

Rapport

Utredning om CO₂-bedøving av gris

Vonne Lund

Til Mattilsynet
Fra Veterinærinstituttet
Dato 10.11.2005



Veterinærinstituttet
National Veterinary Institute

Bakgrunn

Elektrisk bedøvelse er den mest brukte bedøvelsesmetode for gris i Europa og store deler av verden (Tolo *et al.*, 2005). I Skandinavia og enkelte andre land er imidlertid karbondioksyd (CO₂) brukt på de fleste større svineslakterier som bedøvelses- og/eller avlivingsmiddel. Da karbondioksyd er tyngre enn luft kan dyret eksponeres for gassen gjennom at det føres ned i en sjakt hvor karbondioksyd er blandet med luft (eller andre gasser). En ideell bedøvelsesmetode før slaktning gir øyeblikkelig tap av bevissthet. Dyrene skal forbli bevisstløse inntil de dør av oksygenmangel som følge av hjertestans eller blodtap etter stikking. Ved karbondioksydbedøvelse blir dyret imidlertid ikke umiddelbart bedøvet, og det er blitt rettet sterk kritikk mot metoden ut fra at den ikke ivaretar kravet om god dyrevelferd ved slaktning. De siste tiårene er det utført forskning for å studere de dyreværsmessige effektene av karbondioksydbedøvelse, og om det er en forsvarlig metode. Resultatene er til dels noe motstridende. Denne rapporten diskuterer hvordan de bør tolkes relatert til norske forhold.

I forhold til dyrevelferden er fremfor alt følgende momenter ved CO₂-bedøvelse kritiske:

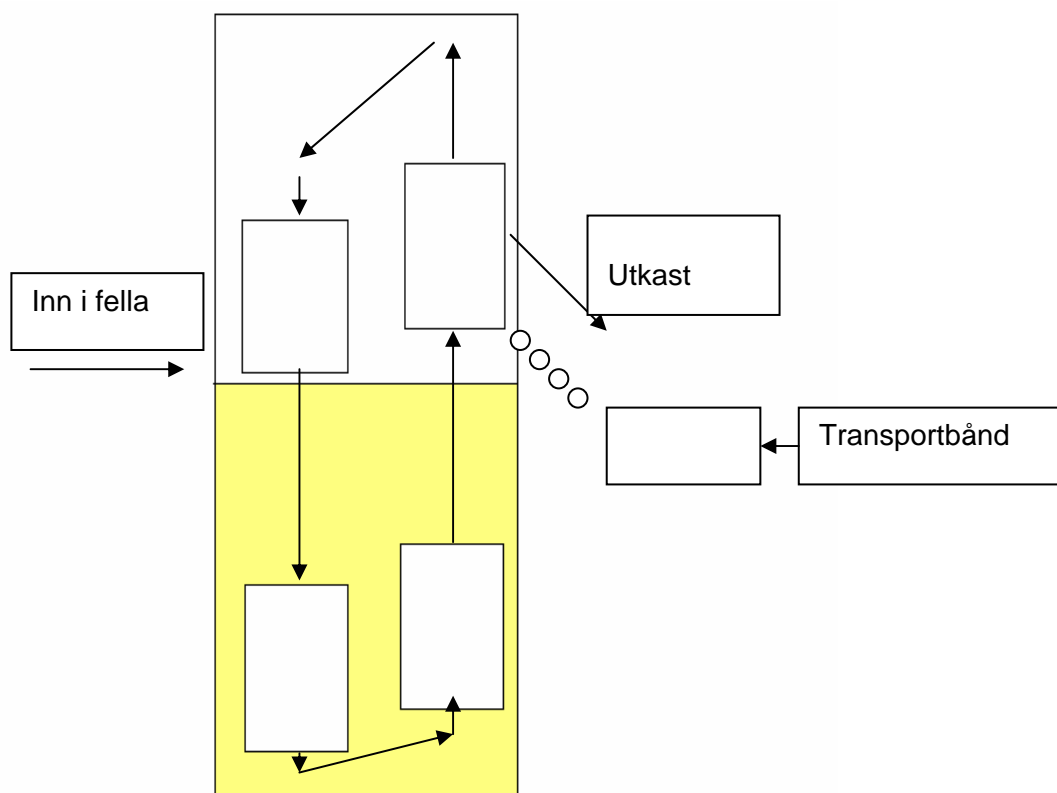
- Stress i forbindelse med inndriving til bedøvelse
- Ubehag og/eller smerte i øyne og respirasjonsorganer som følge av gassen
- Intervall fra eksponering til bevisstløshet
- Narkosens varighet
- Intervall fra bedøvelse (utkast) til stikking
- Kontroll og overvåking av bedøvelseseffekten

Virkningsmekanismer av CO₂-gass

Karbondioksyd gir generell anestesi med tap av bevissthet og muskelavslapping. Anestesen indueres gjennom pH-senkning i cerebrosplinalvesken og hjernecellene. Normal pH i cerebrosplinalvesken er 7,4 og analgesi respektive anestesi er dokumentert ved pH 7,1 respektive 6,8. Eksakt når dyret mister bevisstheten har det hittil ikke vært mulig å fastslå i forskningen, men det skjer en gang mellom 8 og 20 sekunder etter begynnende eksponering (se figur 1 i appendiks). Det er vist at pH 6,8 i hjernecellene hos hund tilsvarer dyp anestesi. pH-senkingen skjer ved at innåndning av karbondioksyd øker partialtrykket av CO₂ i arterielt blod, og CO₂ diffunderer da gjennom blod-hjernebarrièren og forårsaker en respiratorisk og metabolsk acidose. Etter inhalasjon av 90 % CO₂ i 58 sekunder sank pH i hjernecellene hos forsøksgriser fra en basalverdi fra ca 7,3 til ca 6,7. Åtte sekunder etter at grisene ble eksponert for 90 % CO₂ var pH = 7,1 og etter 24 sekunder pH = 6,75. pH-senkingen skjer raskere i hjernen enn i blodet, sannsynligvis fordi blodet har stor bufferkapasitet.

Teknisk utstyr som er i bruk i Norge

Karbondioksyd er tyngre enn luft, noe som gjør det mulig å bedøve dyr gjennom å senke dem ned i brønner med karbondioksyd av en bestemt konsentrasjon. I Norge er det i dag to forskjellige typer av bedøvelseskamre i bruk: Dip-liftsystem og paternostersystem. Kurven heises opp etter fastsatt tid, og grisene tippes av for opphenging og avbløding. Paternostersystemet fungerer som et pariserhjul og opererer med gondoler som kontinuerlig senkes ned i gassen (se figur 1). I Norge finnes det i dag ti anlegg som bruker CO₂-bedøvelse til gris. To av disse er av eldre modell med enkeltvis inndriving. Av de åtte nyere anleggene med gruppevis inndriving er to av dip-liftmodell (Tolo, pers.medd.).



Figur 1. Skjematisk framstilling av "paternoster-felle" med fire kurver/gondoler

Sannsynlighet for frykt, stress, smerte og ubehag ved CO₂-bedøvelse

Inndrivning til bedøving

Stress, smerte og ubehag hos grisen kan oppstå under inndrivningen som følge av

- stressende håndtering i forbindelse med driving inn i CO₂-fella
- at grisene blir separert fra sin sosiale gruppe i forbindelse med driving inn i CO₂-fella
- dårlig utforming av kurven eller inngangen til fellen, som gjør at dyret nøler eller vegrer seg å gå inn i den.

Hovedregelen her, som ved all annen form for dyrehåndtering, er at dyr skal håndteres konsekvent, rolig og stille med langsomme, tydelige bevegelser (Grandin, 1994) med utgangspunkt i dyrenes adferdsmønstre. Utdannelse og informasjon til de som arbeider med å drive grisene er derfor nødvendig for å sikre god dyrevelferd, noe som også forskningen har vist (Coleman *et al.*, 2003). Tidspress er en annen viktig faktor i forhold til god håndtering av slaktedyr, og bør absolutt unngås. Ved all forflytting er det avgjørende at dyrene får nok tid på seg.

Gruppevis inndrivning har medført en betydelig forbedring av dyrevelferden i det at dyrene i større grad beveger seg frivillig. Isolering fra flokken er en sterk stressfaktor for griser (Gonyou, 2001). Dyr som blir isolert kan vise typiske fryktreaksjoner som økt hjerterytme, vokalisering og fluktforsøk. Kommersielle systemer som er basert på å drive dyrene enkeltvis inn i ulike fikseringsinnretninger eller feller fører derfor ofte til urimelig bruk av tvang, som ved bruk av V-restrainer til gris eller tilførsels ganger ved tradisjonelle CO₂-feller. For å minimere stress bør håndtering av slaktedyr skje gruppevis, og ideelt sett bør

dyrene transporteres og oppstalles i den samme gruppen hvor de har vokst opp hos produsenten. Når fella har god kapasitet i forhold til slaktelinja, kan man i noe grad la dyrene avgjøre antall dyr i hver gruppe, og unngå unødig tvang/driving. Antallet dyr må imidlertid avpasses etter areal i fella, og kapasitet hos operatørene som skal henge opp og stikke grisen etter bedøving, slik at ingen dyr kommer til bevissthet etter bedøving. Utformingen av drivegangen er sentralt for å få dyrene til å forflytte seg uten bruk av tvang. Grisen er nærsynt, og for å kunne oppfatte ujevnheter/hindringer i underlaget må grisen sannsynligvis senke hodet. Dette forklarer deres adferd med å stoppe og undersøke fremmede gjenstander på gulvet, og hvorfor de reagerer på forandringer i materialet i gulv eller vegger, eller en stripe med sollys på gulvet (Grandin, 1982; Warriss *et al.*, 1992). Slike faktorer må altså unngås, og det bør være minst mulig forskjell i gulvkvalitet eller gulvfarge mellom gangen og kurven.

Griser beveger seg helst i jevn eller jevnt stigende belysning, og forflytting blir vesentlig enklere om lyssettingen i rommet blir tilpasset dette. Dette gjelder også inngangen til CO₂-fella. Trange og mørke kurver leder til bruk av tvang for å få inn grisene, men god plass i åpningen og jevn belysning gjør lastningsprosessen lettere.

Plutselig forandring av lydbildet oppfattes av griser som en trussel og gjør at de stopper opp. Lyddempende detaljer i innredningen er derfor viktig. Norsk kjøtt har fjernet alle de tradisjonelle CO₂-anleggene hvor støynivået var meget høyt (90-95 dBA; som hovedsaklig skyldtes grisehyl) og installert nye CO₂-anlegg med gruppevis inndriving. Den tidligere utstrakte bruken av elektrisk drivstav for å få dyrene inn i fella er nå eliminert og støynivået ligger rundt 75 dBA, tilsvarende et fjøsmiljø.

Reaksjoner på CO₂-gassen, gasskonsentrasjon og eksponeringstid

Stress, smerte og ubehag under eksponeringsfasen kan oppstå fordi inhalasjonen av CO₂-gass oppleves som ubehagelig. Det er også diskutert om grisen opplever smerte i forbindelse med de muskelkrampene som opptrer under CO₂-eksponeringen.

Et helt sentralt spørsmål i forhold til begge punktene er når bevisstløsheten inntreffer etter inhalasjon av gassen. Det er vist at konsentrasjonen av gassen er avgjørende både for hvor ubehagelig den oppleves og når bevisstløsheten inntreffer.

Da det er vanskelig å få kunnskap om hvordan griser opplever CO₂-inhalasjon vises det ofte til reaksjoner hos mennesker. Inhalering av konsentrasjoner på 50 % eller mer er kjent for å være stikkende og forårsake andpustenhet hos de fleste mennesker. Enkelte personer kan reagere med hoste. Det er beskrevet at sansene blir påvirket etter ett dypt drag av 60-70 % CO₂, og at ubehaget ved eksponering for CO₂ primært består i at gassen har en stikkende effekt og fører til andpustenhet.

Dyrenes adferd under eksponeringen er blitt brukt for å evaluere hvor mye ubehag, stress eller smerte de opplever under bedøvelsesprosessen. Umiddelbart etter eksponering for gassen står grisene stille, mange dyr senker eller hever hodet og sniffer. Enkelte dyr rister på hodet, mens mange dyr rygger. Det er kjent at griser som presenteres for en ubehagelig eller skremmende situasjon vil rygge, og rygging tolkes derfor som aversjon mot gassen eller situasjonen i fella. Andelen griser som rygger minsker imidlertid når konsentrasjonen av CO₂ øker.

Det er beskrevet fluktadferd (frambein reist mot siden av kurv/heis) under nedsenking i gassen, og i noen forsøk er det rapportert om at grisene vokaliserte etter nedsenking i 86 % respektive 90 % CO₂. Man kan ikke se bort i fra at "klatring" i boksen kan tilskrives isolasjon fra andre griser eller uheldige forhold ved brønnen dyrene ble senket ned i (belysning, hastighet eller annet). Forsøk utført i felle med gruppevis inndriving, godt lys og høye gasskonsentrasjoner har ikke gitt tilsvarende resultater, og slik adferd er heller ikke registrert under utarbeiding av "Etisk regnskap" på norske slakterier med gruppevis inndriving og gasskonsentrasjoner på over 90 % (Tolo, pers. medd.). I et forsøk ble en

gruppe nedsenket i 90 % CO₂ og en kontrollgruppe nedsenket i luft. Resultatene viste få atferdsforskjeller mellom de to gruppene. Konklusjonen ble at den vertikale bevegelsen på gondolen forårsaket frykt hos grisene, og at karbondioksydet hadde liten effekt på grisenes adferd med unntak for den initiale snusingen og lett rygging. Når det gjelder vokaliseringen er det i noen forsøk ikke utelukket at den kan tilskrives angst eller ubehag fordi fella i forsøket hadde en svært ugunstig utforming: Når grisene gikk inn i en gondol i fella, ble de fiksert rundt brystkassen samtidig som gulvet forsvant. Danske forsøk viser at vokalisering forekom *etter* forekomst av endringer i sentralnervesystemet (CNS), som indikerer at dyrene ikke lenger var ved bevissthet. Vokaliseringen ble tolket som et tegn på ubalanse i CNS og ikke et tegn på stress.

I et interessant forsøk ble griser trent til å gå inn i en bedøvingsfelle fylt med luft hvor de ble belønnet med epler. Deretter ble grisene nedsenket i en brønn og ble eksponert enten for CO₂-gass eller støt med en elektrisk drivstav. En kontrollgruppe ble nedsenket i luft. Resultatet viste en svak (ikke signifikant) trend for at grisene som var utsatt for CO₂ brukte lenger tid enn kontrollgrisene på å gå tilbake til fella, og at eksponering for elektriske støt fra en drivstav er mer ubehagelig enn eksponering for 60 eller 90 % CO₂.

Alle grisene hyperventilerer etter eksponering for karbondioksyd ved alle konsentrasjoner. En økning i det arterielle partiastrykket av CO₂ fører til økt ventilasjon. Det kan oppleves som om man ikke kan trekke pusten dypt nok. Det totale respirasjonsvolumet per minutt kan imidlertid øke betydelig mer etter fysisk anstrengelse enn ved CO₂-inhalasjon, da høyt partiastrykk av CO₂ virker lammende på hjernens respirasjonssenter. Avhengig av gasskonsentrasjonen sees kraftige muskelbevegelser 13-39 sekunder etter begynnende eksponering. Omtrent samtidig som disse bevegelsene opptrer, har de fleste grisene lagt seg, eller de lener seg mot veggen i kurven.

Forskningsresultatene tyder på at gasskonsentrasjoner mellom 40-70 % er uakseptable, både fordi mange dyr forsøker å komme seg ut av gassen, og fordi det tar relativt lang tid før de mister bevisstheten. Lave konsentrasjoner av karbondioksyd gir lenger induksjonsfase og mer utpregede aversjonsreaksjoner. Figur 1 i appendiks gir en skjematisk fremstilling av hvordan griser reagerer på eksponering for høye konsentrasjoner av CO₂ sammenholdt med vesentlige endringer i pH i hjernecellene og EEG (elektroencefalogram). Karbondioksyd er kjent for å ha en analgesisk effekt. En mulig årsak til at færre griser rygger ved høye konsentrasjoner kan muligens være at den analgesiske effekten da er større. Forskning pågår i Danmark for å undersøke den analgesiske effekten ved CO₂-bedøving.

Samlet vurdert virker en gasskonsentrasjon på minimum 90 % å gi minst negative reaksjoner hos grisene.

Muskelkonvulsjoner

15-39 sekunder etter begynnende eksponering for høyere konsentrasjoner av CO₂ opptrer mer eller mindre utpreget motorisk aktivitet. Dette har blitt oppfattet som et uttrykk for emosjonelt stress før dyrene mister bevisstheten. Tiden fra dyrene eksponeres for gassen og til muskelaktiviteten starter, avhenger av gasskonsentrasjonen. Det er vist at ved å øke gasskonsentrasjonen fra 80 % til 95 % reduseres tiden fra eksponering til opptreden av muskelaktivitet redusert fra ca 22 til 15 sekunder. EEG opptegnet under forsøksbetingelser indikerer at grisene er uten bevissthet når krampene opptrer, og at muskelaktiviteten under CO₂-bedøving kan tolkes som eksitasjon tilsvarende det man ser ved induksjon med en del andre anestesimidler.

Når mister grisene bevisstheten?

Et EEG registrer spontan elektrisk aktivitet i hjernen. Amplitude og frekvens av aktiviteten i et EEG kan relateres til grad av synkronisering av hjernecellenes aktivitet. Typisk for et individ ved full bevissthet er ikke-synkronisert aktivitet i mange nevroner. Det gir høy frekvens (betabølger) og lav amplitude (se tabell 1 i appendiks 1). Epileptiske anfall, koma og anestesi gir karakteristiske forandringer i et EEG. Ved økende doser av de fleste anestesimidler, sees progressiv endring av mønsteret i et EEG til bølger med høyere amplitude og lavere frekvens. Noen anestesimidler kan ved høye doser gi et flat (isoelektrisk) EEG. I hvilken grad EEG endres varierer mellom forskjellige anestesimidler, og det er også arts- og individforskjeller. Derfor er det vanskelig å fastsette punktet hvor bevisstløshet inntreffer. Det er likevel enighet om at et isoelektrisk EEG og forandringer tilsvarende det som sees ved grand mal epilepsianfall er uforenlig med bevissthet.

Gir man spesifikke auditive, visuelle eller sensoriske impulser mens man tar opp ett EEG, kan man registrere såkalte "evoked potentials" (EP), forutsatt at berørte hjerneceller fungerer. EEG kombinert med EP kan gi nyttig informasjon om tidspunkt for tap og eventuelt tilbakekomst av bevissthet i forbindelse med anestesi eller bedøvelse før avlaving.

Det er vist at under CO₂-bedøvelse begynner langsomme deltabølger å opptre etter ca 12 sekunders eksponering ved 95 % CO₂. Deretter overtar deltabølgene gradvis, før de flater ut i et isoelektrisk EEG etter 32-36 sekunder. Ved eksponering for 80 % CO₂, var tilsvarende tall 13 og 50 sekunder. pH er redusert til 7,1 allerede 8 sekunder etter eksponering for 90 % CO₂. Så vel EEG som responsen på auditive signaler endres gradvis helt fra starten av inhalasjonsperioden.

Noen forskere har brukt sideleie som indikasjon for tap av bevissthet. De fant en klar sammenheng mellom CO₂-konsentrasjonen og antall sekunder fra eksponering til dyrene lå på siden. Ved nedsenking i 90 % CO₂ mistet dyrene bevisstheten etter 15 sekunder. I forsøk ved 80-90 % CO₂ la dyrene seg etter 14-20 sekunder, mens muskelaktiviteten startet etter 14-30 sekunder.

Samlet vurdert er det vist at økende CO₂-konsentrasjoner minsker tiden til bevisstløshet inntreffer. Gjennom å bruke minst 90 % CO₂ ved bunnen av fellen minimeres tiden fra eksponering til grisen blir bevisstløs, og perioden med hyperventilasjon og potensiell stress hos dyret minsker.

Faktorer omkring CO₂ bedøvelse

Bedøvelsens varighet og tid mellom bedøvelse og stikking

Når grisene returnerer til luft etter CO₂-eksponeringen begynner de å gjenvinne bevisstheten. Varigheten av bevisstløsheten avhenger CO₂-konsentrasjonen og hvor lenge dyret er blitt eksponert for gassen. Lang eksponering for konsentrasjoner over 70 % leder til døden (Anon, 2004).

For å sikre dyrevelferden må CO₂-bedøvelsen virke helt frem til grisen blir avlivet gjennom avbløding. Dette er også et krav i norsk regelverk og i EU-forordningen (Council Directive 93/119/EC). Ved avskjæring av de store arteriene til hodet mister griser smerteoppfatningen i løpet av 15-25 sekunder. I praksis skal grisen derfor være bedøvet av karbondioksyden i minst 25 sekunder etter stikking.

Hvis det går lang tid mellom gasseksponering og avlaving risikerer man at enkelte dyr kan våkne opp av anestesen. Hvor lang tid det tar før dette begynner å skje avhenger bl.a. av hvor dyp anestesen har vært (det vil si gasskonsentrasjonen og eksponeringstiden), og det finnes også en biologisk variasjon i følsomhet mellom individer. Et minutts eksponering av 80 % CO₂ induserer en flat (isoelektrisk) EEG, som varer i cirka 1 minutt etter at eksponeringen har opphørt. Under det påfølgende minuttet forandredes EEG gradvis til et

mønster (deltabølger) som er karakteristisk ved kirurgisk anestesi. Det sentrale nervesystemet hos griser som i forsøk ble eksponert for 90 % CO₂ under ett minutt var tydelig påvirket i ca 60 til 90 sekunder etter at dyrene kom ut i atmosfærisk luft.

Tiden det tar for grisen å gjenvinne bevisstheten avhenger eksponeringstiden. I et dansk forsøk ble tiden i fellen økt fra 112 til 192 sekunder, og tiden til den første cornearefleksen opptrådte økte da fra 20 til 102 sekunder. Antallet griser som viste cornearefleks innen 150 sekunder etter eksponeringen sank samtidig fra 91 til 3 %. Det ble konkludert med at et intervall på opp til 90 sekunder under praktiske forhold ville være akseptabelt i forhold til dyrevelferden. AHAW har satt opp guidelines for intervallet mellom bedøvelse og stikking, se tabell 1. Man betoner imidlertid at dette kun er retningslinjer og at bedøvelsesresultatet under alle omstendigheter må overvåkes for å forsikre at ikke noe dyr viser tegn på å gjenvinne bevisstheten under stikking eller avbløding.

Tidsintervallet fra utkast fra fellen til stikking avhenger i stor grad av antallet griser i kurven: jo flere griser, desto lenger tid. Intervallet kan variere av mange andre årsaker. Konstruksjon av utkast/transportbånd og området for opphenging og stikking, samt bemanning og ferdigheter/tempo hos operatørene er vesentlig. Resultat fra en studie på to svenske slakterier viser til slikt som uheldig utforming av skinnegangen som grisene ble hengt opp på før eller etter stikking eller at det manglet lenker for opphenging (Atkinson, 2003). Studien undersøkte 5769 griser som ble senket ned i minst 90 % CO₂. Totale tiden i fellen (CO₂ >70 %) var minst 140 sekunder, og tiden mellom bedøvelse og stikking varierte mellom 41 og 160 sekunder. I det ene slakteriet ble kun 1,5 % av grisene stukket innen 60 sekunder etter utkast, og i det andre slakteriet var andelen 20 %. Kun en av de undersøkte grisene viste cornearefleks (tilsvarende 0,043 % av grisene), men det ble konkludert at dette ikke berodde på at grisen var på vei å våkne men det hadde fysiologiske grunner. Sverige har per i dag i forskriften for slaktning fastlagt en maksimumsgrense på 60 sekunder fra bedøvelse til stikking, men konklusjonen fra denne studien er at den grensen bør revurderes og heller erstattes med et mer fleksibelt system som passer bedre for gruppevis inndriving av griser. Forholdene ved norske anlegg medfører raskere eksponering for høye gasskonsentrasjoner, kortere eksponeringstid men også mye raskere stikketid (Tolo, pers. medd.). Tall fra Etisk regnskap anslår at over 90 % av dyrene stikkes innen 60 sekunder ved normal drift, mens stikketider på rundt 90 sekunder kan forekomme for siste dyr på dip-lifanlegg med mange dyr i fella (Tolo, pers. medd.).

Tabell 1. Anbefalinger for intervallet mellom bedøvelse og stikking i forhold til total bedøvelsestid ved gruppevis inndriving av gris og et minimum med 70-80 % CO₂ ved gondolens første stopp og 90 % ved bunnposisjonen. (AHAW; Anon., 2004)

Total eksponeringstid (sek)	Stikking innen (sek)
120	30
130	45
140	60
150	75
160	90

Tegn på at dyret er bedøvet

Vurdering av bedøvelsens effekt kan gjøres i henhold til de kliniske metoder som normalt brukes til å bedømme effekten av kjemisk anestesi ved kirurgiske inngrep.

Følgende er anbefalt som kriterier på effektiv bedøving (Anon., 2004):

- Fravær av regelmessig respirasjon
- Fravær av konvulsjoner eller sparking (langsomme beinbevegelser kan forekomme)
- Fravær av spontan blinking
- Cornearefleks kan få forekomme hos inntil 5 % av dyrene, forutsatt at de øvrige refleksene ikke er tilstede.

I praksis er manglende muskeltonus, fravær av regelmessig respirasjon og cornearefleks egnet som kontrollparametre (Tolo, pers. medd.) Hos dyr som våker opp etter å ha blitt bedøvet med karbondioksyd kommer cornearefleksen normalt tilbake før respirasjonen, etter at CO₂-eksponeringen har opphørt. Ideelt sett bør alle dyr ha negativ cornearefleks, men med kunnskap om at den hos gris kommer tilbake i 4. og dypeste nivå av toleransediagrammet, kan man kanskje akseptere at enkelte dyr har positiv cornearefleks på stikketidspunktet, forutsatt at de ikke har begynt å puste. Ved norske slakterier oppviser normalt 0-2 % av grisene ved de nye anleggene cornearefleks (Tolo, pers. medd.).

Sikkerheten for at samtlige dyr blir tilstrekkelig bedøvet

Ved bruk av høye gasskonsentrasjoner og tilstrekkelig eksponeringstid skal alle dyr normalt bli godt bedøvet. Heller ikke stress virker da å påvirke bedøvningseffekten i hver fall på halotan-negative griser. Norske griser er nå halotan-negative. All praktisk erfaring viser imidlertid at for kort oppholdstid i gassen kan være et problem i enkelte anlegg og kan føre til at grisene ikke blir tilstrekkelig bedøvet. Minimumskravet i norske forskrifter (60 sekunder) er i praksis ofte for lite. Stikketiden må tilpasses bedøvningseffekten - stor individuell variasjon samt mulig variasjon ved driftsparametre og trekk gjør at løpende overvåking er nødvendig. Det er også meget viktig at operatøren har nødvendige kunnskaper for å kunne avgjøre bedøvelseskvaliteten.

Praktiske erfaringer tyder på at overfylling av kurver/gondoler medfører risiko for dårlig bedøving. Det kan skyldes at grisene som havner underst kan da få fysiske vansker å trekke inn pusten og dermed ikke får i seg nok karbondioksyd (Tolo, pers. medd.).

Det er uansett nødvendig at operatøren har rutiner for løpende overvåking av bedøvelsen hos hver gris. I tillegg bør det være regelmessige kontroller, som verifiseres av tilsynet etter en vurdering av behovet på hvert anlegg. Dette anbefales også i AHAW-rapporten (Anon., 2004).

Fare for feilhåndtering eller teknisk svikt

Generelt kan det sies at "flaskehals" i systemet medfører risiko for at dyrene blir utsatt for mer tvang under inndriving, samtidig som det kan "friste" operatørene til å redusere eksponeringstiden om mulig. Kapasiteten på fella bør altså være noe større enn kapasiteten på slaktelinja. Tradisjonelle dip-liftsystemer med enkeltvis inndriving og plass til 1-2 dyr i fella har forholdsvis liten kapasitet, samtidig som det trengs mer tid og tvang for å drive dyrene inn, men de er fremdeles i bruk. Nye "back-loadere" med plass til 4-7 dyr i kurven (gondolen) tåler en større variasjon i antallet dyr som passerer gjennom fella per tidsenhet, uten at det går ut over dyrevelferden.

En undersøkelse ved to svenske slakterier viste at anleggenes CO₂-målere ikke var 100 % nøyaktige (Atkinson, 2003). Også i Norge er det observert avvik (Tolo, pers. medd.)

Regelmessige kontroller for å kalibrere systemet er derfor nødvendig. AHAW-rapporten anbefaler kontinuerlig måling av CO₂-konsentrasjonen over grisens hode både ved kurvens første stopp-posisjon og bunnposisjonen i paternostersystemer, og ved posisjonen hvor kurven befinner seg etter 10 sekunder i dip-liftsystemer. Dette er tilfelle på alle de nye anleggene i Norge. På de nyeste bedøvingsfellene som er levert av Butina, finnes "online" varselsystemer, som varslar både hos operatøren og hos leverandøren av systemet. Dette sikrer at evt. avvik oppdages raskt.

Et annet problem som er påvist ved slakterier i Sverige er at CO₂-gassen er lagret ved for lav temperatur, og kald gass er mindre virksom som bedøvelsesmiddel (Atkinson, pers. medd.). I norske slakterier er det erfaring med at forandringer i ventilasjonssystem, åpne dører osv. under ugunstige forhold kan føre til at gasskonsentrasjonen i CO₂-fellen synker (Tolo, pers. medd.). Risikoen for problemer med trekk øker med økende brønndybde og få dører/åpninger i omgivelsene ("skorsteinseffekt").

Selv om moderne anlegg på det jevne fungerer tilfredsstillende så skal det bestandig finnes bruksklart reserveutstyr i beredskap, i tilfelle det oppdages dyr som viser tegn på å våkne opp av bedøvelsen, eller det inntreffer teknisk svikt. Personalet må ha nødvendige kunnskaper om bedøvingsovervåking og risikofaktorer ved bruk av fella. Et sertifiseringssystem bør innføres for dokumentasjon av personalets (og tilsynets) kunnskaper.

Alternative gassblandninger

Hypoksi kan induseres gjennom bruk av inerte gasser som xenon, krypton og argon. Disse virker gjennom depolarisering og intracellulær krise som leder til at neuronene dør. Det finnes indikasjoner på at bevisstløsheten opptrer som en følge av inhibering av N-metyl-D-aspartat (NMDA)-reseptorkanaler i hjernen (Anon., 2004). Anoksi eller hypoksi fra nitrogen er rapportert til å være en behagelig eller "euforisk" måte for mennesker å miste bevisstheten på.

Prisen på xenon og krypton er for høy til at disse er aktuelle for bruk i slakterier. Argon som bedøvelsesgass er testet for gris og høner. Resultatene viser at dyrene ikke finner gassen frastøtende, de går frivillig inn i en atmosfære med høy nok argonkonsentrasjon til å fremkalle hypoksi. Nitrogen er ikke prøvd på gris men kun på høner. Resultatene for denne gassen tilsvarer resultatene for argon. Et annet alternativ er å bruke 30 % karbondioksyd og 60 % argon i luft. Argon fører imidlertid til kraftigere muskelbevegelser og dårligere kjøttkvalitet, samtidig som det er nødvendig med lenger oppholdstid og kortere stikketid for å sikre tilfredsstillende bedøvingseffekt. I praksis er argon derfor lite egnet til bedøving av slaktedyr.

Det pågår forskning for utvikling av brukbare alternative gassblandninger, men konfidensialitet i forbindelse med at kommersielle interesser ofte er involvert i slik forskning gjør det vanskelig å få adgang til foreløpige resultater.

Konklusjoner

- Bedøving av gris med CO₂-gass har flere fordeler ut fra dyrevelferdsmessige vurderinger. Dyret trenger ikke å fikseres for bedøving, og man unngår å håndtere grisene enkeltvis. Man kan isteden bruke gruppevis inndriving i fella, noe som bygger på dyrets naturlige sosiale adferd og reduserer stressnivået ved inndrivingsmomentet betraktelig. Hvis drivganger og inngangen til fella er utformet i henhold til dyrets adferd og romoppfattning kan bruken av tvang føre

bedøving reduseres til et minimum. Systemet må være robust nok til å tåle variasjon i antallet dyr som skal lastes i fellen, og det må brukes uten tidspress.

- Ved bruk av høye gasskonsentrasjoner og tilstrekkelig eksponeringstid skal alle dyr normalt bli godt bedøvet. Grisen bør raskest mulig eksponeres for en CO₂-konsentrasjon på minst 90 %, og konsentrasjonen av CO₂-gass i fellen bør derfor øke til 90 % så høyt opp i fellen, og i en så skarp gradient som mulig. Bedøvelseseffekten avhenger av hvor lang tid grisen er i fellen, og man må være påpasselig med at tiden er tilstrekkelig i forhold til hvor lang tid det tar før stikking og avbløding. Hvor lang tid det tar før dette begynner å skje avhenger bl.a. av hvor dyp anestesien har vært (det vil si gasskonsentrasjonen og eksponeringstiden), og det finnes også en biologisk variasjon i følsomhet mellom individer. Bedøvelseseffekten skal være minst 25 sekunder etter stikking. Forsøk har vist at det sentrale nervesystemet hos griser som ble eksponert for 90 % CO₂ under ett minutt var tydelig påvirket i ca 60 til 90 sekunder etter at dyrene kom ut i atmosfærisk luft.
- Ulempen med bedøvningsmetoden er at gassen kan oppleves som irriterende å puste inn for grisen. Tidsintervallet når dette kan skje er imidlertid forholdsvis kort. Risikoen for at grisen skal oppleve smerte fra muskelkontraksjoner anses å være liten når det brukes høy nok konsentrasjon av CO₂-gass. Bevisstløshet er allerede induert hos grisen når krampene inntreder.
- "Flaskehals" i systemet medfører risiko for at dyrene blir utsatt for mer tvang under inndriving, samtidig som det kan "friste" operatørene til prøve å redusere eksponeringstiden. Kapasiteten på fellen bør altså være noe større enn kapasiteten på slaktelinja. Det er gjort erfaringer med at forandringer i ventilasjonssystem, åpne dører osv. under ugunstige forhold kan føre til at gasskonsentrasjonen i CO₂-fellen synker. Det skal finnes tekniske kontrollsystemer som løpende kontrollerer konsentrasjonsnivåene. Regelmessige kontroller for å kalibrere anleggenes CO₂-målere er også nødvendig.
- Følgende kan anbefales som kriterier på effektiv bedøving:
 - Fravær av regelmessig respirasjon
 - Manglende muskeltonus (enkelte bevegelser kan forekomme)
 - Fravær av cornearefleks (kan få forekomme hos inntil 5 % av dyrene, forutsatt at de øvrige refleksene ikke er tilstede).

Personalet må være godt utdannet i å bedømme bedøvelseskvaliteten hos dyret og risikofaktorer ved bruk av utstyret, og det skal finnes god beredskap for alternative avlivingsmetoder i tilfelle teknisk svikt eller andre problemer hindrer at dyret blir avlivet i tide, eller det oppdages dyr som viser tegn til å våkne opp ur bedøvelsen.

- Det synes per i dag ikke til å finnes noen alternative gasser eller gassblandinger som egner seg bedre til praktisk bruk for bedøving av gris i forbindelse med slaktning.
- Konklusjonen er at de dyrevelferdsmessige fordelene ved gruppevis inndriving er store både når det gjelder lite stress ved inndriving, kortere induksjonsfase og god sikkerhet for effektiv bedøving i tilstrekkelig lang tid. Det er derfor rimelig at krav til hva som er akseptable tidsintervaller mellom bedøvelse og stikking knyttes til funksjonell kontroll av bedøvelseseffekten, forutsatt nødvendig kompetanse hos personell og overvåkingsrutiner på slakteriet. Utdanning og helst sertifisering av all personell som arbeider i systemet (også ekstrapersonell) er nødvendig. Interne rutiner for kontroll må etableres. Det bør vurderes å innføre krav til at et eksternt kontrollsystem, som Etisk regnskap eller tilsvarende, regelmessig gjennomfører kontroller av bedøvelsen og bedøvelsesutstyret på slakteriene.

Referanser

- Relevante referanser finnes også i appendiks 1, som er en reviewartikkel i Norsk Veterinærtidsskrift (Tolo, E., Haga, A.H., Lund, V. & Alvseike, O. 2005. Dyrevelferdsaspekter under induksjonsfasen ved CO₂-bedøving av slaktegris. Norsk Veterinærtidsskrift, in press.)
- Anon., 2004. Welfare aspects of animal stunning and killing methods. Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare AHAW/04-027.
- Atkinson, S. 2003. A study of 2 pig abattoirs with regard to CO₂ concentration, CO₂ exposure time, stun group size, stun to stick interval, and stun effect. Specialarbete 28, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa.
- Coleman, G.J., McGregor, M., Hemsworth, P.H., Boyce, J. & Dowling, S. 2003. The relationship between beliefs, attitudes and observed behaviours of abattoir personnel in the pig industry. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 82, 189-200.
- Gonyou, H. 2001. The Social Behaviour of Pigs. In: Keeling, L. and Gonyou, H. (eds) *Social Behaviour in Farm Animals*. Wallingford / New York : CABI Publishing, 147-176.
- Grandin, T. 1982. Pig behavior studies applied to slaughter plant design. *Applied Animal Ethology* 9, 141-151.
- Grandin, T. 1994. Solving livestock handling problems. *Veterinary Medicine*, October, 989-998.
- Tolo, E., Haga, A.H. & Alvseike, O. 2005. Elektrisk bedøving av slaktedyr med hovedvekt på bedøving av gris og sau. *Norsk Veterinærtidsskrift*, nr 6, 465-473.
- Warriss, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G. & Edwards, J.E. 1992. A note on the influence of width and the incorporation of bends on the time taken by pigs to move along races. *Vet. Rec.* 130, 202-206.