> jämfördes med 90 % CO<sub>2</sub> vid 70 respektive 100 sekunders exponering samt vid tider från bedövning till avblodning på antingen 25-35 eller 40-50 sekunder. Acceptabla resultat för 80 % CO<sub>2</sub> sågs endast i kombination med 100 sekunders exponering och tider till avblodning på 25-35 sekunder. För 90 % CO<sub>2</sub> var resultaten liknande förutom att tider till avblodning på 40-50 sekunder även gav acceptabla resultat. Ytterligare ett resultat av undersökningen var att köttkvaliteten var mycket bättre hos djur som bedövats med 90 % CO<sub>2</sub> än hos dem som bedövats med 80 % CO<sub>2</sub>.

Tabell 2. Kliniska tecken på otillräcklig bedövning vid olika gasblandningar, exponeringar och bedövnings – avblodningsintervall i samband med slakt av svin (Nowak et al, 2006)

	70 s exponering	100 s exponering	
		25-35 s stun-stick	40-50 s stun-stick
Andel djur responsiva för smärta vid 80 % CO <sub>2</sub> (%)	8,7	0	29,1
Andel djur responsiva för smärta vid 90 % CO <sub>2</sub> (%)	0	0	0
Andel djur med korneareflex vid 80 % CO <sub>2</sub> (%)	38	40	66,3
Andel djur med korneareflex vid 90 % CO <sub>2</sub> (%)	11	12	5,9

Velarde et al. (2000) undersökte effektiviteten vid spanska slakterier. I studien jämfördes två slakterier (A och B) som använde elektricitet som bedövningsmetod med två slakterier (C och D) som använde CO<sub>2</sub> som bedövningsmetod. Det fanns skillnader mellan slakteri C och D. (Tabell 3) Medelkoncentration CO<sub>2</sub> för de båda slakterierna var 83 %.

Tabell 3. Data insamlat från två spanska slakterier där CO<sub>2</sub> användes som bedövningsmetod i samband med slakt av svin (Velarde et al., 2000)

	Slakteri C (n=1684)	Slakteri D (n=2863)
Total tid exponerad för CO <sub>2</sub> (s)	103 (0,7) <sup>1</sup>	92 (0,4)
Tid från bedövning till avblodning (s)	43 (5)	58 (10)
Andel djur responsiva för smärta (%)	3,7	42,8
Andel djur med rättningreflex (%)	12,8	33,3

<sup>1</sup> Medelvärden samt inom parentes standardavvikelse

### Alternativa bedövningsmetoder

Alternativa gasblandningar till ren CO<sub>2</sub> undersöktes för att eliminera de negativa effekterna av ren CO<sub>2</sub>, men ändå försöka ha kvar de positiva effekterna (Dalmau et al, 2010). De olika gasblandningar som undersöktes var 90 % argon, 70 % N<sub>2</sub>/30 % CO<sub>2</sub>, och 85 % N<sub>2</sub>/15 % CO<sub>2</sub>. I studien utsattes svin för upprepade exponeringar av de olika gasblandningarna och hur de reagerade mättes enligt ett antal parametrar. Vid samtliga gasblandningar visade svinen aversion mot att gå in i bedövningskorgen, dock var reaktionerna mildast vad gäller argon. En nackdel med argon var att det tog längre tid för induktionen av bedövningen jämfört med de gasblandningar som innehöll N<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>.

Raj & Gregory (1996) gjorde en jämförelse mellan olika gasblandningar. Utifrån hur svinen reagerade på gasblandningarna gjordes en subjektiv bedömning av deras reaktioner. (Tabell 4) Vid datainsamlingen användes ”respirationspoäng” som graderades enligt: 1 = mild hyperventilation, 2 = moderat hyperventilation och 3 = kraftig hyperventilation

Tabell 4. Data från försök med olika gasblandningar. Raj & Gregory (1996)

	Förlust av kroppskontroll (sekunder)	Tid till högljudd andning (sekunder)	Respirationspoäng	Flyktförsök
Luft (kontroll)	Inträffade inte	10 (7,0) <sup>2</sup>	0,4 (0,3) <sup>3</sup>	0 av 59
40 % CO <sub>2</sub>	38	8 (1,7)	2,4 (0,3)	5 av 5
50 % CO <sub>2</sub>	34 (8,5)	6 (1,5)	2,3 (0,7)	3 av 4
60 % CO <sub>2</sub>	25 (2,3)	5 (0,8)	2,1 (0,3)	4 av 5
70 % CO <sub>2</sub>	17 (3,8)	3 (1,9)	1,9 (0,8)	2 av 5
80 % CO <sub>2</sub>	22 (6,4)	6 (2,6)	2,1 (0,2)	0 av 5
90 % CO <sub>2</sub>	15 (3,3)	3 (1,4)	2,4 (0,1)	0 av 5
90 % argon med 2 % O <sub>2</sub>	35 (12,7)	5 (4,1)	0,6 (0,6)	0 av 5
90 % argon med 5 % O <sub>2</sub>	Inträffade inte	15 (8,7)	1,1 (0,6)	0 av 5
30 % CO <sub>2</sub> och argon med 2 % O <sub>2</sub>	24 (7,8)	6 (2,2)	1,8 (0,7)	0 av 5
30 % CO <sub>2</sub> och argon med 5 % O <sub>2</sub>	47 (10,8)	7 (3,5)	2,6 (0,2)	0 av 5
40 % CO <sub>2</sub> och argon med 2 % O <sub>2</sub>	25 (2,8)	7 (2,7)	2,4 (0,4)	1 av 5
40 % CO <sub>2</sub> och argon med 5 % O <sub>2</sub>	32 (9,8)	9 (2,9)	2,2 (0,6)	1 av 5

<sup>1</sup> Medelvärden samt inom parantes standardavvikelser

<sup>2</sup> Respirationspoäng: 1=mild hyperventilation, 2=moderat hyperventilation och 3=kraftig hyperventilation.

Raj & Gregory (1995) undersökte hur villiga svin var att utsätta sig för olika gasblandningar (90 % argon, 30 % CO<sub>2</sub> och 90 % CO<sub>2</sub>) för att få en belöning i form av äpplen. Alla svinen accepterade att utsättas för 90 % argon i utbyte mot äpplena, de flesta svinen accepterade även 30 % CO<sub>2</sub> i utbyte mot äpplena medan de flesta svinen inte var beredda att utsätta sig för 90 % CO<sub>2</sub>. Efter att de svultits i 24 timmar ville de flesta svinen fortfarande inte utsätta sig för 90 % CO<sub>2</sub>.

I en annan studie tittade forskarna på tre gasblandningar för bedövning av svin; 90 % argon, 30 % CO<sub>2</sub> och 60 % argon och 80-90 % CO<sub>2</sub>, samtliga med 2 % O<sub>2</sub> i gasblandningen (Raj et al., 1997). Jämförelsen gjordes med hjälp av elektroder som opererades in i hjärnorna på svinen. Resultaten visade att 90 % argon gav en snabbare förlust av ”somatosensory evoked potentials” (SEP), vilket tyder på framkallad medvetlöshet, jämfört med 30 % CO<sub>2</sub>/60 % argon och 90 % CO<sub>2</sub>. Tiderna till förlust av SEP var 15,3, 16,6 respektive 21,2 sekunder för det tre metoderna. Svinens hjärnaktivitet mättes med hjälp av elektrokortikogram (ECoG) och

90 % CO<sub>2</sub> gav den snabbaste dämpningen av mätresultaten följt av 30 % CO<sub>2</sub>/60 % argon. 90 % argon gav inte samma dämpning som CO<sub>2</sub>-gasblandningarna.

## **DISKUSSION**

De olika bedövningsmetoder som presenterats i de olika studierna har olika för- och nackdelar beroende på ur vilket perspektiv man ser dem. Inte heller ur ett djurvälståndsperspektiv är resultaten entydiga.

### **För- och nackdelar med elektricitet som bedövningsmetod**

Att använda elektricitet som bedövningsmetod vid slakt av svin har framförallt en stor fördel: induktionen av medvetlöshet är omedelbar. Andra fördelar är att, om djuren inte märker något, stressas de inte av ljud, lukter eller synintryck från elektroderna. Det finns också nackdelar med elektricitet som bedövningsmetod. Endast ett djur kan bedövas åt gången. Svin är flockdjur och mår bra av att gå tillsammans. För att kunna bedöva svin i stor skala behövs ofta någon form av fixering eller transportband för att processen ska bli effektiv, vilket kan vara stressande för djuren. Faktorer som spelar roll vid elektrisk bedövning är hur elektroderna placeras, strömstyrkan, kontaktytan mot huden, om elektroderna hanteras manuellt eller om det är automatiserat, personalens utbildningsnivå och erfarenhet samt arbetsplatsens utformning.

I den studie som Grandin (2001) gjorde på sex amerikanska slakterier användes endast två elektroder, en mot huvudet på djuret och en mot kroppen. I den spanska studien (Velarde et al., 2000) användes en metod där djuret först bedövades med två elektroder, en på var sida av huvudet. Efter ca en sekund applicerades en tredje elektrod mot kroppen som framkallade hjärtstillestånd hos djuret. Flera alternativa för elektrodplaceringar undersöktes av Anil & McInstry (1998). De visade att det finns flera tänkbara positioner att placera elektroderna som ger resultat likvärdiga med applicering mellan öga och öra.

Elektricitet som bedövningsmetod är inte helt felfri, den är behäftad med problem såsom för liten bedövningsgrad, för kort bedövningslängd, misslyckad induktion, frakturer i samband med den kloniska fasen samt blödningar och en relativt hög andel slaktkroppar med PSE. Det framkommer inte i litteraturen om den höga andelen PSE beror på stress av djuren eller om förändringarna kan bero på elektricitet genom vävnaderna. För att minska de negativa effekterna finns det några åtgärder som kan vidtas. Genom att öka strömstyrkan minskas känsligheten för fel som felaktig elektrodplacering, dålig kontaktyta och individuella skillnader mellan djuren. Utbildning av personalen som handhar elektroderna samt en ergonomisk anpassning av arbetsplatsen efter deras individuella behov minskar risken för felaktiga elektrodplaceringar och dålig kontaktyta.

### **För- och nackdelar med koldioxid som bedövningsmetod**

Istället för elektricitet används ofta koldioxid för bedövning av svinen. Fördelar med CO<sub>2</sub> är att djuren kan gå till bedövningskammaren och in i den tillsammans med artfränder vilket verkar lugnande på djuren. När det gäller nackdelar med CO<sub>2</sub> är det den långa

induktionstiden, djurens aversion mot gasens lukt och gasens fysiologiska egenskaper (den styr respirationen) som är viktigast. Om man jämför CO<sub>2</sub> med elektricitet som bedövningsmetod vad gäller frekvensen slaktkroppar med PSE så är den mycket lägre för CO<sub>2</sub>. Studier av Velarde et al. (2007) visade på väldigt dåliga bedövningsresultat vid slakterier som använde CO<sub>2</sub> som bedövningsmetod jämfört med de slakterier som bedövade med elektricitet. Om parametrarna som användes vid slakterierna jämförs med svensk lagstiftning kan följande slutsatser dras:

- Strömstyrkan som användes vid slakteri A (1,9 A) och B (2,5 A) överskred med god marginal lägsta föreskrivna strömstyrka i Sverige (1,25 A).
- Tiden som svinen tillbringade nedsänkta i CO<sub>2</sub> vid slakteri C (103 s) och slakteri D (92 s) nådde inte upp till det i Sverige lagstadgade kravet (140 s).
- Tiden från avslutad bedövning till avblodning vid slakteri D ( $58 \pm 10$  s) var precis på gränsen för vad svensk lagstiftning tillåter (60 s), Om standardavvikelsen tas i beaktande erhöles en hög andel djur som inte avblodas inom det lagstadgade intervallet.

Den högre strömstyrka som användes vid slakteri A och B kan vara en orsak till de markanta skillnader som syntes i studien. En annan orsak kan vara den otillfredsställande tid som svinen vid slakteri C och D var nedsänkta i CO<sub>2</sub>. De usla bedövningsresultaten vid slakteri D kan dessutom ha förvärrats av det långa intervallet från bedövning till avblodning.

### **För- och nackdelar med alternativa bedövningsmetoder**

Som alternativ till gasbedövning med endast CO<sub>2</sub> har det gjorts försök med andra gaser/gasblandningar. I de aktuella artiklarna rör det sig om argon, CO<sub>2</sub>/argon samt CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Forskningen har syftat till att få fram en gasblandning som tar tillvara de positiva egenskaperna med gas som bedövningsmetod men utan de negativa verkningarna av CO<sub>2</sub>.

Fördelar med argon är att svin inte visar samma aversion mot argon som mot CO<sub>2</sub> samt att argon inte påverkar respirationen på samma sätt som CO<sub>2</sub>. Nackdelar med argon är främst att det endast verkar genom hypoxi och inte påverkar pH i cerebrospinalvätskan. Det gör att metoden är mer känslig för rubbningar i gassammansättningen vilket kan leda till otillräcklig bedövningsgrad eller att bedövningen inte håller i sig länge nog. Det visades i studien av Raj & Gregory (1996) där 90 % argon och 5 % O<sub>2</sub> inte var tillräckligt för att svinen skulle tappa medvetandet. En annan nackdel med argon, dock inte från djurvälståndssynpunkt, är kostnaden. Argon är mycket dyrare än CO<sub>2</sub> både vad gäller investeringar och drift.

Gasblandningar med N<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> visade sig inte ge några större vinster vad gäller djurvälstånd. Svinens aversion mot CO<sub>2</sub> fanns kvar och induktionen tog dessutom längre tid ju lägre koncentration CO<sub>2</sub> som användes. Frågan är dock hur lidande ska värderas.

Tre studier lider av låg statistisk styrka, vilket begränsar deras möjlighet att påvisa skillnader mellan de jämförda metoderna. Raj & Gregory (1996) undersökte 12 olika gasblandningar med endast 4-5 djur i varje kategori. Raj et al. (1997) jämförde tre gasblandningar med varandra och hade 12 djur i varje kategori.



## Perspektiv på djurvälstånd

Förutom induktionstiden beror graden av djurvälstånd vid bedövning av svin inför slakt på graden av lidande och kvalitativa skillnader på ett antal andra faktorer. Det finns skillnader i hur svinen hålls på slakteriet, hur de drivs fram till bedövningstället och om de fixeras före bedövningen eller inte. Svin som får gå tillsammans genom slakteriet blir mindre stressade än djur som får gå ensamma. Svin som föses fram i trånga utrymmen stressas mer än svin som kan röra sig både framåt och sidledes. Svin som utsätts för elstötar från ”elektriska påfösare” blir snabbt mycket stressade. Svin som inte är stressade är mer benägna att gå framåt i ett labryntsystem, speciellt om det utformats så att djuren drivs av sin egen nyfikenhet. Det finns med andra ord många faktorer att ta hänsyn till vid utformandet av ett slakteri.

De slakterier som är i drift idag har troligtvis inte byggts med fokus på djurvälstånd utan snarare för att maximera effektiviteten, främja arbetsmiljön för personalen, vara så billigt i investerings- och driftskostnader som möjligt samt tillgodose minimikraven för djurskydd som återfinns i lagstiftningen. Om slakterier istället hade byggts med större hänsyn till djuren kunde vi ha haft slakterier med högre djurvälstånd, bättre arbetsmiljö för personalen (både psykiskt, ljudmässigt och arbetsskademässigt), bättre köttkvalitet till följd av lugnare djur samt god marginal till den gällande djurskyddslagstiftningen istället för att ligga på gränsen för vad som är lagligt.

Vilken är då den bästa metoden, från djurvälståndssynpunkt, för att bedöva svin inför slakt? För att besvara frågan måste vi beakta många olika faktorer samt göra en värdering av hur de faktorerna ska värderas i relation till varandra. Vi behöver bättre och mer standardiserade metoder för att mäta lidande, stress och andra parametrar för djurvälstånd. Att göra ett ställningstagande angående vilken av de metoder som är bäst idag kräver en värdering av alla faktorer. Ekvationen försvåras ytterligare av andra intressen som ska tillgodoses vid beslutet: arbetsmiljöfrågor, effektivitet, ekonomi och internationella standarder, för att nämna några. Dessutom är det långt ifrån säkert att de metoder för bedövning som är aktuella idag kommer att vara aktuella i framtiden.

För att avgöra vilken bedövningsslagmetod som är bäst måste frågan sättas in i ett större sammanhang. Beroende på i vilken omfattning slakten bedrivs och hur pass väl lämpade lokaler och maskinell utrustning är kan ”bäst” metod variera. Vid ett mindre slakteri med lägre produktionstakt kan elektrisk bedövning med manuell hantering vara det bästa alternativet. Där kan svinen gå i lugn takt genom slakteriet för att sedan bedövas utan att de märker något. Stressen under hanteringen minimeras samtidigt som bedövningen induceras omedelbart.

Vid större slakterier med högre produktionstakt ställs högre krav på att bedövningen ska gå snabbt. Dessutom får det inte bli uppehåll i drivningen av svinen utan de måste hela tiden drivas framåt, mot bedövningen. Högre produktionskrav är i det här fallet lika med större djurvälståndproblem och högre krav på hur djuren hanteras och hur de bedövas. Att djuren drivs framåt i forcerad takt för att därefter fixeras och transporteras på ett löpande band fram

till bedövning och avblodning är ett problem. Att då kunna använda sig av en metod som gasbedövning är ett sätt att tillgodose kraven från både produktion och djurvälstånd.

Har vi då nått så långt som vi kan när det gäller bedövning av svin? Förhoppningsvis inte. Det behövs mer forskning inom området för att utveckla bättre bedövningsmetoder. Dessutom måste byggandet av nya slakterier bli mer intimt förknippat med djurvälstånd och forskning så att nya slakterianläggningar blir mer anpassade efter djurens behov.

## Slutsatser

Koldioxid är billigt och fungerar bra i produktionshänseende, men lämnar en del att önska när det gäller djurvälstånd. Som alternativ till ren CO<sub>2</sub> kan man använda ren argon, argon blandat med CO<sub>2</sub> eller blandningar av CO<sub>2</sub> och N<sub>2</sub>. Metoderna har fördelar jämfört med ren CO<sub>2</sub> men även nackdelar.

Om tillförlitligheten för ren argon kan säkerställas framstår den metoden är som mest lämplig för bedövning av svin i stor skala. Kan tillförlitligheten däremot inte garanteras framstår ren CO<sub>2</sub> som det näst bästa alternativet.

Elektricitet är en bra metod för slakt i mindre skala, men när produktionens krav ökar sker det på bekostnad av djurvälstånden. Den storskaliga bedövningen med elektricitet är förknippad med för många negativa faktorer för att vara tillfredsställande.

## REFERENSLISTA

- Anil M. H. & McInstry J. L. (1998). Variations in electrical stunning tong placement and relative consequences in slaughter pigs. *The Veterinary journal*, 155, 85-90.
- Becerril-Herrera M., Alonso-Spilsbury M., Lemus-Flores C., Guerrero-Legarreta I., Olmos-Hernández A., Ramírez-Necoechea R. & Mota-Rojas D. (2009). CO<sub>2</sub> stunning may compromise swine welfare compared with electrical stunning. *Meat Science*, 81, 233-237.
- Dalmau A., Rodriguez P., Llonch P. & Velarde A. (2010). Stunning pigs with different gas mixtures: aversion in pigs. *Animal Welfare*, 19, 325-333.
- Grandin T. (2001). Solving return-to-sensibility problems after electrical stunning in commercial pork slaughter plants. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 219.
- Jongman E. C., Barnett J. L. & Hemsworth P. H. (2000). The aversiveness of carbon dioxide stunning in pigs and a comparison of the CO<sub>2</sub> stunner crate vs. the V-restrainer. *Applied Animal Behaviour Science*, 67, 67-76.
- Kaye J., Buchanan F., Kendrick A., Lowry C., Bailey J., Nutt D. & Lightman S. (2004). Acute carbon dioxide exposure in healthy adults: evaluation of a novel means of investigating the stress response. *Journal of Neuroendocrinology*, 16, 256-264.
- Nowak B., Mueffling T. V. & Hartung J. (2006). Effect of different carbon dioxide concentrations and exposure times in stunning of slaughter pigs: Impact on animal welfare and meat quality. *Meat science*, 75, 290-298.

- Raj A. B. M. & Gregory N. G. (1995). Welfare implications of gas stunning of pigs 1. Determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon. *Animal Welfare*, 4, 273-280.
- Raj A. B. M. & Gregory N. G. (1996). Welfare implications of gas stunning of pigs 2. Stress of induction of anaesthesia. *Animal Welfare*, 5, 71-78.
- Raj A. B. M., Johnsson S. P., Wotton S. B. & McInstry J. L. (1997). Welfare implications of gas stunning pigs: 3. The time to loss of somatosensory evoked potentials and spontaneous electrocorticogram of pigs during exposure to gases. *The veterinary journal*, 153, 329-340.
- Velarde A., Gispert M., Faucitano L., Manteca X. & Diestre A. (2000). Survey of the effectiveness of stunning procedures in Spanish pig abattoirs. *The Veterinary Record*, 146, 65-68.
- Welfare Quality (2009). Welfare Quality assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Welfare Quality Consortium, Lelystad, Netherlands.