



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Askskottsjukan

Hur mår våra skyddsvärda askar?



Rapportnr: 2016:28

ISSN: 1403-168X

Projektledare: Anna Stenström

Författare: Vikki Bengtsson, Pro Natura

Foto: Vikki Bengtsson, Pro Natura

Utgivare: Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Naturavdelningen

Pro Natura

Rapporten finns som pdf på www.lansstyrelsen.se/vastragotaland under Publikationer/Rapporter.

Förord

Askskottsjuka är en ny sjukdom som utgör ett hot mot våra askar och därmed mot våra skyddsvärda träd och alla andra organismer som är beroende av askarna. Detta nya hot gör det därför svårare att uppnå miljömålen Ett rikt växt- och djurliv och Ett rikt odlingslandskap. Åtgärdsprogrammet för särskilt skyddsvärda träd i kulturlandskapet har ansett det mycket viktigt att följa utbredningen av askskottsjukan i länet och har därför genomfört denna inventering. Författaren tackas för sin insats.

Anna Stenström

Koordinator för Åtgärdsprogram för hotade arter

Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	1
Sammanfattning	2
Summary	4
Introduktion	6
Hotbild	9
Metodbeskrivning	11
Resultat	12
Hamling och askskottsjuka	15
Diskussion och litteraturgenomgång	17
Rekommendationer	22
Litteraturlista	24
Bilagor	30
Fältprotokoll för inventering av askskottsjuka	30

Sammanfattning

Gamla askar har stort kulturhistoriskt samt biologiskt värde i Sverige.

Askskottsjuka är en svampsjukdom som angriper askar i hela landet och finns nu i stora delar av Europa. Den angripande svampen är en sporsäcksvamp som numera heter *Hymenoscyphus fraxinus*. Spridningen sker huvudsakligen med sporer via luften utan hjälp av någon insekt (Kowalski & Holdenreider, 2009a; Queloz *et al*, 2011). *H. fraxinus* tros ha sitt ursprung i Japan och Korea där *Fraxinus manchuria* är dess värd och då är den inte sjukdomsalstrande (Zhoa *et al*, 2012)

För att följa upp askskottsjukans förlopp, inventerades 330 skyddsvärda askar (fördelade mellan askar som har hamlats för mer än 30 år sedan, sådana som hamlats inom de senaste tio åren och icke hamlade träd) i Västra Götaland år 2009, 2011, 2013 och 2015.

Enligt flera forskare (Kjaer *et al*, 2011, Gross *et al* 2015) är de flesta askträd mottagliga för sjukdomen och förmodligen visar bara runt 1 % av populationen någon slags resistens/tolerans.

Enligt genomförd inventering har 90 % av de skyddsvärda askarna i länet drabbats av askskottsjuka jämfört med 62 % 2009. Dödlighet har ökat från 1,4 % per år mellan 2009 och 2011 till 2,15 % per år mellan 2013 och 2015. Totalt sett har 35 askar dött sedan uppföljning började år 2009 (11 %).

2009 fanns det inget samband mellan stamomkrets och askskottsjuka (Bengtsson & Stenström, 2009), men 2015 var sambandet mellan stamomkrets och påverkan av askskottsjuka signifikant. Inga av de undersökta träden under 140 cm i omkrets var friska.

Under tidigare års analyser har askskottsjukans effekter på hamlade träd skiljt sig mellan åren (Bengtsson *et al*, 2012; Bengtsson, 2014). Analys på data från alla fyra olika inventeringstillfällena visar att träd som inte hamlats var mer drabbade av askskottsjuka än träd som hamlats för mer än trettio år sedan.

Om en stor del av askarna dör eller tas ner i onödan utgör askskottsjuka ett stort hot mot skyddsvärda askar. Arter knutna till ask riskerar att minska under de kommande åren. Risken är dessutom stor att döda askar ersätts av träd som inte bär på samma biologiska mångfald eller i värsta fall inte ersätts alls.

Rekommendationer i dagsläget:

- Undvik all beskärning av gamla askar tills vidare, om det inte finns akut risk för att de bryts sönder.
- Både friska och sjuka askar som har hamlats regelbundet kan fortsätta att hamlas tills vi vet mer. Om det finns möjlighet så bör man inte hamla alla träd samma år, utan sprida ut åtgärderna under flera år. Här är det viktigt att följa upp de drabbade askarnas hälsostillstånd. Börja gärna med nyhamling på unga, friska askar.
- Avverka inte askar i förebyggande syfte, varken friska, sjuka eller döda träd om de inte utgör en säkerhetsrisk.

- Om askar måste tas ned, ersätt dem helst med lönn som har liknande egenskaper som ask. I andra hand kan övriga inhemska ädellövträd användas.
- Har du miljöstöd. Kontakta alltid din miljöstödshandläggare för samråd innan åtgärd. Mer information finns på Länsstyrelsens hemsida www.lanstyrelsen.se/vastragotaland, klicka på Djur och Natur, Åtgärdsprogram för hotade arter, Skyddsvärda träd.

Summary

Veteran ash trees have great cultural as well as biological significance in Sweden. Ash dieback is a fungal disease which affects ash across its entire distribution range in Sweden. The fungus which causes the disease is an ascomycete which is now called *Hymenoschyphus fraxinus*. The disease is spread primarily by airborne spores without the help of any insects (Kowalski & Holdenreider, 2009a; Queloz *et al*, 2011). *H. fraxinus* is thought to originate from Japan and Korea where *Fraxinus manchuria* is the host and it is not pathogenic (Zhoa *et al*, 2012).

In order to follow the development of ash dieback, 330 veteran ash trees were surveyed (divided up into pollards cut more than 30 years ago, pollards cut less than ten years ago and maiden trees) in the County of Västra Götaland in 2009, 2011, 2013 and 2015.

According to several researchers (Kjaer *et al*, 2011; Gross *et al* 2015), the majority of ash trees are susceptible to the disease and that only around 1% of the population seems to have some kind of resistance/tolerance.

According to this survey 90% of the ash trees were affected by ash dieback in the county compared with 62% in 2009. The mortality rate has increased from 1.4% annually between 2009 and 2011 to 2.15% per year between 2013 and 2015. In total 35 trees have died since the study began in 2009 (11%).

In 2009 there was no relationship between girth and ash dieback (Bengtsson & Stenström, 2009), but in 2015 there was a significant relationship between girth and the impact of ash dieback. No trees under 140 cm in girth were completely healthy.

In the previous analyses, the impact of ash dieback on pollards has varied between the years studied (Bengtsson *et al*, 2012; Bengtsson, 2014). Analyses carried out in 2015 for all four occasions shows that maiden trees (not pollarded) are more affected by ash dieback than trees which have been pollarded more than 30 years ago.

If a large proportion of the population of ash trees die or are felled unnecessarily, then this disease is a great threat to the ancient ash trees. Species associated with ash are also likely to decline in the coming years. There is also a risk that dead ash will be replaced by trees which do not have the same biodiversity value or in the worst case, not replaced at all.

Current recommendations:-

- Avoid any tree surgery on old ash trees for the time being, if there is not an acute risk that they will fall apart
- Both healthy and sick ash trees which have been pollarded regularly should continue to be pollarded until such time as we know more. If possible avoid pollarding all trees in the same year, but spread the pollarding out over several years. It is very important to follow up these trees and the impact of ash dieback. It is worth starting cutting new pollards on young, healthy ash trees.

- Do not fell ash trees as a preventative measure; healthy, sick or dead trees if they do not present a safety risk.
- If ash trees must be felled, replace them ideally with maple (which has similar characteristics) or alternatively other native deciduous trees.
- If you have any agricultural subsidies, always contact your advisor for advice before doing any work. More information is available on The County Administrative Board's website www.lanstyrelsen.se/vastragotaland.

Introduktion

En femtedel av Sveriges askar finns i Västra Götalands län (Skogsdata 2012). Många av dessa askar mår dåligt, har glesa kronor med döda grenar och sparsamt med löv. Askarna har drabbats av en sjukdom som kallas askskottsjuka, en svampsjukdom som angriper ask i hela dess utbredningsområde i landet. Askskottsjukan har spridits österifrån och finns nu i stora delar av Europa och har rapporterats i minst 25 länder (se referenser i Pautasso *et al*, 2013). Ask finns sedan 2010 på den Svenska Rödlistan (Artdatabanken, 2015).

Sjukdomen upptäcktes för första gången i Sverige 2001/2002 på Öland (Barklund, 2009). Två år senare hade den orsakat stora skador i hela askens utbredningsområde i Sverige. Enligt en nationell riktad skadeinventering av utslumpade provytor i Götaland som genomfördes av SLU under 2009 och 2010 så var ungefär 25 % svårt skadade och 50 % påtagligt utglesade av de 539 träd som undersöktes (www.skogskada.slu.se).



Figur 1 – Närbild av typiska skador som orsakas av *Hymenoscyphus fraxinus*.

Svampen som orsakar askskottsjuka är en sporsäcksvamp (ascomycet) som numera heter *Hymenoscyphus fraxinus* (synonymen är *Hymenoscyphus pseudoalbidus*) (Baral *et al* 2014). Den asexuella formen av samma svamp heter *Chalara fraxinea*. Det är vanligt att ascomyceter förekommer i båda dessa former och också att de har olika namn, även om det egentligen är fråga om samma svamp. En nära besläktade art *H. albidus* (nästan omöjligt att skilja från *H. fraxinus*) är känd i hela Europa som nedbrytare av askbladens skaft. *H. albidus* är känd från Europa sedan 1851 och är inte sjukdomsalstrande (Kowalski & Holdnerieder, 2009a; Queloz *et al* 2011; Orlikowski *et al* 2011; Gross *et al*, 2014). McKinney *et al*, 2012 har även visat att *H. fraxinus* verkar ersätta den inhemska *H. albidus* i Danmark vilket gör att den sistnämnda arten kan bli en sällsynt företeelse på sikt. *Hymenoscyphus fraxinus* tros ha sitt ursprung i östra Asien där *Fraxinus manchuria* är dess värd. I Asien

verkar inte *H. fraxinus* vara sjukdomsalständer (Zhoa *et al*, 2012; Gross *et al* 2014). På grund av den mycket stora genetiska variation som svampens population visar i Japan jämfört med den Europeiska populationen, tycks *Hymenoscyphus fraxinus* vara introducerad till Europa och kanske enbart en eller två gånger (Gross *et al*, 2012; Gross *et al*, 2014).

Under juli-september sprids svampens sporer med vinden från fruktkropparna som bildat på fjolårets nedfallna bladskaft, till askens blad, bladskaft och årsskott. Svampen tar sig sedan in genom bladets yta. Därefter sprider sig svampens hyfer in i blad och bladskaft och kan via bladskaftet växa in i skottet och döda innerbarken. Spridningen av svampen sker med sporer via luften utan hjälp av någon insekt. (Queloz, *et al*, 2011; Skogsskada, 2015).

Skotten blir rödaktiga eller bruna sedan svampen angripit innerbarken som dött. Fjolårsskottens nya knoppar slår därför inte ut på våren (Kowalski & Holdenrieder, 2009b). Angreppen liknar frostsador och sprider sig senare vidare i grenarna och in i stammen, och det kan bildas kräftsår på stammen. Angreppen kan leda till att såväl små plantor som stora träd dör (Pautasso *et al*, 2013; Gross *et al*, 2013). Det har misstänkts att angreppen även kan ske vid stambasen och att vissa träd kan ha skador vid stambasen utan att kronan visar några symtom (Husson *et al.*, 2012), men definitivt bevis för detta saknas (Gross *et al*, 2014).

Omvärldsfaktorer som kan ha samband med askskottsjuka är torra, vattenförhållanden, frost och förändrade vinterförhållanden (Schumacher *et al*, 2010), men det finns ganska lite forskning om just omvärldsfaktorer (Gross *et al*, 2013). Den enda man har kunnat visa i det fallet är att askar som står lite blötare verkar vara hårdare drabbade (Gross *et al*, 2013; Eklund, 2009). Inom forskningen har man starkt fokuserat på den genetiska variationen inom askpopulationen.



Figur 2 –Askar som hamlades senast 2012 och som visar olika grad av symtom på askskottsjuka. Trädet i mitten var levande 2013, men dött 2015.

Hietala *et al*, 2013 har sett att antalet sporer är som högst från mitten av juli till mitten av augusti. Detta gör att infektionstrycket ligger som högst under högsommaren.

På grund av den rådande kunskapsbristen bestämde Länsstyrelsen i Västra Götalands län att utföra en inventering av skyddsvärda askar i länet under sommaren 2009 (Bengtsson & Stenström, 2009). Detta för att få en överblick av hur askskottsjukan har drabbat länet och för att kunna följa sjukdomens utveckling under de kommande åren. Uppföljningen av samma träd gjordes sedan 2011 (Bengtsson *et al*, 2012), 2013 (Bengtsson, 2014) och 2015.



Figur 3 – Svampens fruktkroppar, som sprider sporer, växer på askens fjolårsbladskaft på marken nedanför askarna.

Hotbild

Spridningen av askskottsjukan har skett mycket snabbt, vilket enligt forskare på Sveriges Lantbruksuniversitet är synnerligen ovanligt. Spridning beräknas i snitt att vara 75 km/år enligt Gross *et al*, 2013. Hur stor del av de svenska askarna som kommer att dö vet ingen, men det är osannolikt att trädarten kommer att försvinna i landet. En orsak till att askarna inte helt kommer att dö ut är att olika individer har olika motståndskraft. En ask som är symptomfri kan stå alldeles intill ett sjukt träd förmodligen på grund av en stor genetisk variation inom askpopulationen. (Barklund, 2009; Bengtsson & Stenström, 2009; McKinney *et al*, 2011; McKinney *et al*, 2012; Bengtsson *et al*, 2013).

H. fraxineus förekommer i nordöstra Asien på *Fraxinus mandshurica*. Troligen har den förts in till Europa via odling av prydnadsträd och den har åtminstone delvis spritts med infekterade askar från plantskolor som sedan planterats i parker och skogar. Det här är ett exempel på vad handel med trädplantor kan leda till (Stenlid, 2013).

Sjukdomen är ett stort hot mot Västra Götalands askpopulation. Även om vissa askar har en förstärkt motståndskraft så är inga resistent träd kända. Det finns dessutom ytterligare ett hot i att markägare sågar ner sina askar på grund av okunskap eller för att de tror att detta minskar risken för spridning. Askskottsjukan upptäcktes i Polen och Litauen i början av 1990-talet utan att sjukdomens orsak då var känd (Przbyl, 2002). Nu är ungefär 60 % av askbestånden i dessa länder döda (*Lygis muntl*). Ask liksom alm finns numera på den svenska rödlistan (Artdatabanken, 2015).

Gamla hamlade träd har stora biologiska och kulturhistoriska värden. Ask är ett träd som har stor kulturhistorisk betydelse. Många askar har hamlats och detta var det mest eftertraktade lövslaget för djurfoder. Därför har stora investeringar gjorts för att hamla askar och även för restaurering av gamla hamlade askar i Sverige. Viss forskning visar att restaurering av gamla hamlade askar är mer riskfyllt när askskottsjuka finns i området (Eklund, 2009) och andra har sett en del lovande resultat med att kvista angripna träd (Stenlid, 2013). Här finns dock ganska lite underlag och få vetenskapliga rön för hur man ska gå vidare med hamling och restaurering i förhållande till askskottsjuka. SLU och Skogforsk har under 3 år drivit ett projekt där man samlar in ympkvistar från träd i landskapet som visar få symptom trots exponering för sjukdomen (Cleary, 2015). Dessa kvistar ska testas för deras mottaglighet för sjukdomen och undersökas genetisk för jämförelse med askar som är mottagliga.

Askskottsjukan utgör ett stort hot mot den biologiska mångfalden som är kopplad till askar. En rad hotade arter är starkt knutna till asken t.ex. askpraktbaggen (*Agrilus convexicollis*), askvärtlav (*Pyrenula nitidella*), askticka (*Perenniporia fraxinea*) och asknätfjäril (*Euphydryas maturna*). Många andra arter har asken som sitt huvudsakliga substrat och Artdatabanken har identifierat 180 rödlistade arter kopplade till ask. När askpopulationen minskar finns en ökad risk att dessa arter försvinner. Forskningsresultat från SLU prognosticerar att bland annat den rödlistade epifyten aspfjädermossa, vilken ofta har ask som värdräd, kommer att minska ytterligare till följd av askskottsjukan (Roberge *et al*, 2011). Det

finns också en risk att de trädararter som kommer att ersätta askar och till viss del även almar inte är rikbarksträd, utan lind eller utländska arter med annan typ av bark. Detta kommer att leda till en stor minskning av livsmiljön för de arter som är knutna till rikbarksträd (se även Jönsson och Thor, 2012).



Figur 4 – *Inonotus hispidus* (pälsticka) som är rödlistad och funnen på ask.

Metodbeskrivning

Genom åtgärdsprogrammet för skyddsvärda träd i kulturlandskapet, hade år 2009 cirka hälften av Västra Götalands län inventerats på skyddsvärda träd. I databasen för skyddsvärda träd fanns 2009 mer än 25 000 träd inlagda, varav 17 % var askar. Bland de inventerade askarna slumpades 352 askar ut, både hamlade och icke-hamlade träd. Femton askar togs bort eftersom de antingen inte hittades i fält, hade fel koordinater, eller för att det krävdes båt för att åka dit (2 stycken). Ytterliggare sju träd har tagits bort från analysen eftersom de har fått kraftiga stormskador (tre träd) eller där det var svårt att vara säkert att samma träd inventerats mellan åren (fyra träd). Detta gör att cirka 8 procent (330 st) av länets kända skyddsvärda askarna 2009 har ingått i inventeringen och analysen 2009, 2011, 2013 och 2015. Bland de hamlade askarna var det jämnt fördelat mellan de som hamlades för mer än 30 år sedan och de som hamlats inom de senaste tio åren. Askträden är inte jämnt fördelade över länet eftersom inventeringen av skyddsvärda träd inte var komplett år 2009. (Se även Bengtsson & Stenström, 2009).

Askarna hittades och inventerades i fält med hjälp av GPS och kartor. Askskottsjuka bedömdes med hjälp av symptom synliga i fält utan hjälp av några provtagningar. Hälsostatus i fält (dvs. skadenivå) visades av McKinney et al. (2011) vara starkt korrelerad med förekomsten av nekros och detta ansågs av författarna som ett pålitligt sätt att uppskatta *H. fraxineus* påverkan på askträd.

Träden bedömdes enligt en femgradig skala:

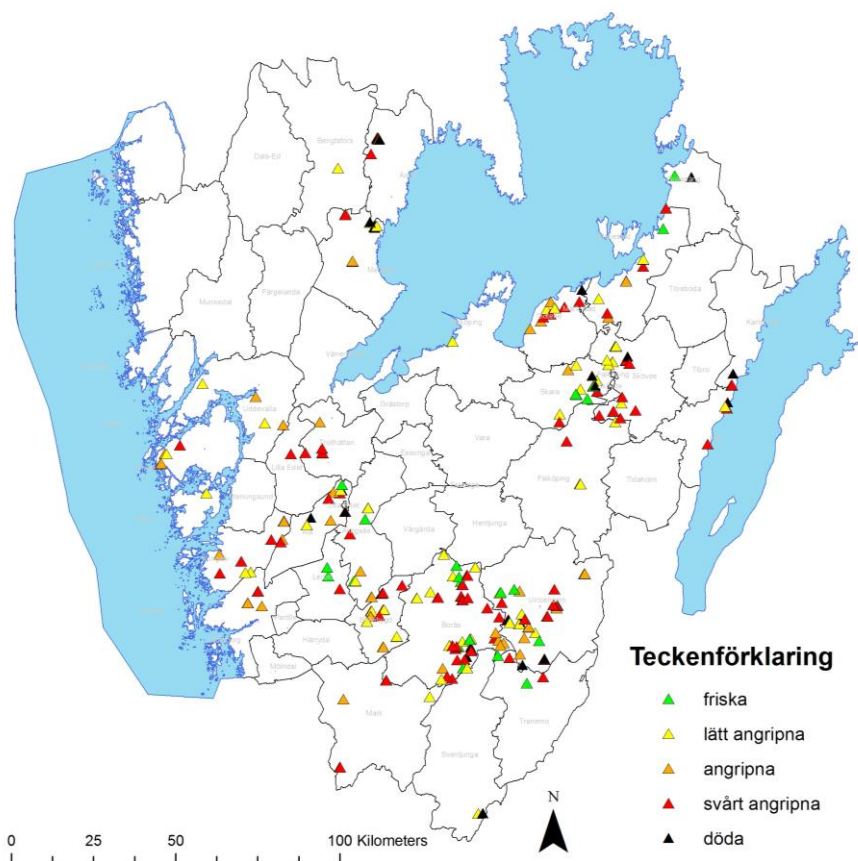
- 0 – helt frisk
- 1 – lätt angripen (ca < 10 % av kronan angripen)
- 2 – angripet (ca 10-30 % av kronan angripen)
- 3 – svårt angripet (ca > 30 % av kronan angripen)
- 4 – helt död

På fältblanketten (se Bilaga 1) finns kommentarsfält som fylldes i om så bedömdes lämpligt.

Skillnader mellan åren och effekter av hamling har analyserats med repeated measures ANOVA, efter att p-värdena korrigerats med Huynh-Feldt korrektion för "sphericity". Korrelation mellan longitudinellt stamomkrets och hur drabbade askarna var av askskottsjuka gjordes med korrelationstest. En 2-vägs ANOVA gjordes på askskottsjuka med faktorerna slutenhet och bete. De statistiska analyserna gjordes med PASW Statistics 18™.

Resultat

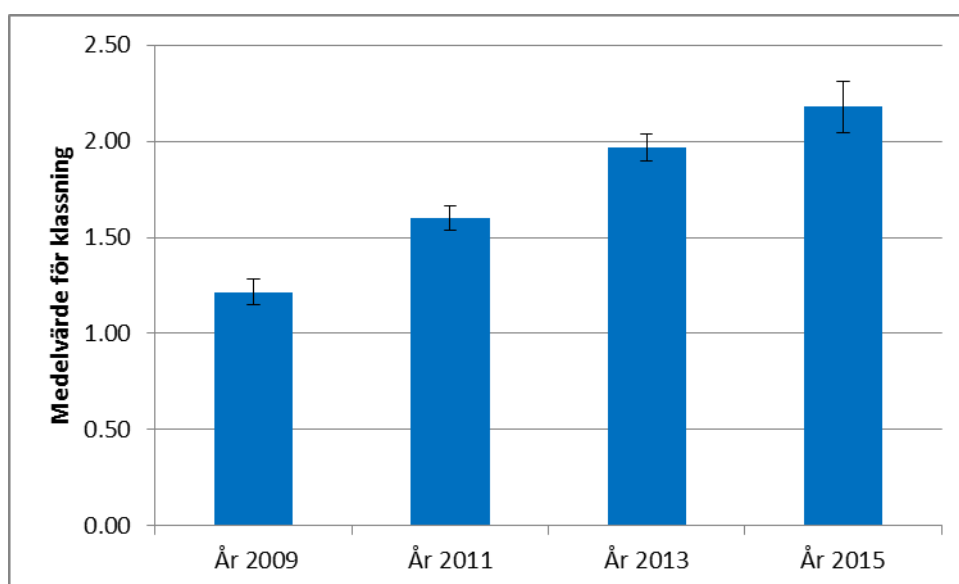
302 (330 minus 28 döda askar från inventeringar 2009, 2011 och 2013) askar inventerades i fält under augusti 2015. När analysen gjordes för att jämföra med data från 2009, 2011 och 2013, användes 330 träd. (Bengtsson & Stenström, 2009; Bengtsson *et al*, 2012; Bengtsson, 2014).



Figur 5 – Karta som visar var de inventerade askarna finns samt hur angripna de var 2015.

Skyddsvärda askar som drabbats av askskottsjuka finns spridda över hela länet, ingen del har klarat sig helt sett över hela övervakningsperioden 2009 till 2015.

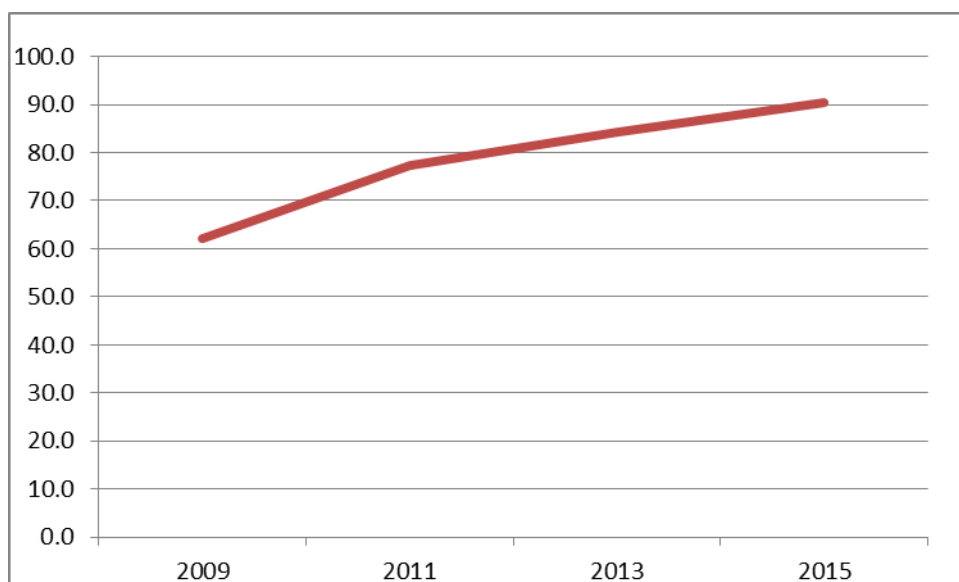
Fler skyddsvärda askar har smittats av askskottsjuka 2015 jämfört med 2009, 2011 och 2013 ($\chi^2_{0,05; 12}=131,27$ $p<0,001$). Det fanns fler friska träd 2009, fler angripna träd 2011 och fler svårt angripna och döda träd 2013 och 2015 än vid en slumpmässig fördelning.



Figur 6 – Medelvärde för askskottsjukeklassning har ökat mellan åren där 0 är helt frisk, 1 är lätt angripen, 2 är angripen, 3 är svårt angripen och 4 är helt död.

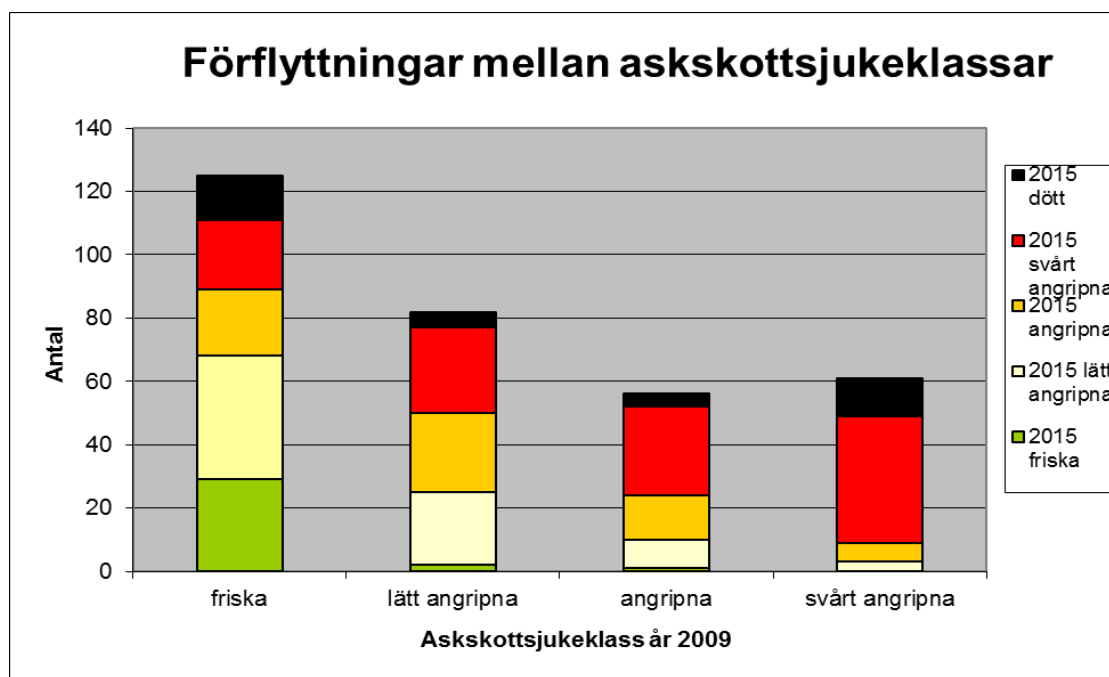
Av de skyddsvärda askarna hade 90 % något tecken på askskottsjuke år 2015, jämfört med 84 % 2013 respektive 77 % och 62 % 2011 och 2009 (figur 7). Andelen askar som hade dött sedan 2013 var 4,3 %, vilket ger en dödlighet på 2,15 % per år. Det är i stort sett samma som mellan 2011 och 2013 då motsvarande siffra var 2,1 %. Totalt sett har 35 askar dött sedan uppföljning började år 2009 vilket motsvara nästan 11 % under 6 år eller 1,8 % per år.

Förhoppning var att andelen av populationen som visade symptomen på askskottsjuke skulle börja plana ut i och med att askskottsjuke har funnits i Sverige sedan åtminstone 2002 (Barklund, 2009).



Figur 7 – 90 % av askarna hade askskottsjuke 2015 jämfört med 84 %, 77 % och 63 % åren 2013, 2011 och 2009.

Det var också intressant att se hur träden har flyttat sig mellan askskottsjukeklasserna under de sex åren sedan den första inventeringen gjordes (figur 8).



Figur 8 Antal skyddsvärda askar i olika askskottsjukeklasser 2015 uppdelade på staplar efter hur hårt de var drabbade 2009.

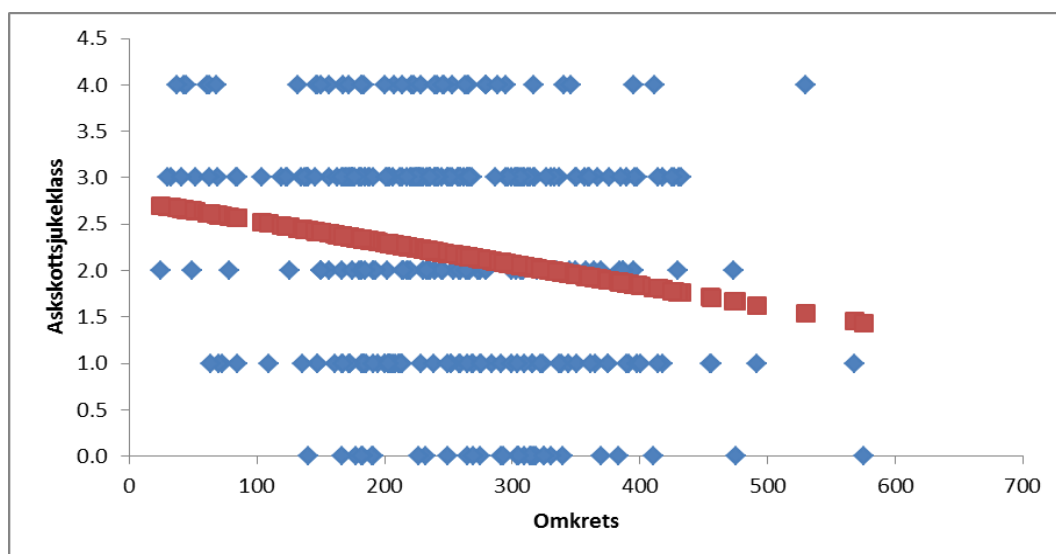
Många fler skyddsvärda askar har blivit drabbade och det vanligaste fallet var att träd som var friska vid 2009 års inventering nu är lätt angripna. Ett oroväckande resultat är att 14 träd, som inte visade någon tecken på askskottsjuka vid 2009 års inventering, var döda vid 2015 års inventering och 22 träd som inte hade några symptom 2009 var svårt drabbade 2015.

Jämfört med 2009 har ett antal träd blivit ”friskare”. Detta är i linje med andra studier (Thomsen, 2010) som visar att vissa träd skjuter många nya skott i samband med sjukdomen vilket kan gör att kronan ser ut att har flera löv än tidigare. Detta kan också förklaras genom att några av dessa träd blivit beskurna och då har sjuka grenar skurits bort. De senaste åren verkar också ha varit gynnsamma växtår för ask (och därmed har träden eventuellt kunnat producera flera löv och nya kvistar) något som kan förklara en minskning av symptomen.

2009 fanns det inget samband mellan stamomkrets och askskottsjuka (Bengtsson & Stenström, 2009), men 2013 var sambandet mellan stamomkrets och påverkan av askskottsjuka statistisk säkerställd och grövre askar var mindre drabbade (Bengtsson, 2014).

År 2015 fanns också ett sådant samband ($F=11,71$; $p=0,0007$; $r^2=0,034$). Grövre träd var mindre påverkade. Om man tar bort alla hamlade träd, är dock inte detta samband signifikant. Hamlade askar kan ha en mindre omkrets på grund av hamling och för att utesluta hamling som förklarande faktor gjordes en liknande analys med bara askar som inte hade hamlats. Resultatet var då inte signifikant ($F=2,38$; $p=0,125$; $r^2=0,021$) och detta är en skillnad från resultatet i 2013 (Bengtsson, 2014). Resultatet visar också att inga träd under 140 cm i stamomkrets

(motsvarar 45 cm diameter) var friska år 2015 (inklusive hamlade träd). Denna trend förklarar dock bara en mycket liten del av variationen i sjukdomen.

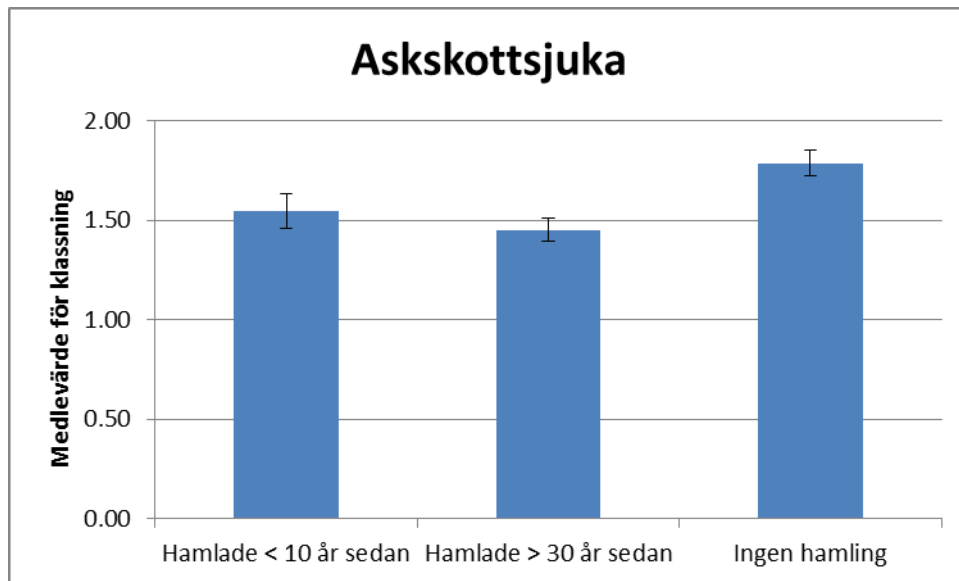


Figur 9 – Det finns en trend som visar att askar med större omkrets inte är lika hårt drabbade av askskottsjuka. Skalan på y-axeln är askskottsjukeklasserna där 0=frisk och 4=dött.

Vid 2013 års inventering samlades även data in om trädskiktets slutenhet och förekomst av bete. Det fanns inga skillnader i hur hårt drabbade träden var av askskottsjuka beroende på hur skuggigt de står (skog, halvöppet eller öppet) eller om det var betat eller inte (Bengtsson, 2014). Resultat är detsamma i årets undersökning (2-vägs ANOVA $F=1,19$, $p=0,315$). Detta pekar på att omgivningen spelar en lite roll i hur träd drabbas.

Hamling och askskottsjuka

Under tidigare års analys har askskottsjukans effekter på hamlade träd skiljt sig mellan åren (Bengtsson *et al*, 2013, Bengtsson, 2014). År 2015 kördes en repeated measures ANOVA med hamling som en faktor eftersom det nu finns data från fyra olika tillfällen (2009, 2011, 2013, 2015). Alla åren är signifikant skiljda från varandra (År: $F=919,6$, $p<0,0001$; figur 10). Träd som inte hamlats var mer drabbade av askskottsjuka än träd som hamlats för mer än 30 år sedan ($F=3,94$, $p=0,02$). Träd som hamlats för 10 år sedan var dock inte signifikant skilda från ohamlade ($p=0,222$) eller träd som hamlades för 30 år sedan ($p=0,627$). Detta resultat skiljer sig från de tidigare åren (Bengtsson, 2014) då det var en skillnad mellan både hamlade grupper och icke hamlade träd.



Figur 10 – Påverkan av askskottsjuka mellan de olika hamlingstyperna, där 0=frisk, 1=lätt angripen, 2=angripen, 3=svårt angripen, 4=dött. Repeated measures ANOVA visade att TRÄD hamlade FÖR 30 ÅR SEDAN var friskare än icke hamlade träd (År: $F=919,6$, $p<0,0001$).

Diskussion och litteraturgenomgång

Forskning kring askskottsjuka pågår för fullt och nya artiklar publiceras i en strid ström. Klimatförändring tycks ha påverkat utvecklingen av askskottsjuka och även utvecklingen av andra trädsjukdomar (Pautasso *et al.*, 2012). Den storskaliga förekomsten av svampen visar att den tolererar ett brett spektrum av miljöförhållanden. Trots detta har effekterna av endast ett fåtal miljöfaktorer studerats. Samspelet mellan asken, svampen och miljön är komplexa och i många avseende fortfarande okända. Bakys *et al.*, 2013 visade att askar med sen knoppsprickning på våren var mer känsliga än askar med tidig knoppsprickning. Intressant att notera är att kloner vars blad gulnar tidigare under hösten var mindre mottagliga än de som gulnade senare även om andelen av populationen med denna motståndskraft var väldigt liten (McKinney *et al.*, 2011; Stener, 2012; Kirisits and Freinschlag, 2012). Utvecklingen av svampen verkar även långsammare bland de träd vars blad gulnade tidigare (McKinney *et al.*, 2012b).

Svampen verkar ganska motståndskraftig mot frost och torka: den tål frysning till minus 20° C under åtminstone 2 månader och överlever även vid minus 70° C åtminstone under en månad (Gross *et al.*, 2014). Men svampens mycel växer med högst hastighet runt 20 grader och slutar runt 30 grader i laboratorium (Kowalski and Bartnik, 2010; Pham *et al.*, 2013). I askvävnader är emellertid svampen mer värmekänslig och överlevnad beror inte bara på temperaturen, utan även på exponeringstid. Dessutom tolererar värdvävnaden en något högre temperatur än svampen. Därför förefaller utveckling av botande varmvattenbehandlingar för små anläggningar att vara möjligt (Hauptman *et al.*, 2013).

Resistens mot sjukdomar eller tolerans i *F. excelsior* verkar vara en sällsynt företeelse. Trots att sjukdomen bara har funnits i Skandinavien i drygt tio år är det bara en liten andel av askträd som är symptomfria (Kjaer *et al.*, 2011; McKinney *et al.*, 2014). Den naturliga variationen i genetisk resistens mot *H. fraxinus* inom olika askpopulationer, indikerar dock att en adaptiv potential finns för att asken i viss utsträckning ska klara den föreliggande epidemin.

Lobo *et al.*, 2015 har identifierat åtta specifika individer, som ingår i en grupp av mer än 140 lovande genotyper, där resistens förhoppningsvis kan fastställas. Detta utgör en del av ett nyligen initierat program för att hitta resistent askträd i Danmark. Enderle *et al.*, 2015 har också hittat ett antal individer som visar en ökad resistens mot askskottsjuka i sydvästra Tyskland. Även i Sverige har det samlats mycket material från vitala och livskraftiga askar som växer mitt ibland svårt skadade träd. Detta som en del av ett treårigt (2013-2015) projekt som SLU driver tillsammans med Skogsforsk och som heter "Hjälp oss rädda askarna". Som en del av projektet har de fått in rapporter om nästan 400 resistent askar. Framöver kommer forskarna att följa de friska träden både på växtplatsen, i växthus och i laboratorier. De kommer att studera både hur sjukdomen utvecklas i asken och vad det är i de friska träden som håller dem friska. Med den kunskapen hoppas man kunna odla fram friska träd som kan ersätta de sjuka träden i både skogar och stadsmiljöer (Cleary, 2014). Forskare uppmuntrar generellt (Metzler *et al.* 2013; Gross *et al.*, 2014) att man behåller friska askar som finns bland hård drabbade askar.

Askskottsjukan kommer förmodligen att drastiskt minska populationsstorleken hos sin värd i Europa. Därmed hotas inte bara asken, utan också de organismer som är beroende av ask (Pautasso et al., 2013). I senare tid har några studier tagit upp frågan om påverkan på den biologisk mångfalden, framförallt i Storbritannien (Mitchell et al, 2014, Littlewood et al 2014; Ellis et al, 2014), men även i Sverige (Jönsson och Thor, 2012). Mitchell et al, 2014 identifierade 953 arter i Storbritannien som är knutna till *F. exelsior*: 12 fåglar, 28 däggdjur, 58 mossor, 68 svampar, 239 ryggradslösa djur, 548 lavar. Fyrtiofyra "obligata" arter identifierades (11 svampar, 29 ryggradslösa djur och 4 lavar) och dessutom 62 arter som angavs som "highly associated". De bedömer att inget enskilt alternativt trädslag kan fungera som värd för alla arter knutna till ask, men *Quercus robur / petraea* kan vara värd till upp mot 69 %. Deras resultat belyser omfattande ekologiska konsekvenserna av askskottsjuka som kan vara relevanta för andra invasiva arter och patogener som hotar andra trädarter och trädklädda ekosystem.

Löhmus & Runnel, 2014 övervakade epifytiska lavar (i synnerhet *Lobaria pulmonaria*) i en gammal skog i Estland som har påverkats av askskottsjuka. Arbetet visade att hälften av askarna dog under en femårsperiod. En epifyt art försvann helt under den perioden och ytterligare tre kommer förmodligen att försvinna från området inom kort. *Lobaria pulmonaria* spred sig till färre än tjugo alternativa värdar under samma period. Deras resultat understryker riskerna för den biologiska mångfalden, framförallt när landskapet redan har blivit utarmad på grund av intensiv skogsbruk eller andra exploateringar.

I askvävnader som har försvagats eller dödas av patogenen, verkar endofytiska och opportunistiska svampar utvecklas mycket snabbt. Några av dessa arter kan tydligen ersätta *H. Fraxinus*, och därmed förhindrar dess expansion. Däremot kan sådana opportunistiska svampar också vara patogena och kan bidra till mer skada (Bakys et al., 2009a, b; Jankovsky och Holdenrieder 2009; Kowalski och Holdenrieder, 2009a, b; Kowalski och Lukomska 2005; Lygis et al., 2006; Przybyl 2002; Pukacki och Przybyl 2005; Schumacher et al., 2007). Rotsystem hos drabbade träd kan också attackeras av opportunistiska svampar, t.ex. honungsskivlingar *Armillaria spp.*, som kan påskynda askarnas död (Bakys et al, 2011; Husson et al, 2012. Lygis et al, 2006. Skovsgaard et al., 2010).

Gross och Holdenreider, 2015 visade genom en laborieexperiment på stamsår att *Hymenoscyphus fraxineus* var patogena på *Fraxinus mandshurica var. japonica*. Däremot var *Hymenoscyphus albidus* ickepatogen för denna värdart. Detta tyder på att försvarsmekanismen för *F. mandshurica var. japonica* verkar i dess blad och man efterlyser mer forskning om livscykeln och patogenicitet hos svampen i dess naturliga utbredningsmiljö. Detta är relevant forskning i och med att det kan belysa möjlighet för hur *F.exelsior* skulle kunna utveckla en försvarsmekanism. I naturen tappar trädet de flesta infekterade bladen innan patogenen når stammen (Schumacher et al., 2010). Detta kan vara en del av försvaret.

Man har misstänkt att lenticeller eller små sår, under fuktiga förhållanden på stambasen, också kan fungera som ingångspunkter (Husson et al., 2012), men definitivt bevis för detta saknas (Gross et al, 2014). I gamla träd är stambasskador tydligen svårare att upptäcka. Eventuellt kan det vara att på grund av de äldre trädens tjockare bark som dessa inte är lika utsatt för denna infektionsväg (Kirisits, 2013, *muntl.*). Patogenen kan också kolonisera delar av rotsystemet (Kowalski, 2001; Kowalski och Lukomska 2005, Schumacher, 2011; Schumacher et al., 2010),

men rötterna hos allvarligt infekterade träd är mer utsatt för angrepp av opportunistiska svampar (t.ex. *Armillaria* spp.), vilket kan accelerera trädets död (Bakys et al, 2009b, 2011; Enderle et al, 2013. Husson et al, 2012. Lygis et al, 2006. Skovsgaard et al., 2010).

Det finns också en del lovande resultat när det gäller att kvista angripna träd. Det gäller då att skära bort de angripna delarna av kronan och därigenom begränsa spridningen av svampinfektionen från att nå huvudstammen. Mer undersökning behövs dock (Stenlid, 2013). DNA av svampen har dock hittats upp till 10 cm inför synliga kräftsår i annars frisk inre barkvävning (McKinney et al., 2012a) och därför bör man skära bort mer än bara de delar av kronan som visar symptom. Detta kan vara anledningen till att hamlade träd visar en tendens att vara friskare än icke hamlade träd.

När sjukdomen är etablerad, är den praktiskt taget omöjligt att kontrollera och eventuella rekommendationer på insatser som förts fram fokuserar på att undvika förlust av virkesvärdet för mogna askar i skogsbrukssammahang (för en översikt, se Metzler et al., 2013). Detta är dock inte aktuellt för skyddsvärda askar. Avlägsnande av infekterade plantor rekommenderas endast om patogenen nyligen har införts genom infekterade plantor och det inte finns andra infektioner i den omgivande miljön (DEFRA, 2013). I princip kan asklöv tas bort från området, som en åtgärd som kan bromsa utvecklingen, men det skulle bara vara meningsfullt där nya infektioner från längre avstånd är osannolikt (Gross et al, 2014). Studier från Litauen (Lygis et al, 2014), där sjukdomen har härjat i ungefär 20 år, visar att ask har ersatts med gråal och björk.

Undersökning av Schoebel et al, 2014 har hittat ett mycovirus i samband med infektion av *H. Fraxinus*. Detta kan ha potential att bli ett biologiskt bekämpningsmedel, även om mer forskning kring detta behövs. Preliminära resultat från ett arbete av Cleary et al, 2014 tyder, även om antalet testade träd för olika genotyper var begränsat, på att genetisk resistens mot *H. fraxinus* delvis kan förklaras med ett varierade svar på det phytotoxin som produceras av svampen.

Bengtsson et al, 2014 studerade hur kräftsår utvecklades på naturligt infekterade askträd. De noterade en hög dödlighet bland de 300 småträd som studerades; mer än 8 % per år. Detta är mycket högre än dödlighet bland askarna i denna studie som låg på 2,1 % per år. Det som var intressant var att kräftsåren bromsades upp när de hade nått en grenbas eller en förgrening av tre eller flera skott av samma storlek. Detta indikerar starkt en viktig effekt av trädets inaktiva fysiska försvar och kan vara en förklaring till varför hamlade träd verkar friskare då dessa oftast har en mer komplicerad kronarkitektur med flera förgreningar än en icke hamlade träd. Dessutom hittade de ett svagt men positivt samband mellan trädstorlek och hälsa även om träden som ingick i denna studie alla var förhållandevis små.

Pautasso et al, 2015 pekar i sin litteraturgenomgång på vikten av samarbete för att hantera de numera globala problemen med olika sjukdomar samt att studera endofytsamhällen och deras påverkan på trädhälsa. Intressant är att författarna belyser rollen som endofyter har vad gäller trädhälsa och endofyterna har också visats kunna styra markpatogener (Sieber, 2007; Tellenbach och Sieber, 2012; Tellenbach et al, 2013). Trädendofyter kan möjligen bidra till biologisk kontroll av infektionssjukdomar, öka tolerans för miljöstress eller bete sig som opportunistiska svaga patogener som potentiellt kan konkurrera med mer skadliga patogener (Pautasso et al, 2015). Trots detta så verkar det finnas ganska lite forskning som

berör trädendofyter. Man kan tänka sig att gamla träd kan hysa en större mångfald av endofyter som eventuellt skulle kunna påverka utveckling av askskottsjuka.

Hauptman et al, 2015 har undersökt effekten av olika kemiska fungicider och urea på askskottsjukesvampen. Utvecklingen hämmades mest effektivt av karbendazim. Urea har också visat sig vara effektiv för att accelerera nedbrytningen av behandlade blad. Detta är dock inte aktuellt i naturområden.

Strandberg, 2015 kom i sin mastersuppsats, där hon undersökte askskottsjuka i Jönköping och Östergötland, fram till att de flesta askar i detta område var väldigt påverkade av askskottsjuka och troligen kommer att dö inom några år. Hon hittade inga samband mellan trädstorlek och känslighet för askskottsjuka, varken positiv eller negativ.

Över hälften av de drygt 100 arter som är knutna till alm och ask har rödlistats på grund av att landets bestånd av alm och ask minskar som en följd av invasiva svampsjukdomar. Antalet rödlistade lavar har ökat något sedan 2010 och förändringarna kan framför allt hänföras till ökad kunskap, men askskottsjukan och almsjukan har förändrat hotbilden för arter som har en stor del av sina populationer på dessa trädslag (Sandström et al, 2015).

Kirisits och Freinschlag, 2012 visade att utvecklingen av askskottsjuka var långsammare i äldre träd än i unga träd. Detta ligger i linje med resultaten från vår studie i Västra Götaland. Varför askar som är äldre och har större omkrets verkar klara sig bättre är inte kartlagt ännu. Större omkrets kan så klart vara kopplad till högre ålder. Man kan spekulera i att äldre träd kan ha en annan sammansättning av till exempel endofyter som har påverkan på trädets motståndskraft eller askskottsjukans spridningshastighet i det enskilda trädet. Det kan också vara så att det helt enkelt tar längre tid för svampen att sprida sig i ett större träd. En annan anledning kan vara att större och äldre träd kanske oftare står på mer optimala ställen. Det faktum att de har överlevt så länge och vuxit sig så stora skulle kunna indikera att de generellt kan ha en större motståndskraft.

Det är intressant att stora träd inte var lika drabbade som mindre träd. Detta kan helt enkelt vara en fråga om tid. Det kan ta längre tid för större träd att drabbats och att dö jämfört med yngre och mindre träd.

En positiv aspekt som beskrivs i många ovan citerade rapporter är den starka genetiska komponenten för askskottsjukan vilket innebär att olika askindivider har olika motståndskraft. Därmed finns det goda förutsättningar för nyplanteringar med mer motståndskraftiga provinienser i framtiden och man kan anta att naturlig selektion kommer att förhindra att asken kommer utrotas från Sverige.

De skyddsvärda askarna har blivit hårdare drabbade med åren. 2015 var det bara 10 % av populationen som var symptomfri. Det finns knappt något tecken på att mängden träd som blir drabbade börjar plana ut. Enligt flera studier (Gross et al, 2015; Sandberg, 2015; Kjaer *et al*, 2013) är det bara en liten andel av populationen som är tolerant eller resistent.

Dödligheten bland askarna i Västra Götalands län var 2015 2,1 % per år vilket är högre än i andra populationer med gamla träd som tidigare har undersökts (Bengtsson & Fay, 2009; Bengtsson & Bengtsson, 2009; Read *et al* 2010; Lonsdale, 2013) (data främst gällande ek och bok som naturligt nog inte har askskottsjuka). Information saknas om andra populationer med gamla askar. Dödligheten har inte ökat jämfört med inventeringen 2013 och detta speglar en

långsammare utveckling i populationen av skyddsvärda träd än vad man kanske kunde vänta sig.

Det är intressant att gamla hamlade träd visade sig vara friskare än icke hamlade träd i analysen som jämförde alla åren med hamling som en faktor. Däremot fanns ingen statistisk skillnad jämfört med gruppen som hamlats för tio år sedan. Icke hamlade träd var dock ändå hårdare drabbade. Gamla hamlade träd, vare sig de har hamlats nyligen eller för längre tid sedan, har ofta en mer komplex stam än icke hamlade träd. De bygger oftare olika funktionella stamenheter som är skiljda från varandra. Detta är en överlevnadsstrategi där olika delar av ett och samma träd till en viss del kan anses som enskilda träd. Var och en av dessa enheter tillgodoser sitt eget energibehov och tar upp näring och vatten från den närmaste delen av rotsystemet. Även om det kan finnas en ömsesidig koppling mellan dessa enheter så kan de exempelvis reagera olika på samma beskärningsinsatser (Lonsdale, 2013). Detta kan vara en förklaring till varför hamlade träd visar sig vara friskare (muntl. Lonsdale, 2013). Dessa träd kan också ha en fördel i och med att svampen har svårt att flytta sig där det finns en komplex grenverk (Bengtsson et al, 2014).

Det är dock svårt att från dessa data dra några säkra slutsatser eftersom de två grupperna med hamlade träd innehåller stor variation. Träd kan ha hamlats nyss och därmed kan askskottsjukesvampen ha kapats bort, i alla fall för tillfället. Här behövs mer forskning, gärna experiment, där hamling sker under kontrollerade förhållanden, eller där mer data samlas in från gamla hamlade träd för att kunna göra en mer djupgående analys.

För askskottsjukan finns ännu inga verksamma motåtgärder. Svampens spridning sker via luften. Askskottsjuka kan därför spridas långväga och är inte beroende av insekter som till exempel almsjuka. Det finns därför ingen vinst med att ta ner ett enskilt träd som drabbats för att minska spridningsrisken. Det viktigaste i dagsläget är att samla in information om askpopulationer som visar förhöjd motståndskraft mot sjukdomen, för att förhoppningsvis kunna hitta resistent askar.

Rekommendationer

I samband med uppföljning 2013 (Bengtsson, 2014) såg vi att det fanns en signifikant skillnad mellan hamlade och icke hamlade träd. Den skillnaden kvarstår för träd som har hamlat för mer än 30 år sedan, men kan inte beläggas som signifikant för icke hamlade träd och träd som har hamlat för 10 år sedan. Träd som aldrig har hamlat är dock fortfarande den gruppen som har drabbats hårdast av askskottsjuka.

Variationen inom de hamlade grupperna är stor vilket gör det svårt att ge några detaljerade rekommendationer. Vi avråder dock inte från hamling på askar som ingår i en regelbunden hamlingscykel oaktat om de är friska eller sjuka. Om det är praktiskt möjligt är det bra att undvika att hamla alla träd samtidigt och på så sätt sprida ut åtgärderna (och eventuella risker) över en längre tidsperiod. Här är det viktigt att följa upp vad som händer med askarna, hur drabbade de är och blir. Här kan det även vara värt att påbörja nyhamling av askar som inte visar några symptom idag.

Alla typer av beskärning av gamla askar kan få svåra konsekvenser för trädet även om det inte blir drabbat av askskottsjuka. Andra studier (Eklund, 2009; Skovsgaard *et al*, 2010; Bakys *et al*, 2011, Skogsstyrelsen, 2013) visar att askar som är försvagade av bland annat restaureringshamling har en ökad risk att drabbas av askskottsjukan. Därför rekommenderar vi att undvika alla typer av beskärning av gamla askar om det inte finns en akut risk för att de faller isär. Dessutom kan man, genom beskärning, korta ner avståndet för svampen mellan de nya skotten och huvudstammen (Stenlid, 2013).

Svampens spridning sker via luften. Det finns därför ingen vinst med att ta ner enskilda träd som drabbats av askskottsjuka för att minska spridningsrisken. Angripna skyddsvärda askar bör bara avverkas av säkerhetsskäl, när inga andra alternativ finns. Detta då många andra arter är knutna till asken. Här är det viktigt att desinficera redskapen mellan användning på olika träd och speciellt mellan olika områden. Detta är ett rekommenderat arbetsätt under alla omständigheter. Även om svampen sprids huvudsakligen via luften, kan det finnas en liten risk att spridning kan ske på andra sätt.

Viktigt att tänka på om man har askar:

- Undvik all beskärning av gamla askar tills vidare, om det inte finns akut risk för att de bryts sönder.
- Både friska och sjuka askar som har hamlat regelbundet kan fortsätta att hamlas tills vidare i väntan på att kunskapsläget förbättras. Om det finns möjlighet så bör man inte hamla alla träd samma år, utan sprida ut åtgärderna under flera år. Här är det viktigt att följa upp de drabbade askarnas hälsotillstånd. Börja gärna med nyhamling av unga friska askar.
- Avverka inte askar i förebyggande syfte, varken friska, sjuka eller döda träd, om de inte utgör en säkerhetsrisk.
- Har du miljöstöd? Kontakta alltid din miljöstödshandläggare för samråd innan åtgärd. Har du produktionsbestånd med ask och är orolig, kontakta ditt Skogsstyrelsekontor.
- Mer information finns på Länsstyrelsens hemsida www.lanstyrelsen.se/vastragotaland klicka på Djur och Natur, Åtgärdsprogram för hotade arter, Skyddsvärda träd.
- Om askar måste tas ned, ersätt dem helst med lönn som har liknande egenskaper som ask. I andra hand kan övriga inhemska ädellövträd användas.

Länsstyrelsen rekommenderar att alla askar, om möjligt, får stå kvar. Det är naturligtvis dock alltid markägaren som fattar beslutet om sina träd. **I nuläget är det bästa rådet att behålla alla träd, även om de mår dåligt eller är hårt drabbade.** Gamla askar verkar inte dö i lika stora omfattning som yngre träd och därmed kanske de bär på några ännu oupptäckta hemligheter.

Inventering eller uppföljning i framtiden är viktigt för att kunna följa utvecklingen av askskottsjukan i länet.

Litteraturlista

- Barklund, P. (2009). *www-skogsskada.slu.se. Skadebeskrivning – Askskottsjuka.*
- Bakys, R. Vasaitis, R., Barklund, P., Ihrmark, K. and Stenlid, J. (2009). *Investigations concerning the role of Chalara fraxinea in declining Fraxinus excelsior.* Plant Pathology 58, 284–292
- Bakys, R. Vasaitis, R., Barklund, P., Thomsen, I.M. and Stenlid, J. (2009). *Occurrence and pathogenicity of fungi in necrotic and non-symptomatic shoots of declining common ash (Fraxinus excelsior) in Sweden.* Eur J Forest Res (2009) 128:51–60
- Bakys, R, Vasiliauskas A, Ihrmark K, Stenlid J., Menkis A & Vasaitis R. (2011): *Root rot, associated fungi and their impact on health condition of declining Fraxinus excelsior stands in Lithuania.* Scandinavian Journal of Forest Research, 26:2, 128-135
- Bakys R, Vasaitis R., Skovsgaard JP. (2013). *Patterns and Severity of Crown Dieback in Young Even-Aged Stands of European Ash (Fraxinus excelsior L.) in Relation to Stand Density, Bud Flushing Phenotype, and Season.* Plant Protection Science. 2013;49(3):120.
- Baral, H., Queloz, V. & Hosoya, T. 2014, *Hymenoscyphus fraxineus, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe.* IMA fungus, vol. 5, no. 1, pp. 79-80.
- Bengtsson, S.B.K., Vasaitis, R., Kirisits, T., Solheim, H. and Stenlid, J. (2012). *Population structure of Hymenoscyphus fraxinus and its genetic relationship to Hymenoscyphus albidus.* Fungal Ecol. 5, 147–153.
- Bengtsson, S.B.K., Barklund P., Brömssen C. V., Stenlid J.(2014). *Seasonal Pattern of Lesion Development in Diseased Fraxinus excelsior Infected by Hymenoscyphus pseudoalbidus: e76429.* PLoS One. 2014;9(4).
- Bengtsson, V & Fay, L. 2009. *Veteran Pollard Survey Ashtead and Epsom Commons, Surrey.* City of London, Ashtead Common.
- Bengtsson, V & Bengtsson O. 2009. *Vårdplan för träd och buskskiktet inom naturreservat Gripsholms Hjorthage.* In press.
- Bengtsson, V & Stenström, A. (2009). *Inventering av askskottsjuka i Västra Götalands län 2009. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Naturvårdsenheten, rapport 2009:80.*
- Bengtsson, V, Stenström, A & Finsberg, C. (2012). *Askskottsjuka –ett nytt hot mot våra skyddsvärda träd?(Ash dieback – a new threat to our veteran trees? English summary), Naturvårdsenheten, rapport 2012:xx.*
- Bengtsson, V, Stenström, A & Finsberg, C. (2013). *The impact of ash dieback on veteran and pollarded trees in Sweden.* Quarterly J. Forestry, **107 (1)**, 27-33.
- Cleary, M.R., Arhipova, N., Gaitnieks, T., Stenlid, J. and Vasaitis, R. (2012). *Natural infection of Fraxinus excelsior seeds by Chalara fraxinea.* For. Pathol. 43, 83–85.

- Cleary MR, Andersson PF, Broberg A, Elfstrand M, Daniel G, Stenlid J. (2014). *Genotypes of Fraxinus excelsior with different susceptibility to the ash dieback pathogen Hymenoscyphus pseudoalbidus and their response to the phytotoxin viridiol - a metabolomic and microscopic study*. *Phytochemistry*. 2014;102:115.
- Eklund, S. (2009). *Hamling av Ask, Fraxinus excelsior, och hur det påverkar trädets utsatthet för askskottsjukan*. Examensarbete Skövde Högskola.
- Ellis, C.J., Coppins, B.J., Eaton, S. & Simkin, J. (2013). *Implications of Ash Dieback for Associated Epiphytes*. *Letters: Conservation Biology*, Volume 27, No. 5, 898–901
- Enderle R, Peters F, Nakou A, Metzler B. (2013). *Temporal development of ash dieback symptoms and spatial distribution of collar rots in a provenance trial of Fraxinus excelsior*. *European Journal of Forest Research*. 2013;132(5):865-76.
- Enderle R, Nakou A, Thomas K, Metzler B. (2015). *Susceptibility of autochthonous German Fraxinus excelsior clones to Hymenoscyphus pseudoalbidus is genetically determined*. *Annals of Forest Science*. 2015;72(2):183-93.
- EPP0, (2010).
http://archives.eppo.org/MEETINGS/2010_conferences/chalara_oslo.htm
- FRAXBACK, (2013a). *Frontiers in Ash Dieback research*, Malmö, September 2013.
- FRAXBACK, (2013b). *Living with ash dieback in continental Europe: present situation, long-term experience, and future perspectives* London, 2013.
<http://www.youtube.com/channel/UCI810ZkJIgiS9ALeeT5tq3g?feature=watch>
- Gaitnieks, T., Arhipova, N., Ruņģis, D., Laiviņš M. & Vasaitis R. (2013). *Common ash (Fraxinus excelsior) dieback in Latvia: natural regeneration of declining ash stands*. FRAXBACK 2013b, London.
- Gross, A., Holdenrieder, O., Pautasso, M., Queloz, V and Sieber, T.N. (2013). *Hymenoscyphus fraxinus, the causal agent of European ash dieback*. *Molecular Plant Pathology*. DOI: 10.1111/mpp.12073
- Gross, A. and Holdenrieder, O. (2013) *On the longevity of Hymenoscyphus fraxinus in petioles of Fraxinus excelsior*. *For. Pathol.* **43**, 168–170.
- Gross, A., Zaffarano, P.L., Duo, A. and Grünig, C.R. (2012) *Reproductive mode and life cycle of the ash dieback pathogen Hymenoscyphus fraxinus*. *Fungal Genet.Biol.* **49**, 977–986.
- Gross, A., Holdenrieder, O., Pautasso, M., Queloz, V. and Sieber, T. N. (2014), *Hymenoscyphus pseudoalbidus, the causal agent of European ash dieback*. *Molecular Plant Pathology*, 15: 5–21. doi: 10.1111/mpp.12073
- Gross A, Hosoya T, Queloz V. (2014) *Population structure of the invasive forest pathogen Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Molecular Ecology*. 23(12):2943-60
- Gross, A., Holdenrieder, O. (2015), *Pathogenicity of Hymenoscyphus fraxineus and Hymenoscyphus albidus towards Fraxinus mandshurica var. japonica*. *Forest Pathology*, 45: 172–174. doi: 10.1111/efp.12182

Hauptman, T., Celar, F., de Groot, M. & Jurc, D. (2015). *Application of fungicides and urea for control of ash dieback*, Forest - Biogeosciences and Forestry, vol. 8, no. 2, pp. 165-171.

Hietala, A.M., Timmermann, V. and Børja, I. (2013) *The invasive ash dieback pathogen Hymenoscyphus fraxinus exerts maximal infection pressure prior to the onset of host leaf senescence*. Fungal Ecol. 6, 302–308.

Husson, C., Caël, O., Grandjean, J.P., Nageleisen, L.M. and Marçais, B. (2012). *Occurrence of Hymenoscyphus fraxinus on infected ash logs*. Plant Pathol. 61,889–895.

Jönsson, M.T. and Thor, G. (2012) *Estimating coextinction risks from epidemic tree death: affiliate lichen communities among diseased host tree populations of Fraxinus excelsior*. PLoS ONE, 7, e45701.

Junker, C., Mandey, F., Pais, A., Ebel, R. and Schulz, B. (2013) *Hymenoscyphus fraxinus and Hymenoscyphus albidus: viridiol concentration and virulence do not correlate*. For. Pathol. (in press). doi:10.1111/efp.12066

Kirisits, T. and Freinschlag, C. (2012) *Ash dieback caused by Hymenoscyphus fraxinus in a seed plantation of Fraxinus excelsior in Austria*. J. Agric. Ext. Rural Dev. 4, 184–191.

Kirisits T, Woodward S.(2015). *Ascocarp formation of Hymenoscyphus fraxineus on several year old pseudosclerotial leaf rachises of Fraxinus excelsior*. Forest Pathology. 2015;45(3):254-7.

Kjær, E.D., McKinney, L.V., Nielsen, L.R., Hansen, L.N. and Hansen, J.K. (2012). *Adaptive potential of ash (Fraxinus excelsior) populations against the novel emerging pathogen Hymenoscyphus fraxinus*. Evol. Appl. 5, 219–228.

Kowalski, T. 2006. *Chalara fraxinea sp. nov. associated with dieback of ash (Fraxinus excelsior) in Poland*. Forest Pathology 36:264–270.

Kowalski, T. and Holdenrieder, O. (2009)a. *The teleomorph of Chalara fraxinea, the causal agent of ash dieback*. For. Path. 39 (2009) 304–308.

Kowalski, T. and Holdenrieder, O. (2009)b, *Pathogenicity of Chalara fraxinea*. Forest Pathology, 39: 1–7. doi: 10.1111/j.1439-0329.2008.00565.x

Littlewood NA, Nau BS, Pozsgai G, Stockan JA, Stubbs A, Young MR. *Invertebrate species at risk from Ash Dieback in the UK*. Journal of Insect Conservation. 2014;2015;19(1):75.

Albin Lobo, A., Hansen J.K., McKinney L.V., Nielsen L.R. & Kjær E.D. (2014) *Genetic variation in dieback resistance: growth and survival of Fraxinus excelsior under the influence of Hymenoscyphus pseudoalbidus*, Scandinavian Journal of Forest Research, 29:6, 519-526, DOI: 10.1080/02827581.2014.950603

Lobo A., McKinney L.V., Hansen J.K., Kjær E.D., Nielsen L.R., Holdenrieder O. (2015). *Genetic variation in dieback resistance in Fraxinus excelsior confirmed by progeny inoculation assay*. Forest Pathology. 2015;45(5):379-87.

Löhmus, A. & Runnel, K. (2014). *Ash dieback can rapidly eradicate isolated epiphyte populations in production forests: A case study*, Biological Conservation, vol. 169, pp. 185-188.

- Lonsdale, (ed), 2013. *Ancient and other veteran trees: further guidance on management*. The Tree Council, London.
- Lygis, V., Bakys R., Gustienė A., Burokienė D., Matelis A. & Vasaitis R. (2013) *Lithuania: forest regeneration in ash dieback-affected sites subjected to sanitary fellings*. FRAXBACK 2013b, London.
- Lygis V, Bakys R, Gustiene A, Burokiene D, Matelis A, Vasaitis R. (2014). *Forest self-regeneration following clear-felling of dieback-affected Fraxinus excelsior: focus on ash*. European Journal of Forest Research. 2014;133(3):501-10.
- McKinney L V, Nielsen L R, Hansen J K and Kjær E D (2011). *Presence of natural genetic resistance in Fraxinus excelsior (Oleraceae) to Chalara fraxinea (Ascomycota): an emerging infectious disease*. Heredity 106, 788–797; doi:10.1038/hdy.2010.119
- McKinney, L.V., Thomsen, I.M., Kjær, E.D., Bengtsson, S.B.K. and Nielsen, L.R. (2012a) *Rapid invasion by an aggressive pathogenic fungus (Hymenoscyphus fraxinus) replaces a native decomposer (Hymenoscyphus albidus): a case of local cryptic extinction?* Fungal Ecol. 5, 663–669.
- McKinney, L. V., Thomsen, I. M., Kjær, E. D. and Nielsen, L. R. (2012b), *Genetic resistance to Hymenoscyphus fraxinus limits fungal growth and symptom occurrence in Fraxinus excelsior*. Forest Pathology. **42**, 69-74. doi: 10.1111/j.1439-0329.2011.00725.x
- McKinney, L.V., Nielsen, L.R., Collinge, D.B., Thomsen, I.M., Hansen, J.K. & Kjær, E.D. (2014). *The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long term solution*, Plant Pathology, vol. 63, no. 3, pp. 485-499
- Mitchell, R.J., Beaton, J.K., Bellamy, P.E., Broome, A., Chetcuti, J., Eaton, S., Ellis, C.J., Gimona, A., Harmer, R., Hester, A.J., Hewison, R.L., Hodgetts, N.G., Iason, G.R., Kerr, G., Littlewood, N.A., Newey, S., Potts, J.M., Pozsgai, G., Ray, D., Sim, D.A., Stockan, J.A., Taylor, A.F.S. & Woodward, S.(2014). *Ash dieback in the UK: A review of the ecological and conservation implications and potential management options*, Biological Conservation, vol. 175, pp. 95-109.
- Orlikowski, L. B., Ptaszek, M., Rodziewicz, A., Nechwatal, J., Thinggaard, K. and Jung, T. (2011), *Phytophthora root and collar rot of mature Fraxinus excelsior in forest stands in Poland and Denmark*. Forest Pathology. doi: 10.1111/j.1439-0329.2011.00714.x
- Pautasso, M., Dehnen-Schmutz, K., Holdenrieder, O., Pietravalle, S., Salama, N., Jeger, M.J., Lange, E. and Hehl-Lange, S. (2010) *Plant health and global change—some implications for landscape management*. Biol. Rev. 85, 729–755.
- Pautasso, M., Thomas F. Döring, T.F., Garbelotto M., Pellis L. & Jeger M.J. (2012). *Impacts of climate change on plant diseases—opinions and trends*. Eur J Plant Pathol (2012) 133:295–313 DOI 10.1007/s10658-012-9936-1
- Pautasso, M., Aas, G., Queloz, V. and Holdenrieder, O. (2013) *European ash (Fraxinus excelsior) dieback—a conservation biology challenge*. Biol. Conserv. 158, 37–49.
- Pautasso, M., Schlegel, M. & Holdenrieder, O. (2015). *Forest Health in a Changing World*, Microbial Ecology, vol. 69, no. 4, pp. 826-842.

- Przybył, K. (2002) *Fungi associated with necrotic apical parts of Fraxinus excelsior shoots*. For. Pathol. 32, 387–394.
- Queloz, V., Grünig, C. R., Berndt, R., Kowalski, T., Sieber, T. N. and Holdenrieder, O. (2011), *Cryptic speciation in Hymenoscyphus albidus*. Forest Pathology, 41: 133–142. doi: 10.1111/j.1439-0329.2010.00645.x
- Read, H. J., Wheeler, C.P., Forbes, V.J. & Young, J. (2010). *The current status of ancient pollard beech trees at Burnham Beeches and evaluation of recent restoration techniques*. Quarterly Journal of Forestry, 2010.
- Roberge, J.M., Bengtsson, S.B.K., Wulff, S. & Snäll, T. (2011). *Edge creation and tree dieback influence the patch-tracking metapopulation dynamics of a red-listed epiphytic bryophyte*. Journal of Applied Ecology, 48(3), pp. 650-658.
- Sandström, J., Bjelke, U., Carlberg, T. & Sundberg, S. (2015). *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer- rödlistade arter i Sverige 2015*. (Artdatabanken Rapporterar, 17). SLU, Uppsala.
- Schoebel CN, Zoller S, Rigling D. (2014). *Detection and genetic characterisation of a novel mycovirus in Hymenoscyphus fraxineus, the causal agent of ash dieback. Infection, genetics and evolution : Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*. 2014;28:78-86.
- Schumacher, J (2010)
http://archives.eppo.org/MEETINGS/2010_conferences/chalara/14_Schumacher/index.html
- Schumacher, J., Kehr, R. and Leonhard, S. (2010), *Mycological and histological investigations of Fraxinus excelsior nursery saplings naturally infected by Chalara fraxinea*. Forest Pathology, 40: 419–429. doi: 10.1111/j.1439-0329.2009.00615.x
- Sieber TN (2007) *Endophytic fungi in forest trees: are they mutualists?* Fungal Biol Rev 21:75–89. doi:10.1016/j.fbr.2007.05.004
- Skogsstyrelsen (2013). *Ask och askskottsjukan i Sverige*. (Meddelande 4). Jönköping.
- Skogsdata 2012. *Riksskogstaxeringen*, SLU. Umeå.
- Skovsgaard, J. P., Thomsen, I. M. & Barklund, (2009). *Skötsel av bestånd med askskottsjuka (Management of stands with ash dieback in Swedish only)*. Faktaskog 13 2009.
- Skovsgaard, J. P., Thomsen, I. M., Skovsgaard, I. M. and Martinussen, T. (2010), *Associations among symptoms of dieback in even-aged stands of ash (Fraxinus excelsior L.)*. Forest Pathology, 40: 7–18. doi: 10.1111/j.1439-0329.2009.00599.x
- SLU, 2010. *Rödlistade arter i Sverige (Sweden's Red Data Book)*. SLU, 2010.
<http://www.artfakta.se/GetSpecies.aspx?SearchType=Advanced>
- Stener, L.-G. (2012) *Clonal differences in susceptibility to the dieback of Fraxinus excelsior in southern Sweden*. Scand. J. For. Res. 28, 205–216.
- Strandberg, S. (2015). *Ash decline in Jönköping and Östergötland counties: -current status and future prospects for Fraxinus excelsior*. Master thesis, Uppsala, SLU.
<http://stud.epsilon.slu.se>.

Tellenbach C, Sieber TN (2012). *Do colonization by dark septate endophytes and elevated temperature affect pathogenicity of oomycetes?* FEMS Microbiol Ecol 82:157–168

Tellenbach C, Sumarah MW, Grünig CR, Miller JD (2013). *Inhibition of Phytophthora species by secondary metabolites produced by the dark septate endophyte Phialocephala europaea.* Fung Ecol 6:12–18.
doi:10.1016/j.funeco.2012.10.003

Thomsen, I. M (2010). Impact of Chalara fraxinea on Danish forests.
http://archives.eppo.org/MEETINGS/2010_conferences/chalara/08_Thomsen/index.html

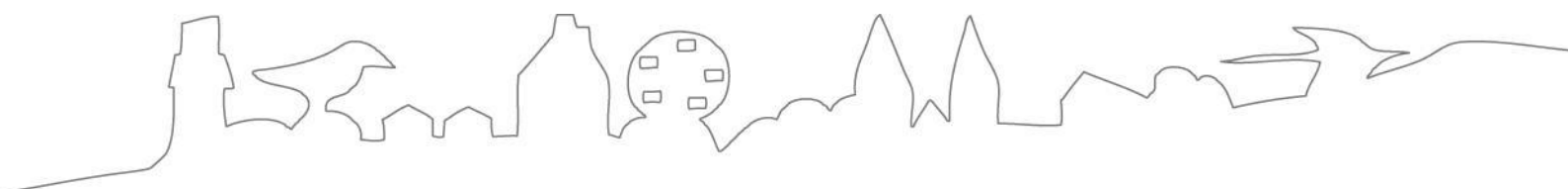
Witzell J, Martín JA, Blumenstein K (2014) *Ecological aspects of endophyte-based biocontrol of forest diseases.* In: Verma VC, Gange AC (eds) Advances in endophytic research. Springer, Berlin, pp 321–333. doi:10.1007/978-81-322-1575-2_17

Zhao, Y.-J., Hosoya, T., Baral, H.-O., Hosaka, K. and Kakishima, M. (2012) *Hymenoscyphus fraxinus, the correct name for Lambertella albida reported from Japan.* Mycotaxon, 122, 25–41.

Bilagor

Fältprotokoll för inventering av askskottsjuka

Träd Nr	
Stamomkrets	
Påverkan	
X koordinat	
Y koordinat	
Datum	
Inventerare	
Fast trad	
Bild Nr	
Askskottsjuka 0= Ingen påverkan 1=Max 10% påverkan 2=10-30% påverkan 3=Mer än 30% påverkan 4=Trädet dött	
Markanvändning/bete	
Kommentar	



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN