

Kullstorlek hos hund som ett mått på fertilitet



*Anna Snell
Uppsala
2018*

Kullstorlek hos hund som ett mått på fertilitet

Canine litter size as an indicator of fertility

Anna Snell

Handledare: *Elisabeth Persson, institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi*

Examinator: *Maria Löfgren, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: *Självständigt arbete i veterinärmedicin*

Kurskod: EX0700

Program/utbildning: Veterinärprogrammet

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Serienamn: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

Delnummer i serien: 2018:74

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

Omslagsfotografi: *Anna Snell (med tillstånd av Cecilia Wadman, Fanby Pointers kennel)*

Nyckelord: *Kullstorlek, fertilitet, hund, reproduktion*

Key words: *Litter size, fertility, dog, reproduction*

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning	3
Material och metoder	4
Litteraturoversikt.....	5
Reproduktionssystemet	5
Säsongsburen påverkan.....	6
Tikens påverkan	7
<i>Ålderspåverkan</i>	7
<i>Kullnumrets påverkan</i>	7
<i>Kullstorlekens påverkan</i>	8
<i>Rasstorlekens påverkan</i>	8
<i>Påverkan på dräktighetens längd</i>	8
<i>Födelseviktens påverkan</i>	9
Hanhundens påverkan	9
Parningspåverkan	9
Inseminationspåverkan.....	10
Inavelspåverkan.....	10
Diskussion	12
Litteraturförteckning	15

SAMMANFATTNING

Hundar blir könsmogna vid 6–12 månaders ålder och tiken genomgår sin brunstcykel cirka två gånger per år. Om hon då blir dräktig är hon det i 63 ± 5 dygn och får i genomsnitt 2–9 valpar per kull, men betydligt större kullar har fötts. Det biologiska syftet med att en tik blir dräktig är att föra hanens och tikens genetiska material vidare och säkra artens överlevnad.

Hundens reproduktion skiljer sig från övriga djurslag på flera sätt, bland annat genom att gulkroppen kvarstår och utsöndrar progesteron oavsett om tiken blir dräktig eller inte samt en förmåga att avlossa fler än ett ägg per äggblåsa, så kallade polyoocytfolliklar. Fertilitet hos hund beror på flera olika faktorer och ett mått på fertilitet är kullstorlek.

Kullstorlek beror i första hand på tikens förmåga att avlossa ägg i samband med hennes ägglossning. Tiken avlossar flera ägg under varje brunstcykel och i regel blir varje ägg en ny individ. På senare år har ett flertal studier gjorts för att försöka klargöra vilka andra faktorer, utöver ägglossningen, som påverkar kullstorleken. Dessa är indirekta fysiologiska faktorer så som ålder, kullnummer, genetisk kullstorlek, födelsevikt, dräktighetslängd, spermakvalitet, inavel, rasstorlek och parningspåverkan. Syftet med den här litteraturstudien är att undersöka en del av de faktorer som kan påverka kullstorleken och vad de har för betydelse för fertiliteten.

Störst påverkan på kullstorleken har tiken: tikens ålder, rasstorleken, parningssätt (naturlig parning eller insemination, antal parningar/inseminationer och parningstidpunkt) samt inavel (både valparnas inavel och tikens inavel). Påverkan på kullstorleken från hanhundens spermakvalitet var i stort sett obefintlig oavsett vilka variabler som togs med, där såg endast samband med dräktighetsresultat, det vill säga om tiken alls blev dräktig. Dock sågs ett tydligt samband mellan hur parningen gick till och kullstorleken, där en naturlig parning gav överlägset bäst dräktighetsresultat och kullstorlek. Den faktor som kan påverkas av uppfödarna är inavel och forskarna såg i ett flertal studier en minskning av kullstorleken för varje ökande inavelsgrad. Man såg också att det inte spelade någon roll om det var gammal eller ny inavel, vilket talar för en ännu viktigare påverkan då det inte går att räkna bort den gamla inaveln utan påslaget av den nya inaveln kommer att slås ihop med den gamla. Vid en minimering av den ökande inavelsgraden kan man således minska effekten på kullstorleken och därigenom på fertiliteten.

SUMMARY

Dogs become sexually mature at 6-12 months of age and the bitch goes through heat about twice a year. If she then becomes pregnant, it will last for 63 ± 5 days and she will have in average 2-9 pups per litter, but significantly bigger litters have been born. The biological purpose of a pregnancy is to pass along the genetical material of the male and the bitch to the offspring and to ensure the survival of the species.

The reproduction of the dog differs from other animal species in several ways, including that the corpus luteum persists and secretes progesterone regardless of whether the bitch becomes pregnant or not and an ability to release more than one egg per follicle, from polyoocyte follicles. Fertility in dogs depends on several factors and a measurement of fertility is litter size.

Litter size depends primarily on the ability of the bitch to ovulate eggs during her ovulation. The bitch ovulates several eggs during each heat cycle and usually each egg becomes a new individual. In recent years, several studies have been conducted in order to clarify other factors, in addition to ovulation, that affect the litter size. These are indirect physiological factors such as age, litter number, genetic litter size, birth weight, duration of gestation, sperm quality, inbreeding, breed size and mating effect. The purpose of this literature study is to investigate some of the factors that can affect the litter size and their importance for fertility.

The largest impact on litter size was shown for factors found in the bitch: the age of the bitch, the breed size, the mating (natural mating or insemination, number of matings / inseminations and mating time) and inbreeding (regarding both the puppies and the bitch). The impact on the litter size of the male dog's sperm quality was close to non-existent, regardless of the variables measured, which only effected the pregnancy results, meaning if the bitch at all became pregnant. However, there was a clear relation between how the mating was performed and litter size, where a natural mating yielded by far the best pregnancy results and litter size. The factor that can be influenced by the breeders is inbreeding and the researchers in a number of studies saw a decrease in litter size for each increasing degree of inbreeding. It was also seen that it did not matter if it was old or new inbreeding, which means an even more important influence by new inbreeding, since it is impossible to exclude the old inbreeding and it only will be added to the new. Thereby, minimizing the increasing inbreeding rate can reduce the effect on litter size and thus on fertility.

INLEDNING

Fertilitet är en individs förmåga att föröka sig och föra sitt genetiska material vidare. Eftersom hunden är en art som får många ungar per kull så blir antalet valpar en tik får ett direkt mått på hur väl hennes förmåga att producera avkomma är. Därför kan kullstorlek ses som ett mått på fertilitet. Andra faktorer som spelar roll är bland andra sexuellt beteende, hormonella funktioner och tidig utveckling av könsorganen hos foster.

Hur många valpar som utgör den optimala kullstorleken är svårt att säga men det finns olika parametrar som man kan titta på, såsom den ekonomiska faktorn för uppfödaren (utgifter och inkomster), påfrestning på tiken (utveckling, förlossning, digivning etc.), tikens förmåga att ta hand om valparna (antalet spenar, mjölkproduktion, uppfostran etc.). Det lägsta medeltalet valpar fick raserna toypudel och pomeranian med 2,4 ($\pm 0,1$) valpar och det största medeltalet fanns hos rhodesian ridgeback med 8,9 ($\pm 0,6$) valpar enligt data från en norsk studie (Borge *et al.*, 2011). Rekordet för kullstorlek hålls dock av en mastiff som fick 24 valpar i en kull (Guinness Word Records, 2004).

Hundens reproduktion skiljer sig från den hos andra däggdjur både avseende anatomi och hormonell påverkan (Reynaud *et al.*, 2012). Därför forskas det mer och mer om vad som påverkar hundens reproduktion och dess fertilitet. Ett flertal studier har gjorts för att utröna vilka faktorer som påverkar kullstorleken. Tikens äggstocksaktivitet, det vill säga antalet potentiella ägg som hon kan avlossa, är grunden till fertiliteten. Hon kan aldrig få fler valpar än antalet ägg hon avlossar (bortsett från enstaka enäggstvillingar). Sedan skall äggen och sperman vara befruktningsdugliga och miljön i äggledaren och livmodern god så att de överlever. När de väl är etablerade med placenta så är förlusten ytterst liten. Därför kan man spekulera att det som påverkar kullstorleken sker innan ägglossning eller på något sätt spelar roll för ägg- eller spermakvalitet eller miljön under den tidiga utvecklingen. Vilka fysiologiska faktorer som är med och påverkar finns det dock flera teorier om. Borge *et al.* (2011) och flera andra studier har undersökt faktorer såsom ras, rasstorlek, föräldrarnas ålder, säsong, inavel, födelsevikt, antalet tidigare kullar som tiken haft, antalet parningar som gjorts, vilken typ av parning (naturlig eller insemination) samt spermakvalitet. Syftet med den här litteraturstudien är att undersöka vilka av dessa faktorer som kan påverka kullstorleken och vad det har för betydelse för fertiliteten.

MATERIAL OCH METODER

Metoden som har använts för det här kandidatarbetet är en litteratursökning i databaserna Pubmed, Scopus och Web of Science. Där användes sökorden canine OR dog AND litter size samt canine OR dog AND reproduction OR fertility OR breeding AND pupp*. Artiklar från alla årtal inkluderades i sökningen men sökningen sorterades efter nyast utgivna artiklar då senaste forskningen är mest relevant för sammanställningen. Några artiklar har även hittats i referenslistorna till de olika vetenskapliga artiklarna.

För grundläggande fysiologiska beskrivningar har *Physiology of Domestic Animal* (Sjaastad *et al.*, 2010) använts.

LITTERATURÖVERSIKT

Reproduktionssystemet

Reproduktionssystemets funktion är att producera en avkomma och säkra artens överlevnad.

Hanhundar blir könsmogna vid 6–9 månaders ålder. Hanens reproduktionsorgan har till funktion att producera spermier och transportera dessa in i honan. Hanens könsorgan består av testiklar, bitestiklar, sädesledare, accessoriska könskörtlar och penis. Spermien är den specialiserade cell som ser till att föra hanens genetiska material till tiken. Spermierna produceras i testikeln samt mognar och förvaras i bitestikeln till dess att de vid parning ejakuleras inne i tiken. En spermie måste vara inne i tiken i flera timmar innan den kan befrukta ägg då den inne i tiken genomgår ytterligare en mognadsfas som kallas för kapacitering, vilket förändrar membranet på spermies huvuddel och möjliggör spermies passage genom oocyten membran.

Tikar blir könsmogna vid 6–12 månaders ålder, då de för första gången genomgår en spontan ägglossning. En tik är dräktig i 63 ± 5 dygn och får i genomsnitt 2–9 valpar per kull. Tikens brunstcykel delas in i anöstrus (vilofas), proöstrus (förbrunst), östrus (brunst) och metöstrus (efterbrunst). Tikens brunstcykel induceras av gonadotropinfrisättande hormon (GnRH) som utsöndras från hypotalamus och leder till frisättning av follikelstimulerande hormon (FSH) och luteiniserande hormon (LH). Under östrus är LH-nivåerna som högst och då sker en ägglossning. Efter ägglossning omvandlas äggblåsan till gulkropp som, till skillnad från hos andra däggdjur, kvarstår och utsöndrar progesteron oavsett om tiken blir dräktig eller inte. De honliga könsorganen består av äggstockar, äggledare, livmoder, cervix, vagina och de yttre könsorganen. I en nyfödd honas äggstockar finns fler äggceller än vad som kommer att kunna mogna under hennes livstid då honans alla ägg produceras under fosterstadiet och sedan, efter puberteten, mognar i cykler under hennes livstid. Äggstockarna producerar könshormon och oocyter (mogna äggceller). Äggledarna transporterar oocyterna från äggstockarna och spermier från livmoder till ampullen (den mellersta delen av äggledaren) och bidrar där med den miljö som krävs för att spermien ska kunna befrukta oocyten vilket resulterar i en zygot. Efter 2–5 dagar har den första celledningen skett och embryot fortsätter dela sig tills det övergår till ett foster. Embryot färdas till livmodern där embryots innersta celler kommer att bli fostret och de yttersta lagren kommer att bli fosterhinnor vilka fäster till livmoderväggen och bidrar till placentabildningen. För en tik sker embryots övergång till livmodern dag 8-10 men fosterhinnornas implantation i livmoderväggen sker inte förrän dag 16-17 efter ovulationen sammanfattar Reynaud *et al.* (2012) i sin artikel.

En av de viktigaste faktorerna för ett lyckat reproduktionsresultat är att para på rätt dagar i förhållande till ägglossningen eftersom tikens fertilitetsfönster beräknas vara omkring sju dagar, från början av östrus till fem dagar efter ägglossning summerar Tsutsui *et al.* (2009). Ägget är dock fertilt endast i ca 48–60 h beräknat från ca 60 h efter ägglossning. Den vanligaste metoden för att kontrollera när ägglossningen sker är att mäta blodnivåerna av progesteron som en indikation på när LH-nivåerna är som högst, detta beräknas gälla vid över 2,5 ng/ml (England *et al.*, 2009). Med ultraljud har man även kunnat upptäcka folliklar ca 8 dagar innan ägglossning och kan genom att mäta diametern på folliklarna avgöra när de ska avlossas från äggstocken.

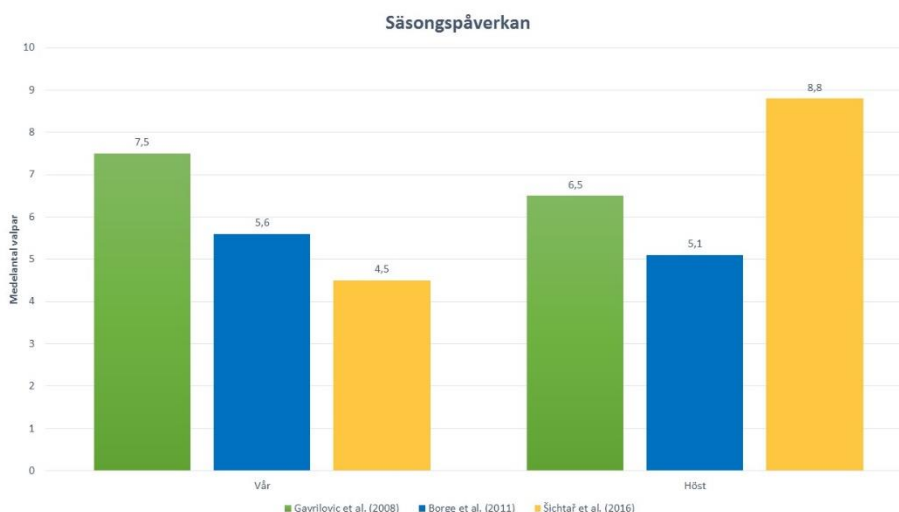
En tik är monoöstral med en ägglossning i taget som för de flesta raser sker två gånger per år och från äggstocken avlossas då flera ägg. Varje ägg kan bli en valp (i enstaka fall enäggstvillingar) och tikens livmoder har två horn i vilka flera valpar kan finnas i varje. Antalet valpar tiken kan få beror därmed på hur många ägg som hon släpper vid sin ägglossning, hur många som befruktas samt hur väl de kan interagera med livmodern och sedan tillväxa till livsdugliga foster. Vilka faktorer som påverkar detta finns det ett flertal olika teorier om. Hos tikar kan det också finnas så kallade polyoocytfolliklar. Det innebär att varje äggblåsa, istället för att bara innehålla en äggcell som hos de flesta däggdjur, kan innehålla upp till 17 äggceller (McDougall *et al.*, 1997, enligt beskrivning av Reynaud *et al.*, 2012). Detta gör det svårt att uppskatta antalet avlossade ägg baserat på antalet folliklar och gulkroppar hos en tik.

Säsongsburen påverkan

I en studie gjord på svenska drevrar baserad på statistik både från en privat uppfödare och Svenska Kennelklubben (SKK) (Gavrilovic *et al.*, 2008), sågs ingen skillnad i antalet kullar födda under olika säsonger. Dock sågs en skillnad i att de största kullarna föddes under våren. Samma samband hittades i en studie med 224 olika raser i Norge (Borge *et al.*, 2011) men då var kullstorleken endast marginellt större på våren (5,6 istället för 5,1 valpar). De största kullarna föddes i mars och de minsta i november.

Motsägningsvis så fann Šichtař *et al.* (2016) i sin studie av polska polisschäfrar att tikarna producerade betydligt mindre kullar i april ($4,5 \pm 0,6$ valpar) och betydligt större kullar i november ($8,8 \pm 0,6$ valpar). Se figur 1 för jämförelse av de olika studierna. Samma mönster gällde också för mortaliteten hos valparna där de kullar med lägst mortalitet föddes i november och de med högst i april. Som förklaring till denna variation jämfört med tidigare studier resonerar forskarna kring eventuella miljöeffekter av att de forskade på hundstallshållna hundar utan extra värme eller ljusreglering och att man därför skulle kunna se en annan effekt på privatägda hundar som hålls inomhus eller i ett annat klimat.

I en studie av irländska varghundar i Sverige över en trettioårsperiod såg man att flest kullar föddes på våren och lägst antal kullar på hösten (Urfer, 2009). Man såg dock ingen skillnad i kullstorlek mellan säsongerna.



Figur 1. Påverkan på kullstorlek av säsongen.

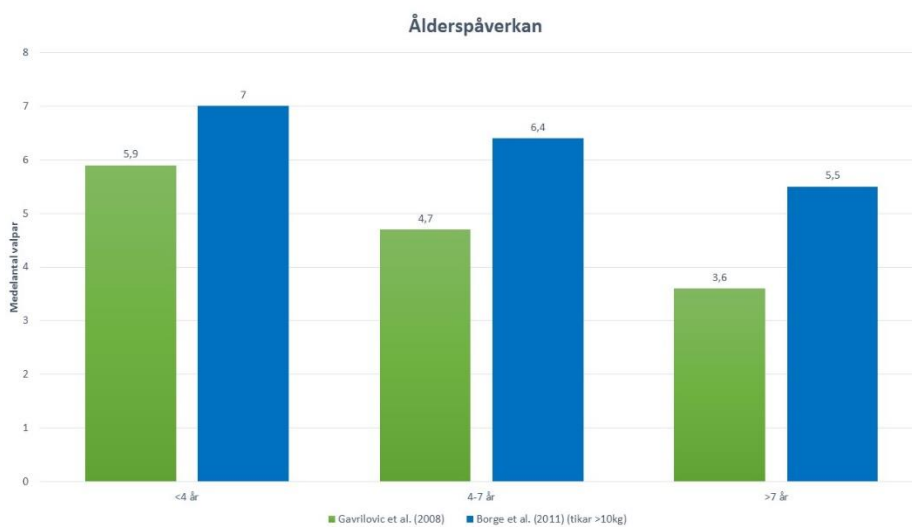
Tikens påverkan

Ålderspåverkan

Ett samband mellan tikens ålder och kullstorlek har kunnat påvisas av Gavrilovic *et al.* (2008) avseende svenska drevrar, både mellan kullstorlek och tikens ålder vid första valpning samt mellan kullstorlek och tikens ålder vid samtliga valpningar. Enligt studien minskade medeltalet valpar i kullen efter fyra års ålder från 5,9 till 4,7 stycken (se figur 2). Hos tikar över sju år minskade medeltalet ytterligare till 3,6. Liknande resultat har påvisats av både Hollinshead and Hanlon (2017) (där såg de en minskning på 0,13 valpar i kullmedlet för varje extra levnadsår) och Borge *et al.* (2011) och i en studie av Mandigers *et al.* (1994). Borge *et al.* (2011) såg endast sambandet med minskande kullar vid ökande ålder hos tikar av större raser.

Detta motsägs dock i Šichtař *et al.* (2016) där inget tydligt samband mellan tikens ålder och kullstorlek hittades. Däremot sågs ett visst samband mellan neonatalmortalitet (dödsfall efter födseln) hos valparna under de första tre veckorna och tikens ålder, då äldre tikar oftare hade dödsfall.

Även den perinatale mortaliteten (dödfödslar och dödsfall under den första levnadsveckan) påverkas av tikens ålder (Tønnessen *et al.*, 2012). Tikar över åtta år hade högst perinatal dödlighet, med 13,4 % döda valpar, medan tvååriga tikar hade den lägsta dödligheten, med bara 7,1 % döda valpar.



Figur 2. Påverkan på kullstorlek av tikens ålder.

Kullnumrets påverkan

Gavrilovic *et al.* (2008) jämförde kullstorleken hos förstagångsfödorskor jämfört med hos tikar som haft flera kullar. Förstagångsfödorskorna hade mindre kullar (4,82) än de tikar som haft en tidigare kull (5,34). Efter andra kullen minskade kullstorleken igen, med ca 0,2 valpar per kull. Šichtař *et al.* (2016) fann i sin studie av schäfrar att de största kullarna fanns hos de tikar som hade sin tredje till femte kull. Efter femte kullen ökade också antalet dödfödda valpar linjärt för varje kull och forskarna uppmanade därför till försiktighet vid fler än fem kullar för en tik. En tik som fick två kullar på ett och samma år fick i snitt en valp färre i den andra kullen än i den

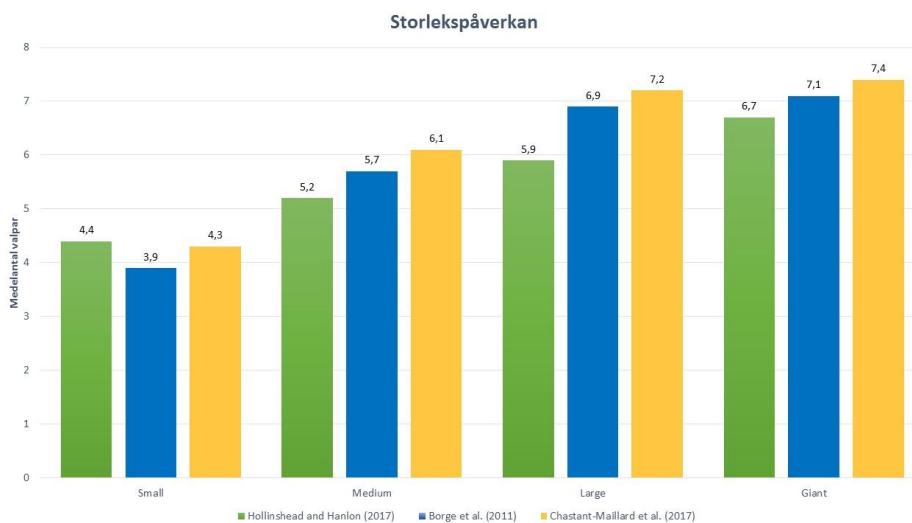
första. Mortaliteten hos valparna verkade dock vara oberoende av den täta dräktighetsfrekvensen.

Kullstorlekens påverkan

Kullstorleken påverkas av flera faktorer och storleken på den kull som tiken föddes i verkar ha en liten positiv inverkan på kullstorleken hos hennes valpar (Mandigers *et al.*, 1994). Effekten är så pass liten att det inte går att dra någon slutsats om att genetisk selektion baserad på kullstorlek skulle kunna ge större kullar.

Rasstorlekens påverkan

I en studie som jämförde 9126 tikar från 224 raser påvisades att de mindre raserna hade betydligt mindre kullar än de större (Borge *et al.*, 2011). Sambandet visades vara linjärt med ökande rasstorlek. De klassade in raserna i fem storleksgrupper med ökande kullmedel för varje storleksgrupp: miniature (3,5 valpar), small (4,2 valpar), medium (5,7 valpar), large (6,9 valpar) och giant (7,1 valpar). Samma samband kunde ses i en studie med polska hundar (Goleman *et al.*, 2015) och i en fransk studie med över 27 tusen tikar från 248 raser (Chastant-Maillard *et al.*, 2017) samt i en studie från Nya Zeeland med över 1000 tikar från 83 raser (Hollinshead and Hanlon, 2017). Hollinshead and Hanlon (2017) klassade sina tikar i small, medium, large och giant. De såg en ökning med nästan en valp per storleksklass (4,4 - 5,2 - 5,9 och 6,7 valpar). Se figur 3 som visar data från tre av studierna.



Figur 3. Påverkan på kullstorlek av rasens storlek. I figuren har klasserna miniature och small från Borge *et al.* (2011) summerats.

Påverkan på dräktighetens längd

Kullstorleken har visats ha ett negativt samband med dräktighetens längd (Gavrilovic *et al.*, 2008; Šichtař *et al.*, 2016) För varje extra valp över det förväntade medelantalet valpar i en kull så förkortas dräktighetens längd med 0,25 dagar, lika så förlängs dräktigheten med 0,25 dagar för varje valp under medel. Bortsett från längden mellan första och sista parning så var antalet valpar den enda faktorn som påverkade dräktighetens längd (Gavrilovic *et al.*, 2008). Varken säsong, ålder eller om tiken haft tidigare kullar påverkade längden på dräktigheten. Däremot sågs en påverkan på dräktighetens längd av födelsevikten per valp enligt Groppetti *et al.* (2015)

där födelsevikten var högre vid dräktigheter som varade i 64 dagar eller längre. Okkens *et al.* (1993) fann att kullstorlekens påverkan på dräktighetens längd endast kunde ses i de kullar som hade färre än åtta valpar. De tikar som hade längst antal valpar hade också längst dräktighet.

Födelseviktens påverkan

Inom samma ras sågs högre födelsevikt i mindre kullar än i större (Groppetti *et al.*, 2015). Till exempel, för tikar på 10–20 kg var födelsevikten för valpar i kullar med tre eller färre valpar $673,3 \pm 20,5$ gram och för kullar med nio eller fler valpar $382,2 \pm 34,9$ gram. Det sågs också ett samband genom att tikar mellan 2 och 8 år fick tyngre valpar än de yngre och äldre tikarna. Valparnas kön hade ingen effekt på födelsevikten, vilket gör att det inte har någon inverkan på resten av statistiken. Den genomsnittliga födelsevikten för de olika rasstorlekarna skiljde sig mest för hundar under 10 kg ($161,9 \pm 43,4$ gram/valp) i relation till de andra viktklasserna 10–20 kg ($399,1 \pm 127,7$ gram/valp), 20–30 kg ($409,1 \pm 84,6$ gram/valp), 30–40 kg ($571 \pm 120,6$ gram/valp) och över 40 kg ($544,2 \pm 118,3$ gram/valp).

Hanhundens påverkan

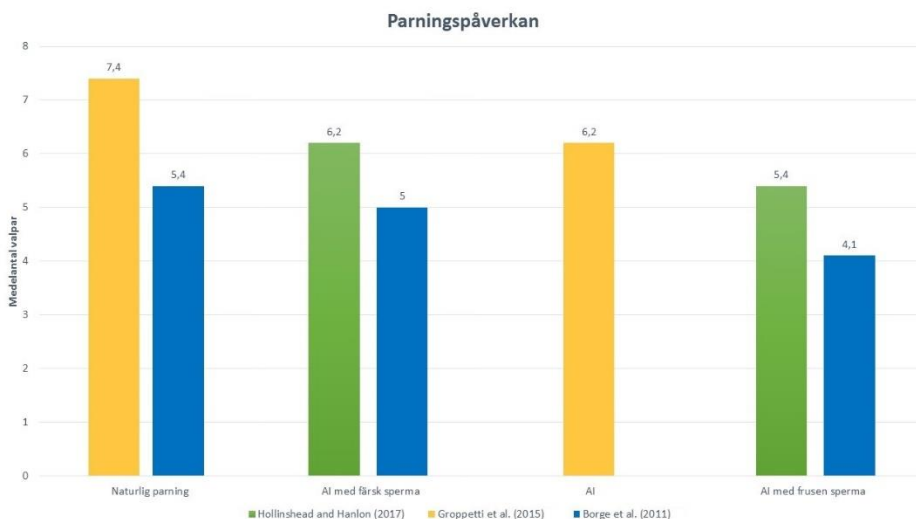
I en studie av Gavrilovic *et al.* (2008) som gjordes med 10 hanhundar över en period av 12 år och med minst 10 parningar vardera påvisades att hanhundarna inte hade någon inverkan på kullstorleken. Dock sågs en viss inverkan på förlossningshastigheten. Även Hollinshead & Hanlon (2017) såg en påverkan på förlossningshastigheten men då vid insemination med frusen jämfört med färsk sperma där den frusna gav långsammare förlossning (71 % jämfört med 80 %). De visade även att spermans kvalitet påverkade förlossningshastigheten då sperma av dålig kvalitet gav långsammare förlossning än den av god/excellent kvalitet (37 % jämfört med 67/79 %). Trots att det i litteraturen har nämnts att irländsk varghund har en snabbare försämring av spermakvaliteten med ökande ålder än generellt hos hundar (Urfer, 2009), kunde man inte se att äldre hanar producerar mindre kullar. Inte heller Hesser *et al.* (2017) kunde se något samband mellan kullstorlek och hanens ålder. Det har inte heller gått att visa någon koppling mellan nedsatt spermimotoilitet och minskad kullstorlek (Thomassen *et al.*, 2006; Burgess *et al.*, 2012; Hesser *et al.*, 2017). Hesser *et al.* (2017) mätte flera olika parametrar på spermakvaliteten (så som spermans motilitet, velocitet, morfologi och koncentration) hos friska labradorhanar och kunde inte hitta något samband mellan kullstorlek och någon av de uppmätta parametrarna. Mickelsen *et al.* (1993) gjorde redan för 25 år sedan en studie av motilitet och morfologi hos spermier kopplat till fertilitet och de kunde inte se något samband mellan vare sig motilitet eller morfologi och kullstorlek. Linde-Forsberg *et al.* (1999) såg en svag indikation på att spermimotoiliteten skulle ha en inverkan på kullstorleken, men inte tillräckligt starkt för att räknas som signifikant. Det sågs dock en tendens till att kullstorleken kunde påverkas när antalet spermier ökade från 100 till 400×10^6 vid inseminering transcervikalt.

Parningspåverkan

Antalet dagar mellan första och sista parning har inte setts ha någon effekt på kullstorleken (Gavrilovic *et al.*, 2008). Däremot sågs ett samband med att bara para föräldradyren en gång jämfört med flera. De kullar där föräldrarna endast parades en gång innehöll kullarna 0,52 valpar färre än medeltalet.

Inseminationspåverkan

Kullstorleken hos tikar som parades naturligt var signifikant större än hos de som inseminerades artificiellt (se figur 4: Borge *et al.*, 2011; Groppetti *et al.* 2015). Borge *et al.* (2011) fann dock endast detta samband hos tikar av större raser. Det fanns även en skillnad mellan de som inseminerades med färsk sperma, där minskningen på kullstorleken var mindre, och de som inseminerades med fryst sperma (se figur 4: Borge *et al.*, 2011; Burgess *et al.*, 2012; Hollinshead and Hanlon, 2017). Hollinshead and Hanlon (2017) såg en stor skillnad i kullstorleken medeltal efter insemination med färsk respektive frusen sperma, där färsk gav 6,2 valpar och frusen 5,4 valpar (± 3 valpar för båda). Att inseminera en gång gav en lägre ($5,3 \pm 0,3$) kullstorlek jämfört med att inseminera två gånger (Thomassen *et al.*, 2006) vilket gav $6,0 \pm 0,2$ valpar. Det var också viktigt för kullstorleken att tidpunkten för inseminering var korrekt (Thomassen *et al.*, 2006). Tikar som inseminerades vid optimal tidpunkt, i förhållande till ägglossningen, fick betydligt större kullar än de tikar som inseminerades för tidigt eller för sent ($5,8 \pm 0,2$ jämfört med $4,5 \pm 0,5$). Kieri (2018) har sammanfattat studier som visar att dräktighetsresultatet dessutom varierar beroende på var i tikens reproduktionssystem insemineringen sker. Det har visats ge ett högre dräktighetsresultat om tiken insemineras transcervikalt jämfört med vaginalt.



Figur 4. Påverkan på kullstorlek av olika parningsätt. Groppetti *et al.* (2015) tittade på AI som en samlad grupp medan Borge *et al.* (2011) och Hollinshead and Hanlon (2017) tittade på AI med färsk sperma och AI med frusen sperma som två olika grupper.

Inavelspåverkan

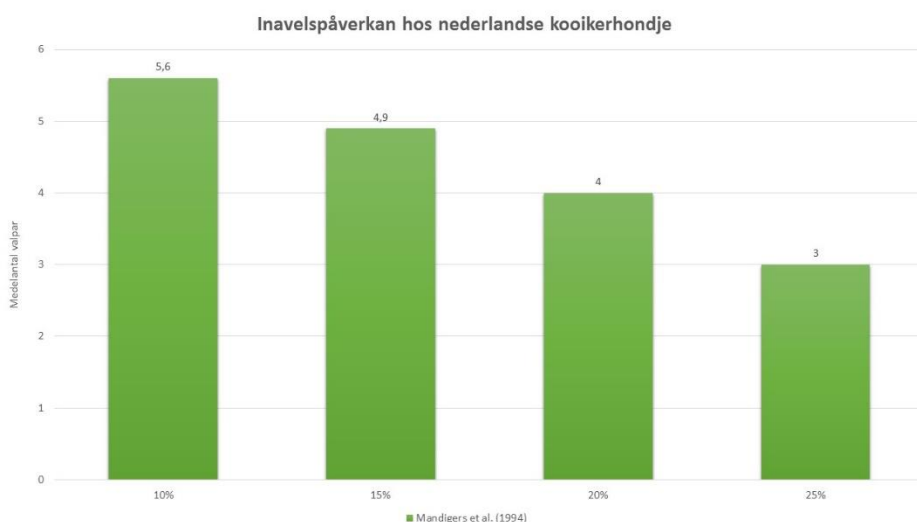
Inavelsgrad definieras som sannolikheten att en individ bär på dubbel uppsättning av en allel i ett locus som härstammar från en och samma stamfader (Johansson, 2005). Inaveln i en sluten population kan aldrig minska men den ökande inavelsgraden kan minimeras med en medveten korsningsberäkning.

Inavel är en faktor som är svår att eliminera hos våra hundar eftersom många av populationerna är små och parning mellan nära besläktade individer fortfarande är vanligt (Leroy *et al.*, 2015). Johansson (2005) sammanfattar i sin uppsats att inavel kan leda till så kallad inavelsdepression vilket kan beskrivas som de negativa konsekvenser som inavel kan leda till. Ett flertal studier

har visat att inavel kan leda till minskad överlevnad och försämrad fertilitet. Tikens fertilitet påverkas på flera sätt, bland annat genom minskad grad av äggutveckling och ägglossning, misslyckad äggdelning och ökad embryonal dödlighet vilket alla kan ge en minskad kullstorlek. Inavel kan vara både oavsiktlig eller avsiktlig. Vid avsiktlig talar man ofta om linjeavel vilket innebär att man selekterar aveln för att förstärka generna från en viss släktgren. Detta används ofta av uppfödare i en strävan att förstärka individuella eller rastypiska egenskaper.

Effekten av inavel skiljer mellan olika raser (Leroy *et al.*, 2015), men inom alla studerade raser ses en negativ effekt på kullstorleken och i raserna med högre inavelsgrad var således också effekten på kullstorleken högre. Johansson (2005) såg i sin studie av fem olika raser att hos samtliga raser sågs en negativ effekt på kullstorleken vid inavel hos tiken oavsett om man tittar på ny inavel, gammal inavel eller tikens totala inavel. Leroy *et al.* (2015) studerade sju olika raser (berner sennen, basset hound, cairnterrier, breton, tysk schäfer, leonberger, west highland white terrier) och fann att inom samtliga raser hade både valparnas inavelsgrad och tikens inavelsgrad en negativ effekt på kullstorleken. I snitt över raserna gav valparnas inavel en minskning av kullstorleken med 0,026 valpar per % inavel och tikens inavel en minskning med 0,02 valpar per % inavel. Vid minskad inavel kan man snabbt se en ökning i kullstorleken hos en population (Mandigers *et al.* 1994). Detta visades i en studie av populationen av nederländse kooikerhondje som efter att nästan ha blivit utrotad i Nederländerna har kunnat byggas upp igen men med endast 15 individer som grund. Över en trettioårsperiod kunde man genom en medveten avelsstrategi se en minskning av den ökande inavelsgraden hos avkommorna till de 15 ursprungliga individerna som gav en linjär ökning av kullstorleken, se figur 5.

I en studie som gjordes på irländsk varghund ses dock inga samband mellan inavel och kullstorlek (Urfer, 2009). Där drogs slutsatsen att trots att inavel har andra negativa effekter på rasen så har den ingen effekt på fertiliteten, representerad av kullstorlek.



Figur 5. Påverkan på kullstorlek av inavel hos hundar av nederländse kooikerhondje.

DISKUSSION

I den här litteratursammanställningen har jag funnit att det finns väldigt många faktorer som påverkar kullstorleken och forskningen kring detta verkar vara relativt omfattande, kanske beroende på att det förs goda statistiska data inom hundaveln vilket gör det enkelt vid statistiska studier. Det finns dock mer att önska inom forskningen när det kommer till de bakomliggande orsakerna till dessa faktorer.

Kullstorleken är ett intressant mått på fertilitet då det i litteraturstudien visat sig vara ett mått som i stort sett endast påverkas av tiken när man tittar på de olika faktorerna. Hanens spermakvalitet verkar endast ha betydelse för om det blir valpar över huvud taget men inte särskilt stor påverkan på hur många valpar det blir. Dock kan man argumentera för detta då det vid inseminering ses en skillnad i kullstorlek vid insemination med fryst eller färsk sperma, en faktor som i så fall inte bör skilja. Livslängden hos spermerna kan dock påverkas av frysningen vilket därmed kan påverka resultatet.

De faktorer hos tiken som verkar ha störst effekt på kullstorleken är tikens ålder, rasstorleken, parningssätt (naturlig parning eller insemination, antal parningar/inseminationer och parningstidpunkt) samt inavel. Den största negativa effekten av tikens ålder sågs hos tikar som var över sju år, detta skulle då kanske kunna ses som en indikation på att tikar över sju år inte bör avlas på längre. Det finns ju även en högre risk för andra komplikationer efter sju års ålder och SKK har därför infört i sina grundregler att en tik inte får passera sju år innan hon får sin första kull och om en tik som fött valpar före sju års ålder ska ha fler kullar därefter måste veterinär intyga att tiken förväntas klara de påfrestningar detta innebär (SKK, 2018).

Bortsett från tikar med en vikt under 10 kg så var födelsevikten hos valparna inom de olika storleksklasserna inte så olika, vilket gör att det är naturligt att de större raserna får större kullar då de anatomiskt får plats med fler valpar. Hos de allra minsta raserna sågs också en storleksbunden minskad kullstorlek trots att de i genomsnitt fått mycket mindre valpar. Angående födelsevikten så kan det argumenteras för att de absolut största kullarna inte är optimala för ett gott reproduktionsresultat då de relativt sett har lägre födelsevikt och valpar med för låg födelsevikt är predisponerade för underutveckling och dålig tillväxt som kan leda till neonatal död (Groppetti *et al.*, 2015).

Att forskarna har sett större kullar hos de tikar som har parats två gånger istället för bara en gång kan ju ha att göra med att det ger en mer optimal tidpunkt för parningen i förhållande till ägglossningen, med livsdugliga spermier och ägg på samma plats samtidigt. Den vanligaste orsaken till att tikar inte blir dräktiga är att man parar på fel dag och det skulle då också kunna vara samma sak som gäller för antalet parningar. Med fler parningar ökar chansen att det blir rätt tidpunkt och att så många ägg som möjligt kan bli befruktade. Tidpunkten för parningen är ju därmed också avgörande för kullstorleken. När det kommer till naturlig parning jämfört med artificiell insemination (AI) så ses bättre resultat vid naturlig parning, detta skulle kunna bero på att tiken är mer mottaglig vid optimal tidpunkt vid naturlig parning då alla hennes parningsbeteenden får uttryckas. Det skulle också kunna bero på att sperman lättare hamnar på rätt ställe vid naturlig parning, då man har sett att

vaginal AI ger sämre resultat än transcervikal AI vilket tyder på att lokaliseringen av sperman spelar stor roll.

Effekten av inavel är den faktor som förmodligen är viktigast att belysa, inte bara för att den har så stor påverkan på kullstorleken utan för att det hos hunduppfödare finns en utbredd missuppfattning om effekten av inavel. Det finns väldigt många uppfödare som anser att de negativa effekterna av inavel är så pass försumbara att de positiva effekterna får avgöra att inavel fortsatt sker. Inavel är den faktor som uppfödare kan ha störst påverkan på när det kommer till kullstorlek och där även små skillnader har positiva effekter. Det är också det område där man ser störst ytterligheter i effekten på kullstorlek, vilket tydliggörs klart i tabell 4. Det visades också att både gammal och ny inavel har en påverkan vilket gör minskningen av den nya inaveln ännu viktigare då inavelseffekten kommer att vara en kombination av den gamla och den nya inaveln. Den gamla inaveln kan vi inte påverka men vi kan påverka den nya. Om uppfödare ser till att inte para med för närbesläktade individer tror jag att vi kan få friskare raser.

Det som flera av de beskrivna studierna också har tittat på är en flerfaktorseffekt. Det innebär att flera faktorer kan ha påverkan på kullstorleken samtidigt men då i olika utsträckning. Det syns en större påverkan när man ser till varje faktor som enskild men det går inte att addera alla faktorer och se en extrem ökning eller minskning av kullstorleken av alla faktorer tillsammans. Faktorer som man kunde se integrerade i sin påverkan på kullstorlek var tikens ålder, parningssätt och rasstorlek (Borge *et al.*, 2011). Därav kan man anta att även om dessa faktorer spelar stor roll var för sig så har de störst inverkan när man arbetar med alla tre faktorerna tillsammans.

De studier som jag har tittat på har alla använt sig av samma faktorer när de tittar på kullstorleken. En av studierna skiljer sig på flera sätt från de andra och det är studien gjord på tjeckiska polisschäfrar av Šichtař *et al.* (2016). Bland annat ser forskarna motsägande resultat av säsongspåverkan jämfört med större studier i Sverige och Norge. Detta kan man resonera kring orsaken bakom, finns det felaktigheter i studiens upplägg eller varför skiljer sig resultaten så mycket? Forskarna bakom studien resonerar själva att miljön som hundarna i studien lever i (stallmiljö), utan extra värme eller ljuspåverkan kan spela roll för resultatet jämfört med studier gjorda med privatägda hundar som får sina valpar i hemmiljö. Detta tycker jag vore intressant att studera vidare, men i en studie som tar hänsyn till denna skillnad i hantering. Studien är också endast gjord på en ras medan till exempel den norska studien tittar på 224 olika raser (Borge *et al.*, 2011). Därför vore det intressant att se om detta kan vara något som ses regelbundet hos just schäfrar.

Slutligen så kan jag säga att det finns flera faktorer som i flertalet studier har setts ha en inverkan på kullstorleken och i förlängningen fertiliteten, men vad dessa faktorer beror på och deras inverkan på hunden som art krävs det ytterligare forskning om. Likaså kan man fråga sig utifrån tikens och valparnas hälsoperspektiv, behöver vi sträva efter större kullar eller är det mer hållbart med medelstora kullar? Vissa raser skulle kunna dra nytta av större kullar för att kunna få en bredare avelsbas, då en liten andel av alla hundar idag går in i avel, medan andra raser som redan har en relativt bred bas inte behöver sträva aktivt efter att få större kullar. Med detta sagt så är det inte ett alternativ att använda ovanstående data i

omvänt syfte, till exempel att inavla för att få mindre kullar då detta skulle kunna medföra andra svåra hälsoproblem. Det skall också påtalas att det kan finnas stora individuella skillnader inom en ras. Som slutsats går det att säga att det finns flera faktorer som spelar roll för kullstorleken och det är intressanta samband att titta på. Vad dessa beror på krävs det som sagt mer forskning om men faktorernas påverkan kan vara ett användbart verktyg i framtida avel.

I och med att jag har begränsat mitt urval av faktorer har jag kunnat titta på studier som kan bekräfta en viss faktors värde för kullstorleken men det skall noteras att det finns ytterligare faktorer som kan påverka kullstorleken och som inte tas upp i denna litteraturstudie. Det kan vara hormonella faktorer och anatomiska skillnader hos tikarna samt fysisk påverkan såsom kost, motion och livsmiljö.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Borge, K.S., Tønnessen, R., Nødtvedt, A., Indrebø, A., 2011. Litter size at birth in purebred dogs - A retrospective study of 224 breeds. *Theriogenology* 75, 911–919.
- Burgess, D., Mitchell, K., Thomas, P., 2012. Coeliotomy-assisted intrauterine insemination in dogs: a study of 238 inseminations. *Australian Veterinary Journal* 90, 283–290.
- Chastant-Maillard, S., Guillemot, C., Feugier, A., Mariani, C., Grellet, A., Mila, H., 2017. Reproductive performance and pre-weaning mortality: Preliminary analysis of 27,221 purebred female dogs and 204,537 puppies in France. *Reproduction in Domestic Animals* 52, 158–162.
- England, G., Russo, M., Freeman, S., 2009. Follicular dynamics, ovulation and conception rates in bitches. *Reproduction in Domestic Animals* 44, 53–58.
- Gavrilovic, B.B., Andersson, K., Linde Forsberg, C., 2008. Reproductive patterns in the domestic dog - A retrospective study of the Drever breed. *Theriogenology* 70, 783–794.
- Goleman, M., Karpiński, M., Czyżowski, P., Drozd, L., 2015. Litter size variation in Polish selected small dog breeds. *Italian Journal of Animal Science* 14, 3953.
- Groppetti, D., Ravasio, G., Bronzo, V., Pecile, A., 2015. The role of birth weight on litter size and mortality within 24h of life in purebred dogs: What aspects are involved? *Animal Reproduction Science* 163, 112–119.
- Guinness World Records (2004). *Largest litter - dog*. Tillgänglig: <http://www.guinnessworldrecords.com/world-records/largest-litter-dog/> [2018-03-06]
- Hesser, A., Darr, C., Gonzales, K., Power, H., Scanlan, T., Thompson, J., Love, C., Christensen, B., Meyers, S., 2017. Semen evaluation and fertility assessment in a purebred dog breeding facility. *Theriogenology* 87, 115–123.
- Hollinshead, F.K., Hanlon, D.W., 2017. Factors affecting the reproductive performance of bitches: A prospective cohort study involving 1203 inseminations with fresh and frozen semen. *Theriogenology* 101, 62–72.
- Johansson, H. 2005. *Genetisk studie av inavel och fertilitet hos hund*. Institutionen för husdjursgenetik, Sverige lantbruksuniversitet, Uppsala. Examensarbete 273.
- Kieri, S., 2018. *Artificiell insemination och embryotransfer hos hund*. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Veterinärprogrammet, Kandidatarbete 2018:49.
- Leroy, G., Phocas, F., Hedan, B., Verrier, E., Rognon, X., 2015. Inbreeding impact on litter size and survival in selected canine breeds. *The Veterinary Journal* 203, 74–78.
- Linde-Forsberg, C., Holst, B.S., Govette, G., 1999. Comparison of fertility data from vaginal vs intrauterine insemination of frozen-thawed dog semen: a retrospective study. *Theriogenology* 52, 11–23.
- McDougall, K., Hay, M.A., Goodrowe, K.L., Gartley, C.J., King, W.A., 1997: Changes in the number of follicles and of oocytes in ovaries of prepubertal, peripubertal and mature bitches. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement* 51, 25–31.
- Mandigers, P.J.J., Ubbink, G.J., Broek, J.V., Bouw, J., 1994. Relationship between litter size and other reproductive traits in the Dutch Kooiker dog. *Veterinary Quarterly* 16, 229–232.
- Mickelsen, W.D., Memon, M.A., Anderson, P.B., Freeman, D.A., 1993. The relationship of semen quality to pregnancy rate and litter size following artificial insemination in the bitch. *Theriogenology* 39, 553–560.
- Okkens, A.C., Hekerman, T.W.M., de Vogel, J.W.A., van Haaften, B., 1993. Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. *Veterinary Quarterly* 15, 160–161.
- Reynaud, K., Fontbonne, A., Saint-Dizier, M., Thoumire, S., Marnier, C., Tahir, M., Meylheuc, T., Chastant-Maillard, S., 2012. Folliculogenesis, ovulation and endocrine control of oocytes and embryos in the dog. *Reproduction in Domestic Animals* 47, 66–69.

- Šichtař, J., Dokoupilová, A., Vostrý, L., Rajmon, R., Jílek, F., 2016. Factors affecting reproductive efficiency in German Shepherd bitches producing litters for Police of the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science* 61, 7578–585.
- Sjaastad, O.V., Hove, K., Sand, O., 2010. *Physiology of Domestic Animals*, 2nd ed. Scandinavian Veterinary Press.
- SKK (2018). *Parning*. Tillgänglig: <https://www.skk.se/sv/uppfodning/avel-och-uppfodning/parning/> [2018-03-05]
- Thomassen, R., Sanson, G., Krogenæs, A., Fougner, J.A., Berg, K.A., Farstad, W., 2006. Artificial insemination with frozen semen in dogs: A retrospective study of 10 years using a non-surgical approach. *Theriogenology* 66, 1645–1650.
- Tønnessen, R., Borge, K.S., Nødtvedt, A., Indrebø, A., 2012. Canine perinatal mortality: A cohort study of 224 breeds. *Theriogenology* 77, 1788–1801.
- Tsutsui, T., Takahashi, F., Hori, T., Kawakami, E., Concannon, P., 2009. Prolonged duration of fertility of dog ova. *Reproduction in Domestic Animals* 44, 230–233.
- Urfer, S.R., 2009. Inbreeding and fertility in Irish Wolfhounds in Sweden: 1976 to 2007. *Acta Veterinaria Scandinavica* 51, 21.