

Slutrapport

Smågnagare som vektorer för sjukdomsframkallande mikroorganismer till husdjur

Bakgrund

Målsättning

Avsikten med projektet var att utvärdera riskerna som smågnagare utgör för spridning med sjukdomsframkallande mikroorganismer i och till animalieproducerande besättningar, i första hand gris- och fjäderfäbesättningar, samt direkt eller indirekt via husdjur/livsmedel till människor. En viktig del i projektet var att bygga upp en vävnads- och provbank av material (blod, vävnader, DNA från tarminnehåll) från smågnagare fångade i olika miljöer, som kan användas för kartläggning av en lång rad andra sjukdomar. I projektet ingick från början:

- I) att beskriva vilka djurarter av smågnagare som permanent eller tillfälligt vistas i gris- och fjäderfästallar
- II) att beskriva deras rörelsemönster och revir inom djurstallarna och förflyttning till och från omgivningen
- III) Att beskriva resistensgener mot råttgift (warfarinpreparat) hos smågnagare i gris- och fjäderfästallar
- IV) att leta efter ett urval av potentiellt patogena mikroorganismer hos smågnagare i djurstallar och i urbana miljöer
- V) att i djurbesättningar med infektionsproblem jämföra smittämnen hos grisar och fjäderfä med smittämnen påvisade hos smågnagare infångade i dessa djurs närmiljö.

Projektet har samfinansierats av Formas, SLF och SLU, där SLF:s del specifikt har gällt delstudierna II, III och en del av delstudie IV. Från början avsågs att Formas och SLU skulle stå för hela finansieringen men då endast 2,0 av 2,9 milj SEK av äskade medel beviljades från Formas, söktes och beviljades tilläggsmedel från SLF, vilket gjorde att projektet ett år försenat kunde påbörjas och slutföras. I en separat studie som rör tre parasiter har Ivar och Elsa Sandbergs stiftelse betalat analyserna. Att helt skilja finansiärernas roll åt i de olika delprojekten är inte möjligt eftersom, som exempel, samma DNA preparationer har kunnat utnyttjas för flera delprojekt.

Hypotes

Vilda smågnagare sprider smittor som orsakar sjukdomar i gris- och fjäderfäbesättningar och hos människor.

Smågnagare har alltid utgjort en risk för djur och människor avseende smittsamma sjukdomar. Som exempel kan anges pestbacillen som överförs till människan från råttor via loppor och som på 1300-talet sannolikt var orsaken till att 25 miljoner människor i Europa avled. Fortfarande så utgör vilda smågnagare och fåglar ett potentiellt hot mot produktionsdjurs och människors hälsa. Det som gjort att riskerna för smittöverföring har ökat snarare än minskat

under senare år är ett ökat intresse för ekologisk produktion och öppna, extensiva produktionssystem, liksom en förändrad sophantering som bl. a. innebär ökad kompostering och anläggandet av så kallade miljöstationer (ökat kretsloppstänkande). Kunskaperna om vilka arter av smågnagare som vistas i djurstallar och om vilka smittämnen som finns hos vilda smågnagare i olika miljöer i Sverige och utomlands är begränsad.

För att förstå epidemiologin bakom potentiell smittspridning genom smågnagare är det viktigt att veta omfattningen och utbredningen av deras revir och i vilken mån de rör sig inom och utanför revirgränserna, samt om de vistas i grisboxarna samtidigt som det finns grisar där. En ökad förståelse av dessa faktorer ökar möjligheterna att begränsa smittspridning till och inom djurstallar samt möjliggör en effektivare bekämpning av skadedjur. På senare år finns också misstanke om att genetiskt betingad resistens mot de vanligaste förekommande råttgifterna uppstått. I utländska studier finns sådana resistensgener beskrivna. Det är också viktigt att studera råttornas dygnsrytm och deras preferens för olika födoämnen för att kunna optimera bekämpningen.

Alla försök som beskrivs här skedde med tillstånd från Försöksdjursetiska nämnden och från Naturvårdsverket. Av nedanstående beskrivna delprojekt så har SLF finansierat delstudie II och III (tillsammans med SLU) samt delar av delstudierna IV och V.

Delstudie I. Beskrivning av vilka arter av smågnagare som permanent eller tillfälligt vistas i gris- och fjäderfästallar.

Material och metoder:

Totalt infångades 209 smågnagare i gris- och fjäderfäbesättningar, stadsmiljöer, i ett reningsverk och i andra urbana miljöer. I sex gris- och två värphönsbesättningar fångades vardera ≥ 10 st smågnagare in. Smågnagarna infångades via slagfällor eller transporterades levande in till Avdelningen för patologi, SVA, och avlivades där i godkänd avlivningsapparat, varefter djuren obducerades och prover uttogs för användning i Delstudie I och för att ingå i en vävnads- och DNA-bank. Från samtliga djur finns följande organ separat sparade (antingen nedfryst i $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ och/eller i formalin): tjocktarm, ileum, faeces, mjälte, njure, lever, lunga, hjärna, lymfknutor.

Resultat och diskussion

Husmus, *mus musculus* (n=129) och brunråtta, *rattus norvegicus* (n=60) var de vanligaste arterna av smågnagare som infångades, medan större skogsmus (n=19) var ett mindre vanligt fynd, tillsammans med ett mer anekdotiskt infångande av en vattensork.

Fördelningen mellan de olika arterna reflekterar inte nödvändigtvis den sanna fördelningen utan återspeglar kanske bara att husmöss är mer lättfångade än övriga arter av smågnagare.

Delstudie II. Beskriva dessa vektorers rörelsemönster och revir inom djurstallarna och förflyttning till och från omgivningen

Material och metoder

Studien genomfördes under hösten 2007 i en slaktsvinsbesättning i Uppland som under längre tid haft stora problem med råttor.

Tre råttor infångades och försågs med radiosändare applicerad i ett halsband för att studera deras revir och rörelsemönster. Utifrån resultaten applicerades två IR videokameror längs med ett utrymme som frekvent användes av råttorna. Inom kamerornas räckvidd sattes burfällor ut (ej apterade) som med jämna mellanrum försågs med jordnötssmör, kaviar, vaxblock med valnötssolja (vaniljsmak) samt grisfoder med valnötssolja. Som kontrollbete användes enbart grisfoder. Djuren videofilmades i realtid dygnet om under en period av 8 dagar (2 x 24 timmar

per betestyp med byte mellan fällorna efter första dygnet). Innan försökets påbörjades hade råttorna tillvants till jordnötssmör under en period av ca 6 månader. För att tillvänja råttorna till fällornas placering sattes de ut fem dygn innan försökets början.

Resultat och diskussion

Två av de tre av råttorna med radiosändare kunde följas under mer än 24 timmar.

Den enskilda rättans revir bestämdes till ca 500 m².

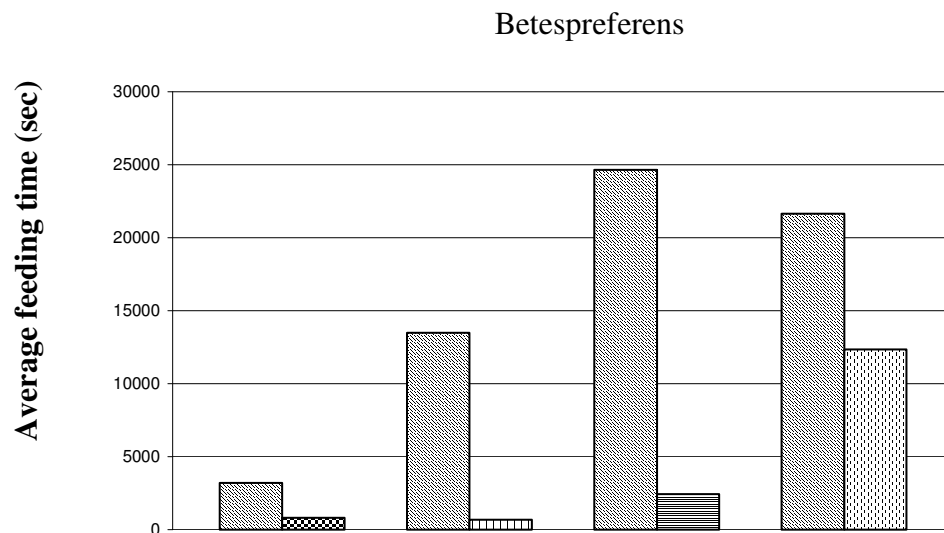


Figure 1: Bait preference results estimated as total time (sec) spent by rats at each bait station. PF-Pig feed; PN- Peanut butter; CA- Caviar, BW- wax bait + walnut oil; PFW- Pig feed + walnut oil.



Figur 2.Placering av utfodringsstationerna

Figur 1 visar att grisarna i alla undersökta situationer föredrog grisfoder framför något av testfodren. Detta visat på svårigheten att locka råttor till fällor i en miljö med överskott och variation av potentiella födoämnen för råttor. Idealt bör därför fällor betas med sådana födoämnen som råttorna är vana med.

Aktivitetsmönster över dygnet

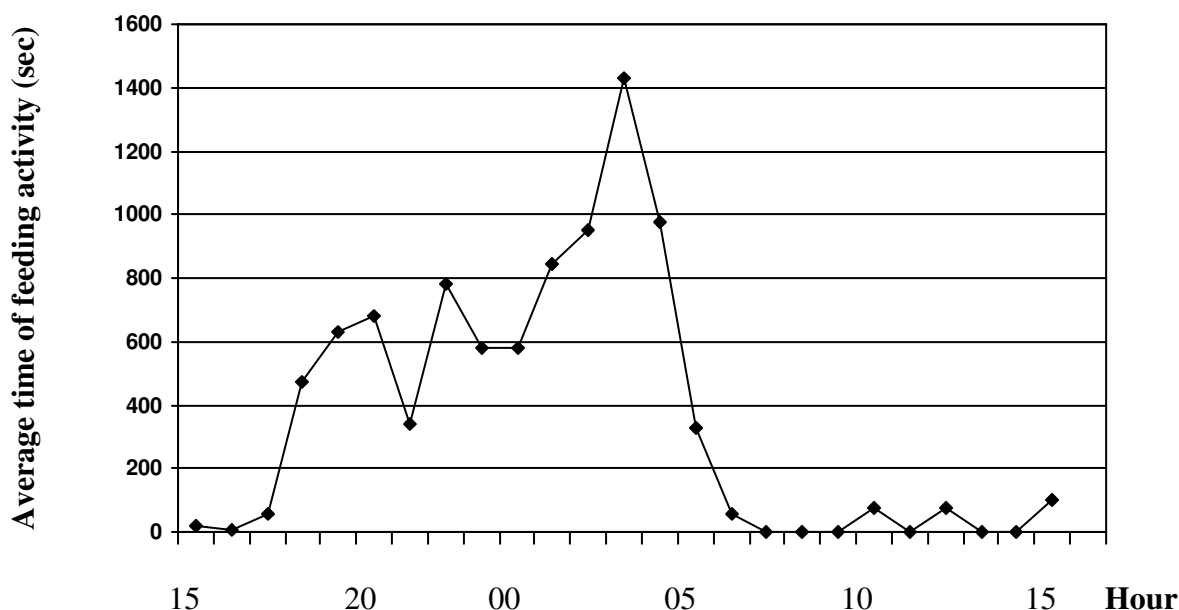


Figure 3: Chart showing the 24 hour feeding activity pattern of rats estimated over 8 days.

Studierna över aktivitetsnivåerna visar att råttor är som mest aktiva under perioden från midnatt fram till ca kl. 05 00 och som minst aktiva mellan 07 00 till ca kl. 18 00.

Delprojekt III. Att beskriva resistensgener mot råttgifter hos svenska smågnagare

Material och metoder

I bekämpningsprogram mot smågnagare förekommer allt fler uppgifter om utveckling av resistens mot råttgifter, i Sverige speciellt noterat i fjäderfäanläggningar. Resistens mot framför allt warfarinpreparat finns dokumenterad från många länder. Den genetiska bakgrunden till resistens (mutationer i VKORC1-genen som kodar för vitamin K oxid reductas) mot dessa preparat har nyligen beskrivits. I delprojekt III avsågs att undersöka om de mutationer som beskrivits också gäller för svenska förhållanden. Detta gjordes genom att applicera befintliga PCR-system baserade på VKORC1-genen och applicera dessa på DNA från råttor fångade i en svensk grisbesättning med stor och långvarig användning av råttgifter.

Tjugo mjältar från råttor infångade i besättningen där delstudie 3 utfördes, analyserades vid Skadedjurslaboratoriet i Köpenhamn

Resultat och diskussion

Inga av de mutationer som tidigare påvisats bl. a. i Danmark och Tyskland, kunde påvisas i den här undersökningen. Det gick alltså inte att styrka att resistens mot warfarinpreparat fanns hos råttorna i den undersökta besättningen, trots en lång tids intensiv användning av preparaten.

Denna undersökning blev endast utförd som en pilotstudie, på grund av att oklarheter uppstod när det gällde tolkningen av resultaten. För att säkert kunna fastställa om resistens föreligger har det visat sig att man fortfarande dessutom måste utföra så kallade BCR (Blood Clotting Response) tester som innebär att man exponerar råttor för stigande mängder av råttgift. Sådana tester är av djurskyddsskäl svåra att genomföra i Sverige.

Delstudie IV. Att leta efter ett urval av smittämnen hos smågnagare

Material och metoder

I samband med obduktion uttogs från samtliga smågnagare blod samt prov från tarm och andra vävnader. Mikroorganismerna påvisades med traditionella metoder, vanligen genom odling/biokemisk typning (*Brachyspira* spp., *Yersinia* spp., *Campylobacter* spp., serologi (toxoplasmos) och/eller PCR (*Brachyspira* spp., *Leptospira* spp., *Yersinia* spp., *Lawsonia intracellularis*, encephalomyocarditvirus) på vävnad eller renkulturer. Från samtliga tarmprover från gnagare extraherades DNA för direkt PCR-analys avseende *Lawsonia intracellularis* som inte går att odla på vanliga odlingssubstrat, samt Realtids-PCR analys avseende patogena *Yersinia enterocolitica* och *Yersinia pseudotuberculosis*. Från tarmprover analyserades även förekomst av *Giardia* spp. Från njurvävnad extraherades DNA för PCR analys av *Leptospira* spp. och hjärtvävnad har använts till extraktion av RNA för RT-PCR av encephalomyocarditvirus. DNA-proverna har sparats och kan senare användas för diagnostik av andra bakterier än de ovan uppräknade. I vissa fall har genotypning med i första hand sekvensering av 16S rRNA-gener, pulsfältselektrofores (PFGE) och random amplified polymorphic DNA (RAPD) använts. *Toxoplasma gondii* infektion påvisades med hjälp av serologi. *Trichinella spiralis* analyserades i muskelvävnad med digestionsmetoden enligt beskrivningen i EU-förordningen SANCO/2537/2005.

Resultat och diskussion

Brachyspira spp. (*B. hyodysenteriae*, *B. pilosicoli*, *B. intermedia*, *B. aalborgi*)

Bakterierna i detta genus är tarmspiroketer som orsakar några av de vanligaste diarrésjukdomarna hos gris. De är också påvisade som orsak till magtarmsjukdom hos fjäderfä och hund. *Brachyspira* spp. påvisas dessutom ofta hos människor, framför allt hos individer med nedsatt immunförsvar (*B. pilosicoli*). Eftersom smågnagare har samma kroppstemperatur som människor utgör dessa en misstänkt vektor för infektion till människor med *B. aalborgi*.

Totalt undersöktes 209 gnagare på förekomsten av *Brachyspira* spp. Åttiofem % av råttorna och 32 % av husmössen visade sig vara infekterade. Fenotypning av isolaten visade att gnagarna härbärgerar alla kända biokemiska fenotyper (grupp I, II, IIIa, IIIbc och IV). Vidare karaktärisering med sex olika speciesspecifika PCR metoder och sekvensering av speciellt intressanta isolat konfirmerade att gnagarna kan bära på samma *brachyspira* som man vanligen hittar hos såväl gris som höns, inkluderande viktiga tarmpatogener som *B. hyodysenteriae* och *B. pilosicoli*. Förutom de kända arterna upptäcktes tre nya genetiska varianter av *Brachyspira*, som tidigare inte finns beskrivna i litteraturen. Den första varianten kan misstas för *B. pilosicoli* om enbart PCR används som diagnostisk metod, och har fått det provisoriska namnet *B. rattus*, eftersom den enbart hittats hos råttor i denna studie. Den två andra varianterna, av oss beskrivna som *B. muridarum* resp. *B. muris*, skiljer sig från övriga *Brachyspira*-arter fenotypiskt och genom att de endast kan odlas vid 37° grader. Det är ännu okänt om de nya genetiska varianterna är patogena, samt om de finns hos andra värdar.

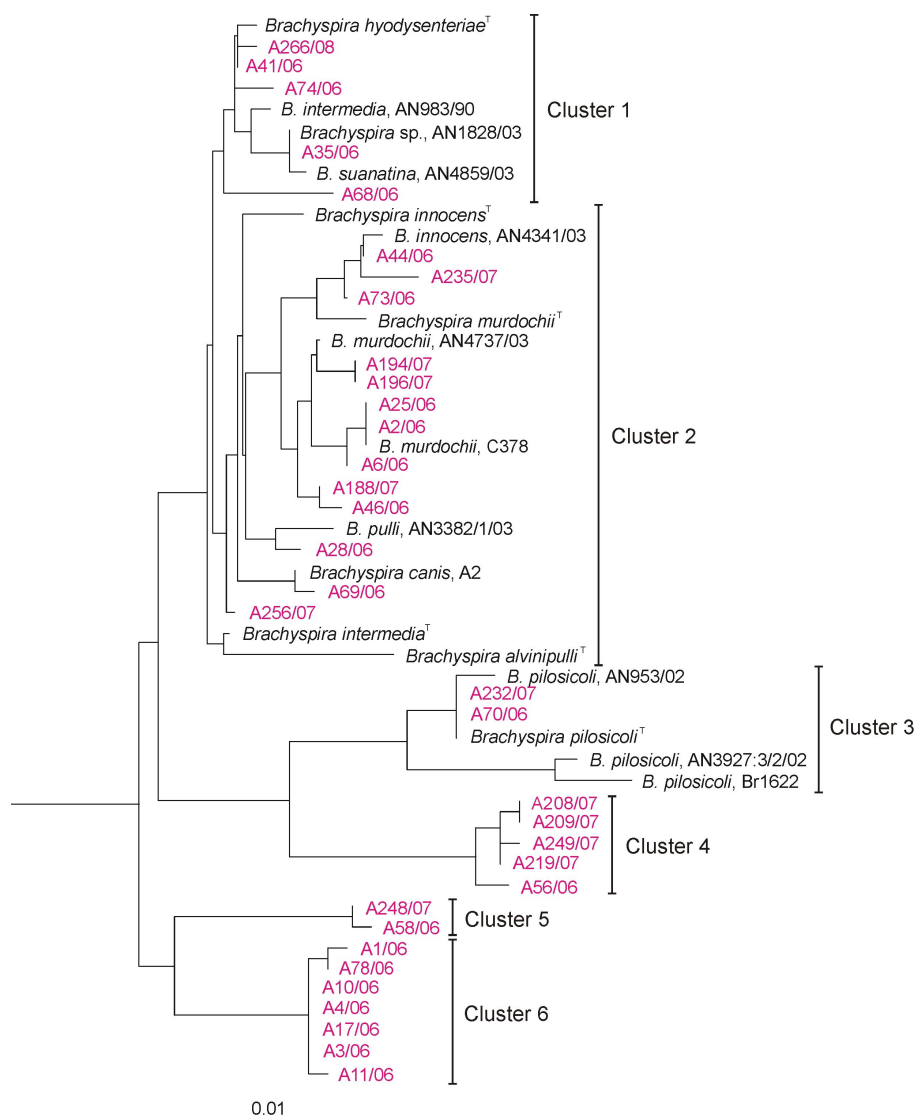


Figure 4. Evolutionary tree based on sequence analysis of the 16S rRNA gene, constructed by neighbour-joining from a distance matrix comprising 1452 nucleotide positions. Strain designations of rodent isolates are shown in red. *Brachyspira aalborgi* strains 513A^T and W1 were used as outgroups but are not shown in the figure. The length of the scale bar represents the distance equivalent to one substitution per 100 nucleotide positions (Backhans et al., 2010).

Yersinia spp. (*Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis*)

Yersinia är den tredje mest frekvent rapporterade zoonosen i Europa. Den orsakar gastroenterit men även akut lymfadenit, septikemi, och sequelae som artrit och erytema nodosum. De flesta fallen orsakas av *Y. enterocolitica*; fläskkött anses vara källan eftersom gris utgör en reservoar, men hos detta djurslag ses endast lindriga eller inga symptom på sjukdom. *Yersinia pseudotuberculosis* orsakar en del av yersiniosfallen. Även den är en livsmedelspatogen hos gris, men anses vara mer av en miljösmitta, med fynd i såväl vattendrag som vilda fåglar och gnagare, som misstänks utgöra reservoarer.

Totalt undersöktes i vår studie 190 gnagare med avseende på patogena *Yersinia enterocolitica*, dels genom konventionell odling, dels genom realtids-PCR. Dessutom applicerades en realtids-PCR för detektion av *Yersinia pseudotuberculosis* på materialet. Från tre gårdar, där gnagare infångats, provtogs även grisar för undersökning av *Yersinia*

enterocolitica. Undersökningen visade att 4.7 % (9/190) av gnagarna var positiva, att jämföra med 18 % (11/60) av grisarna. Endast gnagare från gårdar med positiva grisar var infekterade med *Yersinia enterocolitica*. Fem isolat från gnagare erhöles, som bioserotypades och visade sig vara *Y. enterocolitica* bioserotype 4/O:3, den vanligaste patogena bioserotypen. *Yersinia pseudotuberculosis* hittades i ett prov från en gnagare.

Vancomycinresistent (VRE) enterokocker

Dessa analyser har utgått ur studien på grund av tekniska problem (för liten mängd provmaterial/djur)

Campylobacter spp.

Campylobacter utgör en av de vanligaste orsakerna till diarrésjukdom hos människor, och är den vanligaste rapporterade zoonosen inom Europa. Den är framförallt en livsmedelssmitta och djur fungerar vanligen som bärare av infektionen. Gris men framförallt kyckling bär ofta på *campylobacter*.

I studien undersöktes samtliga gnagare på *Campylobacter* spp. genom konventionell odling på två olika medier. Resultatet visade att 8 gnagare bar på *Campylobacter jejuni*, den *campylobacter*art som orsakar flest sjukdomsfall hos människa. Större skogsmus var infekterad i högre grad än andra gnagararter, och de positiva djuren var vanligen infångade i fjäderfäbesättningar. *Campylobacter* spp. hittades i ytterligare 22 gnagare, och dessa kommer att undersökas närmare med PCR diagnostik.

Lawsonia intracellularis

Motiv: Den intracellulärt levande bakterien *Lawsonia intracellularis* är en av de vanligaste orsakerna till diarré hos gris. Bakterien orsakar diarrésjukdom hos hamster och den har påvisats hos primater, och smågnagare utgör därför en potentiell smittorisk, kanske också för människor, även om bakterien aldrig påvisats hos *homo sapiens*. Hur grisbesättningar smittas är oklart men smågnagare och vilda fåglar har föreslagits som smittkällor.

Totalt undersöktes 186 gnagare med avseende på *Lawsonia intracellularis* med PCR-diagnostik. Av dessa var nio gnagare positiva, huvudsakligen infångade i två olika grisbesättningar. Endast gnagare fångade i grisbesättningar var positiva, resultat som motsäger andra studier där man har funnit att vilda gnagare fångade i naturen i hög grad var infekterade. Vid dessa studier har dock en annan PCR metod använts där man kan misstänka ett mörkertal av falska positiva prover. Ett försök till samarbete med en amerikansk forskningsgrupp har inletts för att vidare undersöka de positiva proverna med en annan molekylärbiologisk teknik, VNTR, som eventuellt kan användas för att särskilja *Lawsonia intracellularis* från gris respektive andra djurslag, exempelvis häst.

Leptospira spp.

Leptospiros är en zoonos som framförallt utgör ett problem i tropiskt klimat men smittan finns även i tempererade zoner. Smågnagare är en känd reservoar för leptospiros och kan som symtomfria bärare av bakterien sprida smitta till andra däggdjur, som då kan få kliniska symtom. Dess betydelse som zoonos i Sverige är liten, med ett fåtal fall varje år hos människa, varav de flesta är smittade utomlands. Hos gris kan *Leptospira*-arter orsaka reproduktionsstörningar med hög frekvens omlöpning, färre antal grisar per kull och enstaka aborter. Serologiska undersökningar har utförts på gris vid ett antal tillfällen med 20-34 % positiva djur uppvisande antikroppar mot serovar bratislava, icterohaemorrhagiae och sejroe. Totalt undersöktes 116 gnagare från grisbesättningar och övriga lokaler. DNA från njure analyserades med hjälp av två olika PCR system utvalda för att detektera patogena leptospiaraarter inom ramen för ett EEF-projekt. En av PCR-metoderna gick att applicera på

materialet och resultatet visade att 15 gnagare var positiva. Samtliga utom två var infångade i grisbesättningar och utgjordes av husmöss respektive större skogsmöss. En råtta och en vattensork infångade i stadsmiljö var också positiva. Sekvensering av de erhållna PCR produkterna visade på förekomst av flera olika sekvenser, med störst likhet med *L. borgpetersenii*, *L. weili* och *L. interrogans* serovar copenhageni. Resultaten tyder på att leptospira är relativt vanligt förekommande hos svenska gnagare, vilket väcker frågan om dessa också utgör en smittorisk för gris.

Parasitundersökningar(trikiner, toxoplasmos och giardia)

Kommentar: Dessa studier ingick inte från början men möjliggjordes genom ett bidrag från Elsa och Ivar Sandbergs stipendiefond. Dessa undersökningar har utförts på uppdrag vid SVA:s parasitologavdelning och i sin helhet finansierats av Ivar och Elsa Sandbergs stipendiefond. Resultaten finns publicerade som kongressrapporter och i en vetenskaplig artikel (se publikationslista nedan).

Encephalomyocarditvirus

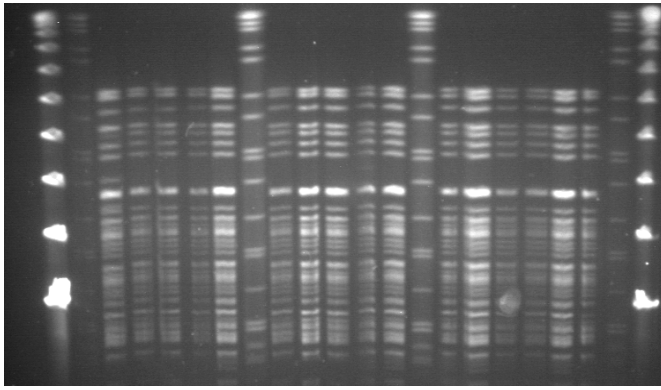
Encefalomyokarditvirus (EMCV) är ett virus som i Europa orsakat utbrott av plötsliga dödsfall och reproduktionsproblem i grisbesättningar. Gnagare, framför allt råttor och möss, anses naturliga värdar av viruset och kan sprida det vidare till grisar och förmodligen även till människa. Vid en tidigare undersökning av EMCV i Sverige påvisades hos gris en prevalens av antikroppar på 16,8 %. Direktundersökning av virus har ej gjorts tidigare i Sverige. Totalt undersöktes 125 gnagare, infångade i grisbesättningar och fjäderfäbesättningar. Elva av dem var positiva, samtliga utom en infångade i grisbesättningar. Övervägande möss var infekterade (9/12), de övriga var av arten brunråtta. PCR produkterna sekvenserades och visade sig vara 97-100 % identiska med regionen 5'UTR vilken är en generellt väl konserverad region hos EMCV. Studien har därmed påvisat EMCV hos humus och brunråtta i Sverige.

Resultaten indikerar att EMCV är vanligt eller mycket vanlig förekommande i Sverige. Ytterligare undersökningar behövs för virusets förekomst i grisbesättningar och utredning av den kliniska relevansen i Sverige.

Delprojekt V. Att jämföra smittämnen hos grisar och fjäderfä med smittämnen påvisade hos smågnagare och vilda fåglar infångade i dessa djurs närmiljö.

I besättningarna i Delstudie I provtogs 10 produktionsdjur med diarré per besättning för analys av smittämnen. I de fall där samma bakteriearter påvisades hos vektorer och produktionsdjur i besättningarna användes PFGE och RAPD för att verifiera att det var samma klon av bakterierna som infekterat vektorerna och produktionsdjuren.

Isolat av *Y. enterocolitica* bioserotype 4/O:3 från gnagare jämfördes med isolat från gris från samma besättningar med hjälp av PFGE och RAPD. De erhållna DNA profilerna visade på identiska isolat från de bägge djurslagen. Slutsatsen från studien blir att gnagare bär på samma kloner som grisar, och därmed kan utgöra en viss smittrisk mellan omgångar, varför gnagarbekämpning blir extra viktigt som en hygienåtgärd i samband med att man tömmer och rengör ett stall. Däremot finns det ingenting som tyder på att gnagarna skulle utgöra någon egentlig reservoar för smittan.



Figur 5. Pulsfältsgel elektroforesmönster som visar identiska mönster från gnagar- och grisisolat av *Yersinia enterocolitica* 4/O:3

Brachyspiraisolat av olika arter från gnagare (n=37), grisar (n=44) och höns (n=14) analyserades med RAPD, och 25 av dem som uppvisade identiska resultat mellan gnagare och animalieproducerande djur, utvaldes för vidare analys med PFGE. Dessa analyser är inte klara

Publikationer (med dedikation till SLF i kursiv stil)

Vetenskapliga publikationer

1. Backhans A., Råsbäck T., Fellström C. Comparison of *Brachyspira* isolates from rodents and pigs by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) performed in two Swedish pig herds. The 4th international Conference on Colonic Spirochaetal Infections in Animals and Humans 20th-22nd May 2007, abstract 33.
2. Backhans A., Fellström C. A prevalence study of *Trichinella* spp in wild rodents in Sweden. Poster Proceedings, 20th International Pig Veterinary Society Congress, 22-26 June 2008, p 619.
3. Lebbad M., Mattsson JG., Christensson B., Ljungström B., Backhans A., Andersson JO., Svärd SG. From mouse to moose: Multilocus genotyping of *Giardia* isolates from various animal species. Vet Parasitol. 2009 Nov 13.
4. Akande O., Backhans A., Fellström C. A bait preference study of wild rats on a pig farm. 20th International Pig Veterinary Society Congress, 22-26 June 2008, p 613.
5. Backhans A., Johansson K-E, Fellström C. Spirochaetes isolated from wild rodents. Proceedings The 5th international Conference on Colonic Spirochaetal Infections in Animals and Humans, León, Spain, June 8th-10th 2009, pp. 58-59.
6. Backhans A. Fellström C, Thistedt Lambertz S. Occurrence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis* in small wild rodents in Sweden. In manuscript.
7. Backhans A., Johansson K-E., Fellström C. 2010. Phenotypic and molecular characterization of *Brachyspira* spp. isolated from wild rodents. Accepted for publication in Environmental Microbiology Reports.

MSc avhandling

8. Akande Olumide Abimbola. 2008. A study on wild rat behavior and control on a pig farm. International MSc thesis. Dept. of Clinical Sciences, SLU. Report/Master of Science Programmes in Veterinary Medicine for International Students vol. 72.

Tillgänglig via <http://diss-epsilon.slu.se:8080/archive/00001966/>

Examensarbeten inom veterinärprogrammet utförda vid Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap, Institutionen för Kliniska Vetenskaper, SLU

9. Saager, Magnus. 2009. Är gnagare reservoarer för encefalomyokarditvirus i svenska djurstallar? Examensarbete 2010:1, ISSN 1652-8697
Tillgänglig via <http://stud.epsilon.slu.se/739/>
10. Gammelgård, Erik. 2009. Är gnagare reservoar för patogena leptospiraarter? Examensarbete 2010:50, ISSN 1652-8697
Tillgänglig via <http://stud.epsilon.slu.se/737/>

Planerade vetenskapliga publikationer

11. Backhans A. Jansson D., Aspan A., Fellström C.. *Epidemiologic study of Brachyspira spp. in rodents, pigs and chicken*
12. Backhans A. et al. *Survey on pathogenic microorganisms in wild rodents caught in pig and chicken farms*

Planerade populärvetenskapliga publikationer

13. "Smittämnen hos vilda smågnagare i djurstallar", *Svensk Veterinärtidning*
14. "Smittämnen hos vilda smågnagare i grisstallar", *Svensk Gris med Knorr*
15. Encephalomyocarditvirus, ett smittämne av betydelse för gris i Sverige? *Svensk Veterinärtidning*

Bland övrig resultatförmedling till näringen kan nämnas ett föredrag om resultaten från delstudie II (beteendestudier av råttor) hållet av Olumide Akande inför anställda inom Nomor Skadedjursbekämpning.