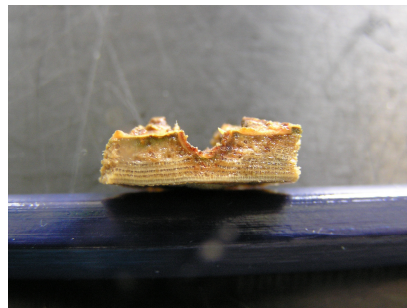
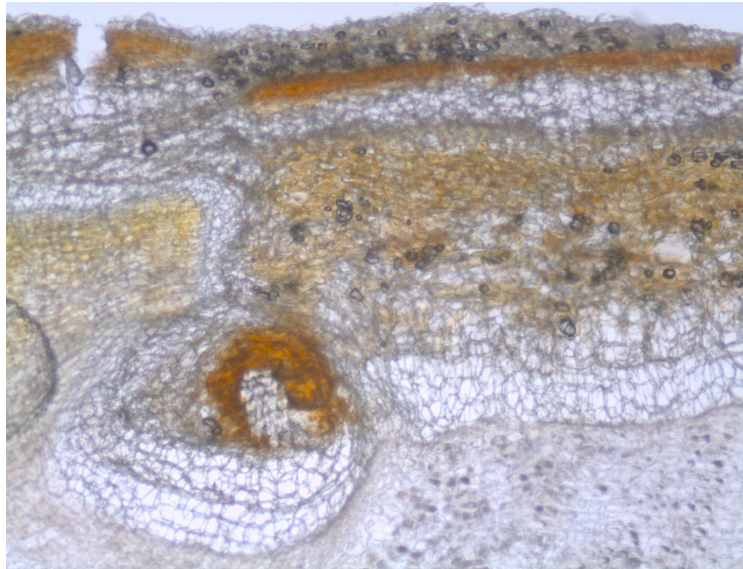


Rapportage analyse boomaantastingen



December 2008

In opdracht van gemeente Alphen aan den Rijn

Dr. AAM van Lammeren
Met medewerking van dr. NCA de Ruijter
Laboratorium Plantencelbiologie
Wageningen Universiteit en Research Centrum
Arboretumlaan 4, 6703 BD Wageningen

Rapportage analyse boomaantastingen

In opdracht van gemeente Alphen aan den Rijn
Periode juni / december 2008

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
Samenvatting	3
Inleiding	5
Materiaal en methoden.....	5
Resultaten	6
Morfologische en cytologische analyse	6
Discussie.....	10
Conclusie	11
Beeldverslag	12
<i>Acer rubrum</i> 'Scanlon' – bastscheuren	12
<i>Castanea sativa</i> – bastscheuren.....	14
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhof's Glorie' – bastknobbels type 1	15
Pinus strobus - bastschade, naaldschade, en naaldvervorming	20
Prunus avium – bastknobbels type 2	22
Carpinus betulus – baststrepen, bastscheuren, bastknobbels type 3.....	24
- Baststrepen	25
Bastknobbels type 3	32
<i>Fraxinus excelsior</i> – baststrepen en bastscheuren	33

© 2008 Wageningen, leerstoelgroep Plantencelbiologie, WUR

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaargemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de leerstoelgroep Plantencelbiologie.

Plantencelbiologie is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Samenvatting

In zomer en najaar van 2008 zijn door de gemeente Alphen aan den Rijn meerdere vormen van boomaantasting geconstateerd. Van de onderstaande boomsoorten is de aard van de aantasting onderzocht. In dit rapport is een beeldverslag opgenomen waarnaar de fotonummers in onderstaande tabel verwijzen.

Onderzocht zijn:

Boomsoort	Type aantasting	Fotoverwijzing
<i>Acer rubrum</i> 'Scanlon'	baststrepen en bastscheuren	foto 1 t/m 7
<i>Castania sativa</i>	baststrepen en bastscheuren	foto 8 t/m 12
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhof's Glorie'	bastknobbels type 1	foto 13 t/m 16
<i>Fraxinus excelsior</i>	baststrepen en bastscheuren	foto 17 t/m 24
<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	ronde plekken op de bast	foto 25 t/m 31
<i>Pinus strobus</i>	resin pockets	foto 35 t/m 38
<i>Prunus avium</i>	bastknobbels type 2	foto 39 t/m 42
<i>Prunus maackii</i> 'Amber Beauty'	baststrepen	foto 43 t/m 49
<i>Carpinus betulus</i>	baststrepen	foto 50 t/m 61
<i>Carpinus betulus</i>	epifyten	foto 62 t/m 69
<i>Carpinus betulus</i>	bastknobbels type 3	foto 70 t/m 73
<i>Fraxinus excelsior</i>	baststrepen en bastscheuren	foto 74 t/m 79

Bastaantastingen zijn te onderscheiden in baststrepen en bastscheuren, in bastknobbels type 1, 2 en 3, in plaatvormige bastdegeneratie en kringvormige bastdegeneratie en in resin-pockets. Steeds worden necrotische cellen of verstoord weefsel aangetroffen!

Baststrepen en bastscheuren

De baststrepen en scheuren zijn aangetroffen op de stam van ondermeer *Acer*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Prunus*. Ze zijn het gevolg van het plaatselijk doodgaan en uiteenvallen van schorsweefsel en bastweefsel in de buitenste cellagen. Er is vastgesteld dat op de streep het felleem ontbreekt waardoor de schors plaatselijk dood en een nieuw periderm vormt. Door het afsterven van weefsel (celnecrose) blijkt de normale omtrekgroei (dilatatatie) niet meer op te treden. Normaal dilateert de stam gelijkmatig over de omtrek maar als er weefselafsterving optreedt, gebeurt dat plaatselijk niet. Hier rekken dode cellen op en vormen een scheur. Op die plaats ontstaat vervolgens in dieper gelegen weefsellagen een nieuwe afsluitingslaag. Bij verdere diktegroei verergeren bastscheuren en dringen dieper door in de bast.

Bastknobbels type 1

De bastknobbels type 1 komen bij veel boomsoorten voor zoals vermeld in voorgaande rapportages (Rapportage bastknobbeldonderzoek in Alphen aan den Rijn 2006-2007). Het zijn concentrische structuren met een kern van hout met daaromheen een vasculair cambium en een floeemlaag. Vaak hebben zij in het centrum enige necrotische cellen en een of meerdere bastvezels.

Bastknobbels type 2

Knobbels bij *Prunus avium* zijn van het type 2. Zij hebben een duidelijke lengte-as waaromheen het xyleem en floeem is ontwikkeld. Het zijn misvormde zijtakjes waarvan de lengtegroei is verstoord. Zij zijn eerder gezien bij *Ceder* (Rapportage Onderzoek aan bastknobbels en aantasting van bast door korstmossen, april 2008).

Bastknobbels type 3

Knobbels van dit type zijn gevonden bij *Carpinus betulus*. Zij ontstaan deels in het hout en deels in de bast. Zijn lijken het gevolg van sterk prolifererend straalweefsel zowel in xyleem als in floeem. Eerder zijn zij gezien in *Acer saccharinum*. Er is hier sprake van een verstoring van weefsel.

Plaatvormige bastdegeneratie

Hierbij gaan aan de oppervlakte van de stam veel cellen onder het laatstgevormde periderm dood (cel- en weefselnecrose) waardoor nieuw afsluitingsweefsel ontstaat met daarbuiten lagen dood floeem. Het betreft grote, de stam bedekkende vlakken necrotisch weefsel. Dit verschijnsel is gezien bij *Fraxinus excelsior* en *F. angustifolia*.

Kringvormige bastdegeneratie

Bij dit type aantasting vertoont de stam een vlekkenpatroon waarbij in iedere vlek concentrische ringen periderm gevormd worden. Er is een uitbreiding van de necrotische plaats waardoor de vlekken een aaneensluitend patroon vormen. Bovenmatige kurkvorming in aanvankelijk de schors en later in de bast leiden tot weefselnecrose.

Resin pockets

Ontstaan door locale ophoping van grote hoeveelheden hars onder het afsluitende periderm. Resin-pockets dragen ertoe bij dat bij verwonding een grote hoeveelheid hars uit de wond treedt. De ontstaanswijze van resinpockets is nog niet onderzocht.

Algemeen

Dit onderzoek heeft tot doel de verschijnselen vast te stellen. Het is steeds niet duidelijk wat de oorzaak is van de verschillende aandoeningen. In het geval van bastdegeneratie worden regelmatig schimmelhyfen gevonden in het afgestorven weefsel maar omdat schimmel-infectie een secundair effect kan zijn, is niet te concluderen dat schimmels de necrose veroorzaakt hebben.

Inleiding

In de zomer van 2008 zijn in de gemeente Alphen aan den Rijn meerdere vormen van boomaantasting geconstateerd. Het gaat daarbij om meerdere typen aantastingen op de stam van verschillende boomsoorten. Om meer duidelijkheid te krijgen omtrent de aard van de aantastingen is een microscopische analyse van de aantastingen uitgevoerd op de leerstoelgroep Plantencelbiologie van Wageningen Universiteit en Researchcentrum (WUR). In het hier beschreven onderzoek zijn de volgende boomsoorten opgenomen:

1. *Acer rubrum* 'Scanlon'
2. *Castanea sativa*
3. *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie'
4. *Fraxinus angustifolia* 'Raywood'
5. *Fraxinus excelsior*
6. *Pinus strobus*
7. *Prunus avium*
8. *Prunus maackii* 'Amber Beauty'
9. *Carpinus betulus*

Materiaal en methoden

Plantmonsters zijn genomen in de gemeente Alphen aan den Rijn op 25-6-2008, 1-7-2008, 4-9-2008 en 28-11-2008. Monsters zijn verkregen met een holpijp met diameter van 1,5 cm en direct gefixeerd in een mengsel van 2% paraformaldehyde en 2% glutaraldehyde in 0,1 M fosfaatbuffer pH 7,0. De monsters zijn gespoeld in een 0,1 M fosfaatbuffer en coupes zijn gemaakt met een sledemicrotoom. De coupes zijn vervolgens ingesloten in glycerine gelatine en geanalyseerd met de lichtmicroscop. Macro-opnames dienen ter oriëntatie en voor het macroscopisch beeld van aantastingen op de stam. Bijbehorende microfoto's zijn voorzien van bijschrift en registratiecode. De volgende boomsoorten zijn gemonsterd:

Boomsoort	Monsterdatum	Monsterlocatie
<i>Acer rubrum</i> 'Scanlon'	16-7-2008	Warande
<i>Carpinus betulus</i>	28-10-2008	Mexicostraat
<i>Castanea sativa</i>	16-7-2008	Boomkwekerij
<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	16-7-2008	Korenmolen
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhof's Glorie'	Zie rapport eerder dit jaar	Eisenhowerlaan
<i>Fraxinus excelsior</i>		Rijsenburg
<i>Fraxinus excelsior</i>	25-11-2008	Canadalaan
<i>Pinus strobus</i>	5-6-2008	Vennootsweg
<i>Prunus avium</i>	5-6-2008	Amerpad
<i>Prunus maackii</i> 'Amber Beauty'	16-7-2008	Keersluis

Resultaten

Morfologische en cytologische analyse

Resultaten per boomsoort:

Beelden van *Acer rubrum* 'Scanlon' zijn weergegeven in de Figuren 1-7. Bij *A. rubrum* 'Scanlon' ontstaan diepe kerven en scheuren in de bast (Fig. 1-4). Ter plaatse van de kerf zoals getoond in Fig. 5 en 6 worden grote stukken floeem door een nieuw gevormd kurkcambium afgesloten van het overige weefsel van de stam (Fig. 5-6). Deze stukken necrotiseren en vergaan ten dele. In dat necrotische deel zijn veelvuldig schimmel-hyfen aangetroffen (Fig. 7).

Het normale patroon van diktegroei is een gelijke toename van de omtrek waarbij de dilatatie van de bast en de schors over de gehele omtrek plaatsvindt. Nu is de omtrekgroei in de bast gelokaliseerd en beperkt tot kleine gebieden, precies onder de kerf. Het is daarbij niet duidelijk of de kerf een gevolg is van extreme locale groei die in de buitenste cellagen niet kan worden gecompenseerd of door een lokaal trauma waardoor plaatselijke dilatatie onmogelijk is, zodat scheuring ontstaat, en als gevolg daarvan ter afdichting van de wond, een lokaal diepliggend periderm.

Castanea sativa vertoont diepe kerven op de stam (Fig. 8-9). De boomsoort heeft een dilatatietype vergelijkbaar met dat van *Acer*. Het blijkt dat schorsparenchymcellen en de lengteparenchymcellen in het secundair floeem verspreid over het floeem dilateren. Echter in een kerf is in de buitenste floeem en schors lokaal geen dilatatie opgetreden en daar is het weefsel uiteengescheurd waardoor een kerf is ontstaan (Fig. 8-9). Omdat op de plaats van de kerf de dilatatie in het weefsel direct onder de kerf erg sterk is, wijken de randen van de kerf ver uiteen. De ontstane wond is afgeschermd door een diepliggend periderm met lenticellen (Fig. 11). Ter plaatse van de wond gaat het necrotiseren van bastweefsel nog steeds door (Fig. 12); Onder het laatst gevormde periderm ontstaan nieuwe laesies die door de vorming van periderm rondom gelokaliseerd blijven (Fig. 12). Gezond bastweefsel is weergegeven in Fig. 10. Dit proces van necrosevorming kan ook de oorzaak van de kerfvorming zijn geweest.

Fraxinus excelsior 'Westhof's Glorie' vormt bastknobbels op de stam waarbij de grootte varieert van enkele millimeters tot enkele centimeters (Fig. 13-16). De bastknobbels hebben vaak een necrotisch centrum (vaak met een of meerdere bastvezels in het centrum) waaromheen xyleem en floeemweefsel in concentrische lagen is afgezet door een vaatweefselvormend cambium. Het floeemweefsel van de bastknobbel bevat steencellen en bastvezels hetgeen wijst op een activiteit die sterk lijkt op het normale vaatweefsel-vormende cambium. Deze knobbels zijn gecategoriseerd als Type 1. Type 1 bastknobbels ontstaan vaak rondom necrotische plekken in de buitenste zone van het floeem. Soms gaan ze dood en vallen af met achterlating van scheuren in de bast (Fig. 16).

Ter plaatse van korstmosbegroeiing wordt het stamoppervlak pokdalig (zie Fig. 15, pijl). De anatomische veranderingen zijn eerder gerapporteerd (Rapportage onderzoek aan bastknobbels en aantasting van bast door korstmossen, AAM van Lammeren, In opdracht van gemeente Alphen aan den Rijn April 2008)

Daarnaast vertoont *Fraxinus excelsior* min of meer verticaal lopende lengtestrepen op de stam. De strepen variëren in breedte (Fig. 17-18). De strepen gaan over in scheuren waaronder nieuw afsluitingsweefsel is of wordt gevormd. Dergelijke scheuren zijn meer in detail onderzocht (Fig. 20-23). Het blijkt dat de dilatatie slechts plaatselijk in de bast optreedt. Sommige gebieden dilateren niet en daar is de lichtbruine kurklaag kleur- en vormbepalend. De lichtbruine kleur is het gevolg van sterke activiteit van een kurkvormend cambium dat naar buiten toe kurk afzet. De donkerbruine kleur wordt veroorzaakt door afgestorven floeemweefsel (Fig. 22). De streepsgewijs verlopende groengekleurde stroken zijn de gebieden zijn waar de bast dilateert. Vlak onder een relatief dunne kurklaag ligt assimilerend parenchym hetgeen de groene kleur aan de buitenzijde veroorzaakt (Fig. 22, 23 pijl) Op sommige stammen zijn hele velden kurk waargenomen. Een detail is getoond in Fig. 24. Op de lichtbruine verkurkte buitenzijde zijn veelvuldig zwarte stippen te zien. Dat zijn lenticellen (kurkporiën) die de gaswisseling van de onderliggende levende weefsels regelen. De donkerbruine gebieden zijn stukken afgestoten door floeem.

Fraxinus angustifolia 'Raywood' vertoont ronde lichtbruine vlekken van een tot enkele centimeters in doorsnede met concentrische ringen. Ze overdekken het stamoppervlak (Fig. 25-27).

De lichtbruine vlekken zijn pas sinds vorig jaar opgemerkt. Daarnaast kan de stam bedekt zijn met velden met bovenmatige kurkvorming; aanvankelijk alleen in de schors en later in de bast waardoor buitenwaarts gelegen weefsel afsterft (Fig. 28-29). Door overmatige kurkvorming krijgt de stam lokaal een dofbruin uiterlijk. Door het daarbuiten gelegen dode bastweefsel is het kurk vaak met een schilferige donkerbruine laag dood secundair floeem bedekt (Fig. 28 en 31). Necrose binnenwaart van het laatst gevormde periderm komt regelmatig voor (Fig. 31). Dat wijst erop dat het proces van weefselverval ook nu gaande is. Schimmelhyfen zijn op een dergelijke plaats echter niet aangetroffen. Vaak vormen bastvezelgroepen de kern waaromheen een nieuw periderm ontstaat. Dit leidt tot het verder afstoten van bastweefsel en een pokdalig uiterlijk van de stam. Ook 'Raywood' vertoont baststrepen en bastscheuren (Fig. 19). De buitenzijde van de stam is vaak bedekt met algen en ook schimmelhyfen en schimmelsporen komen veelvuldig voor.

Pinus strobus heeft bast schade in de vorm van Resin Pockets, naaldschade, en - vervorming (Fig. 32-34). Dwarse doorsneden van de bast van de stam laten zien dat er onder het afsluitende periderm veel grote harsgangen liggen (Fig. 35-38). Die dragen ertoe bij dat bij verwonding een grote hoeveelheid hars uit de wond treedt (Fig. 35) en ook dat de textuur van de bast enigszins zacht (indrukbaar) wordt. Het periderm ligt op de normale plaats, d.w.z. in het buitenste floeem of nog in de oorspronkelijke schors (cortex) van de stam (Fig. 38).

Prunus avium vormt knobbels op de stam (Fig. 39-42). Het blijkt dat deze knobbels een duidelijke lengte-as hebben waaromheen het xyleem en floeem is georganiseerd (Fig. 40-42). Dat betekent dat de knobbels in strikte zin geen bastknobbels zijn (die concentrisch georganiseerd xyleem en floeem vormen), maar een zijtak zonder lengtegroei. Ze zijn gecategoriseerd als Type 2.

Bij *Prunus maackii* 'Amber Beauty' (Fig. 43 t/m 49) blijkt de normale afsluiting van de stam te bestaan uit een langlevend periderm dat jaar na jaar felleem naar buiten toe afzet (Fig. 48). Het blijkt echter dat schors en floeem onder het periderm op meerdere plaatsen afsterft waarna hernieuwde delingsactiviteit van een kurkcambium leidt tot het afstoten van floeem weefsel (Fig. 49). In de necrotische plaatsen zijn geen schimmelhyfen waargenomen.

Bij *Carpinus betulus* komen zowel baststrepen, bastscheuren als bastknobbels voor. Daarnaast is de stam begroeid met epifyten.

Baststrepen en bastscheuren.

De strepen op de stam vallen op door het plaatselijk ontbreken van epifytische begroeiing. De baststrepen verlopen vaak in parallelle patronen (Fig. 50). Strepen gaan over in scheuren (Fig. 50-53) en zijn een gevolg van plaatselijk niet kunnen meegroeien van de buitenste lagen van de stam. Dat is een gevolg van plaatselijke celafsterving en dus het achterwege blijven van dilatatie. Onder de scheur wordt nieuw afsluitingsweefsel gevormd. Dat zijn de nieuwe dieperliggende kurklagen (Fig. 53). De strepen zijn microscopisch geanalyseerd. Op dwarse doorsnede zijn het iets opgebolde structuren waaronder soms beginnende necrose is te zien (Fig. 56, 57) Ter plaatse is lokale strekking van het onderliggende weefsel opvallend (Fig. 58, 59) Lengte doorsneden door de streep en naast de streep zijn getoond in Fig. 60 en 61. Hieraan is dit stadium (nog) geen verschil te zien.

Epifyten.

De stam is vaak begroeid met algen, schimmels en korstmossen (Fig. 54 en 62). Algen en schimmels in los verband zijn getoond in Fig. 63 en 64 maar ook als korstmosthallus in Fig. 68. Schimmelvruchtlichamen zoals cleistothecia (Fig. 65-67) en apothecia (Fig. 69) komen verspreid voor. De begroeiing is grotendeels oppervlakkig maar schimmelhyfen zijn ook diep in het felleem aangetroffen (Fig. 66).

Bastknobbels.

Carpinus betulus maakt incidenteel bastknobbels (Fig. 70-73). Deze bestaan voornamelijk uit parenchym en lijken ontstaan te zijn als gevolg van bovenmatige groei van straalweefsel. In de top van de knobbel is veel celproliferatie en ontstaan xyleemvaten (Fig. 72,73). De knobbels zijn als type 3 gecategoriseerd.

Bij *Fraxinus excelsior* zijn baststrepen en bastscheuren geconstateerd (Fig. 74-79). In het eerste stadium verdwijnt de beschermende felleemlaag boven de schors (Fig. 76-77). De oorzaak daarvan is niet vastgesteld. Als gevolg van de blootstelling/uitdroging van de onderliggende schors gaan de cellen die aan de wond grenzen dood. Er ontstaat vervolgens een kleine necrotische plek.

Daaromheen vormt zich in de schors een afsluitend periderm. Hierdoor is het dilatatievermogen verstoort en zal bij diktegroei er scheurvorming optreden met als gevolg het ontstaan van meer en dieper-gelegen nieuwe peridermlagen en verdere necrotisering van buitengesloten weefsel.

Discussie

Meerdere bastaantastingen openbaren zich momenteel bij diverse boomsoorten. Bastscheuren, bastknobbels type 1, 2 en 3, plaatvormige bastdegeneratie, kringvormige bastdegeneratie, baststrepen en Resin-pockets

Bij de bastscheuren blijkt dat aantasting van het uiterlijk van de bast veroorzaakt wordt doordat de normale afsluiting door het eerst gevormde periderm in de buitenste laag van de stam verstoord wordt.

Plaatselijke verruwing van het stamoppervlak van *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie' is veroorzaakt door korstmossen. (Rapportage onderzoek aan bastknobbels en aantasting van bast door korstmossen, AAM van Lammeren, in opdracht van gemeente Alphen aan den Rijn, April 2008)

Op plaatsen waar korstmos zit of gezeten heeft is door het opnieuw vormen van afsluitingslagen in dieper gelegen bastweefsel en daaropvolgende dilatatie een ruw uiterlijk ontstaan. Aangezien het proces van afsterven van floeem in de buitenste weefsellagen bij korstmosaantasting zich frequent lijkt te herhalen moet er de oorzaak gezocht worden in aantasting of afsterven van cellen onder het laatst gevormde periderm, mogelijk door het binnendringen van schimmelhyfen in de levende cellagen.

Bastdegeneratie wordt dus deels veroorzaakt door de invloed van algen en korstmossen op de boombast.

Scheurvorming bij *Fraxinus excelsior* is een gevolg van het ontstaan van baststrepen. Baststrepen zijn een gevolg van het verdwijnen van beschermend felleem waardoor schorsweefsel uitdroogt en doodgaat. Als gevolg daarvan ontstaat nieuw periderm waardoor dilatatie plaatselijk verstoord wordt en bij diktegroei scheuren ontstaan. Waardoor de strepen ontstaan, ofwel waardoor het felleem als een streep verdwijnt, is niet opgehelderd.

Het veelvuldig extra verkurken van de buitenzijde van de stam zoals bij *F. angustifolia* 'Raywood' wordt mogelijk veroorzaakt door het necrotiseren van cellagen direct onder het laatstgevormde periderm. Vaak zijn of vormen bastvezels een kern waaromheen necrose en peridermvorming ontstaat. De oorzaak van het afsterven van de cellen is niet vastgesteld. Schimmelhyfen zijn er niet in aangetroffen, wel op de buitenzijde van de stam.

Diepe kerven in de bast zijn aangetroffen in *Acer*, *Castanea* en *Fraxinus excelsior* en *Carpinus betulus*. Zij zijn het gevolg van het ontbreken van dilatatie in de buitenste delen van de stam, soms gepaard gaande met een extra sterke dilatatie in het weefsel onder de kerf. De kerf zelf ontstaat doordat peridermvorming in diepere floeemlagen de cellen laat afsterven waardoor bij toenemende dikte van de stam een lokale scheur ontstaat. In dit onderzoek is niet vastgesteld wat de oorzaak van de celdood in de kerf is geweest. In een enkel geval zijn schimmelhyfen waargenomen onder het laatst gevormde periderm hetgeen wijst op infectievermogen van schimmels of de schimmelcomponent van de korstmossymbiose.

Prunus avium is onderzocht op het type knobbels. De knobbels blijken van een ander type dan bij *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie'. Ze zijn als bij *Acer* misvormde zijtakjes. Daarbij is er geen lengtegroei maar wel een aanzienlijke diktegroei waarbij zowel floeem als xyleem in groeiringen wordt afgezet. Zij zijn gecategoriseerd als type 2 knobbels.

Prunus maackii 'Amber Beauty' is onderzocht op de streepvorming op het stamoppervlak. De buitenzijde van de stam vertoont afwijkende ontwikkeling van het periderm. Normaal is het kurkcambium jarenlang actief maar bij aantasting necrotiseert floeemweefsel onder het kurkcambium, ontstaat er een nieuw kurkcambium aan de binnenzijde van de necrose en wordt het floeem als dood weefsel in kurk ingesloten.

Ook hier is de oorzaak van celdood niet aangetoond. Schimmels zijn er niet in gevonden.

Carpinus betulus vormt baststrepen, bastscheuren en bastknobbels. Het ontstaanspatroon bij de bastscheuren is vergelijkbaar met dat genoemd bij *Fraxinus*. De knobbels hebben echter een ander patroon zoals dat eerder is gezien bij *Acer saccharinum*. Het is gecategoriseerd als type 3.

Conclusie

In totaal blijkt dat bij verschillende boomsoorten veelvuldig afsterving van buitenste cellagen van de stam optreedt. Als reactie daarop vormt de boom nieuw afsluitingsweefsel waardoor er buitenwaarts veel dood weefsel ontstaat dat bijdraagt aan de verkleuring van de stam. Vaak leidt gebrekkig dilatatievermogen tot het ontstaan van kerven.

Bij *Fraxinus* is de bastaantasting in een aantal gevallen waarschijnlijk het gevolg van epifytische korstmossen.

In zijn algemeenheid is de ontwikkeling van het afsterven van buitenste cellagen van bomen in de boomkwekerij en in het stedelijke gebied zorgelijk. Onderzoek toont aan dat er steeds sprake lijkt te zijn van het afsterven van de buitenste cellagen. Het onderzoek naar bastknobbels, baststrepen, bastscheuren die hun initiatiepunt lijken te hebben rond necrotische cellen heeft geen biologische factor aangetoond.

De consequenties van bastknobbels voor de vitaliteit zijn nog niet bekend maar bij het ontstaan van bastscheuren en necrotisch weefsel ontstaat er een situatie waarbij de boom meer vatbaar is voor ziekten en plagen. Cosmetisch wordt de boom aangetast in zijn waarde hetgeen consequenties kan hebben voor de economische waarde van de boom. Na twee jaar intensief onderzoek naar een biologische factor en na het uitblijven van resultaat van dit onderzoek is niet uit te sluiten dat een externe niet biologische factor oorzakelijk verband heeft met de nieuwe aantastingen. Verdiepend onderzoek op korte termijn is noodzakelijk.

Beeldverslag

Acer rubrum 'Scanlon' – bastscheuren



Fig. 1-4. *Acer rubrum* 'Scanlon'. Opnamen van niet aangetaste (Fig. 1) en wel aangetaste stammen (Fig. 2-4). Let op de lengtestreping over de stam (Fig. 2,3) en de scheuren in de bast tot op het xyleem (Fig. 4).

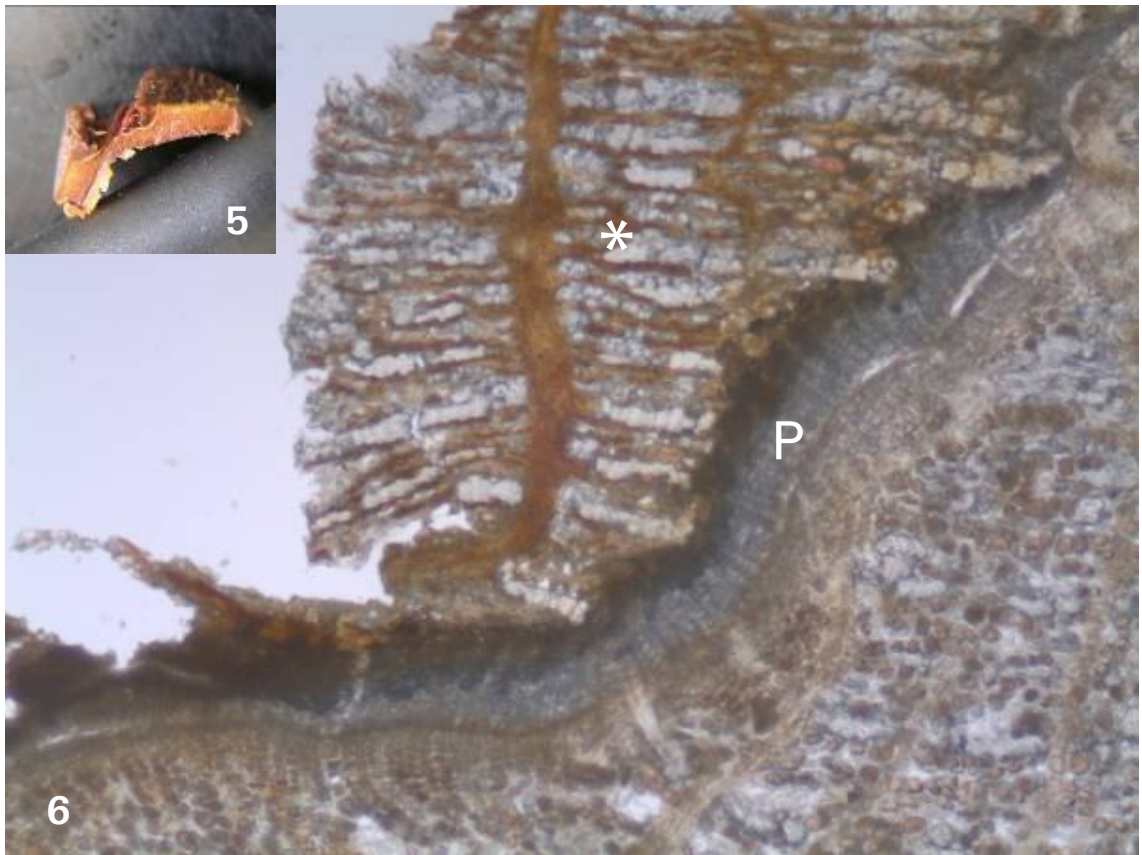


Fig. 5-6. *Acer rubrum* 'Scanlon'. De inzet is het overzicht van de inkeping in de bast en Fig. 6 geeft een detail waarbij peridermvorming (P) leidt tot plaatselijke afstoting van bastweefsel (*). (*Acer rubrum* 4x 001 met inzet Acer P9010047).

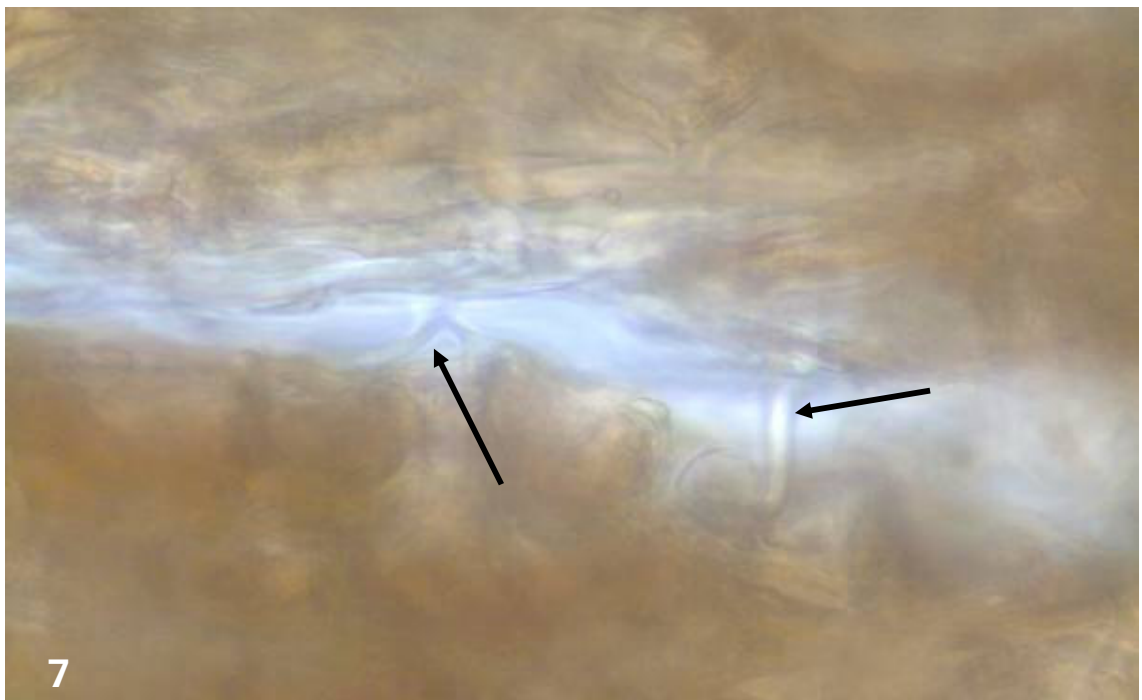


Fig. 7. *Acer rubrum* 'Scanlon'. Detail van afgestoten bastweefsel met schimmelhyfen tussen de cellen (pijlen). (Acer ru 40x 001)

***Castanea sativa* – bastscheuren**

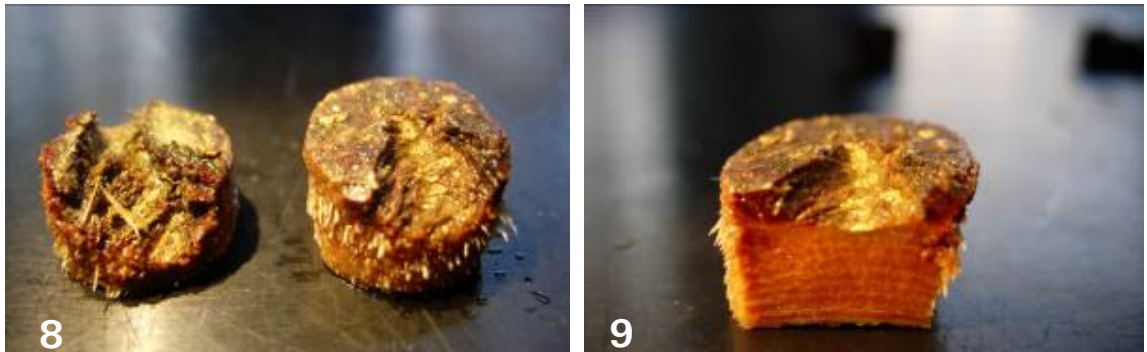


Fig. 8-9. *Castanea sativa*. Overzicht van monsters en doorsnede van monster ter plaatse van een inkeping.

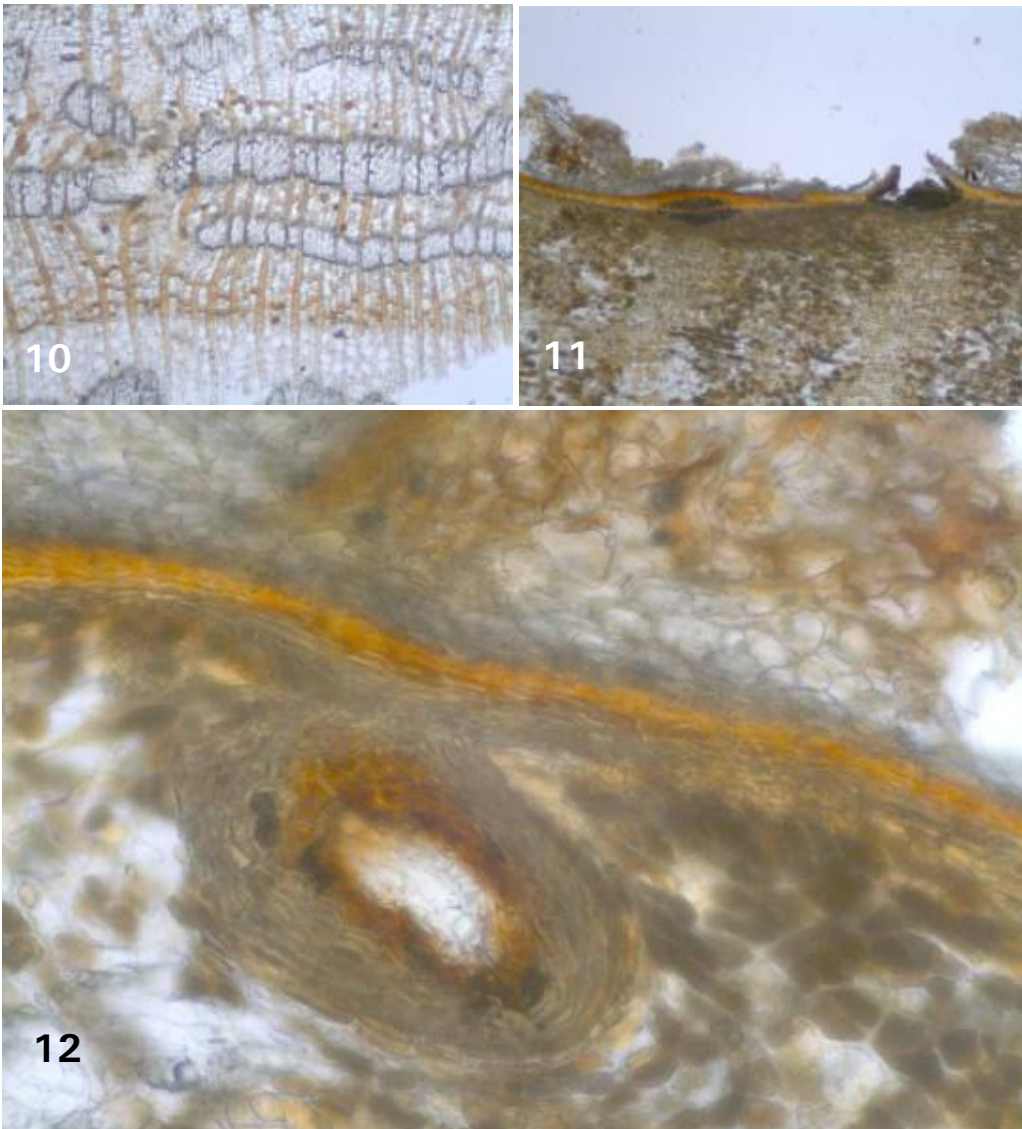


Fig. 10-12. *Castanea sativa*. Fig. 10. Detail van intact floeem met bastvezels in groepen, gescheiden door floeem bestaande uit staal en lengteparenchym (geel) en zeefvat-begeleide cel-complexen). Fig. 11. Microfoto van groeve in de stam met onderbrekingen in het periderm door kurkporiën (lenticellen). Fig. 12 is een detail van peridermvorming waardoor floeem buitengesloten wordt. Daarnaast blijkt er binnenwaarts necrose op te treden waaromheen opnieuw kurk ontstaat. (Castanea sat 16-7-08 4x 01 en - 02 en Castanea sat 16-7-08 10x 01)

***Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie' – bastknobbels type 1**



Fig. 13-15. *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie' vertoont bastknobbels in verschillende stadia van ontwikkeling. Fig. 13 Niet aangetaste stam, Fig. 14 Beginstadium van knobbelvorming, Fig. 15. Ver ontwikkeld stadium van knobbelvorming (PB250214). Let op de aangetaste plaatsen met korstmosbegroeiing (pijl)

Fig. 16. *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie' plaatselijk afsterven van bastknobbels en scheurvorming in de bast (PB250220). De pijl wijst naar aantasting van de bast door korstmossen.

- Bastscheuren

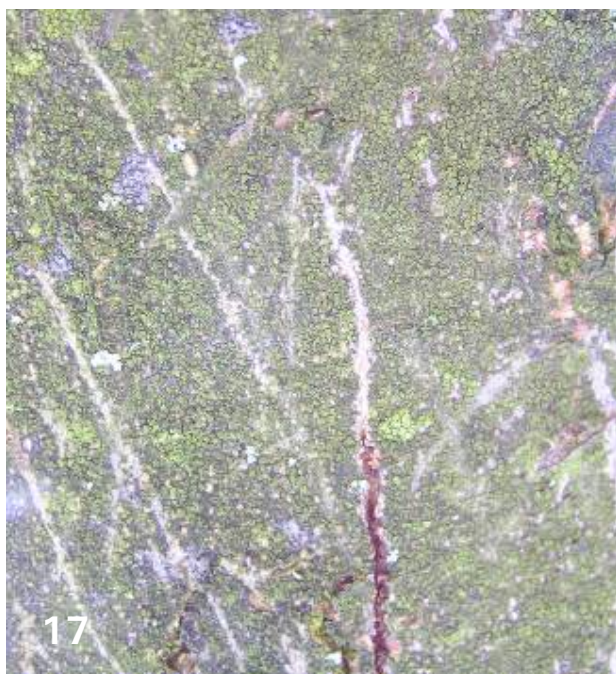


Fig. 17-18. *Fraxinus excelsior* met baststrepen die overgaan in bastscheuren.

Fig. 19 *Fraxinus angustifolia* 'Raywood' met baststrepen die overgaan in bastscheuren.



Fig. 20-21. *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie'. Macro-opname van monster in aanzicht, en in dwarse doorsnede van een inkeping (pijl in figuur) in de stam. (P9010053 en P9010056)

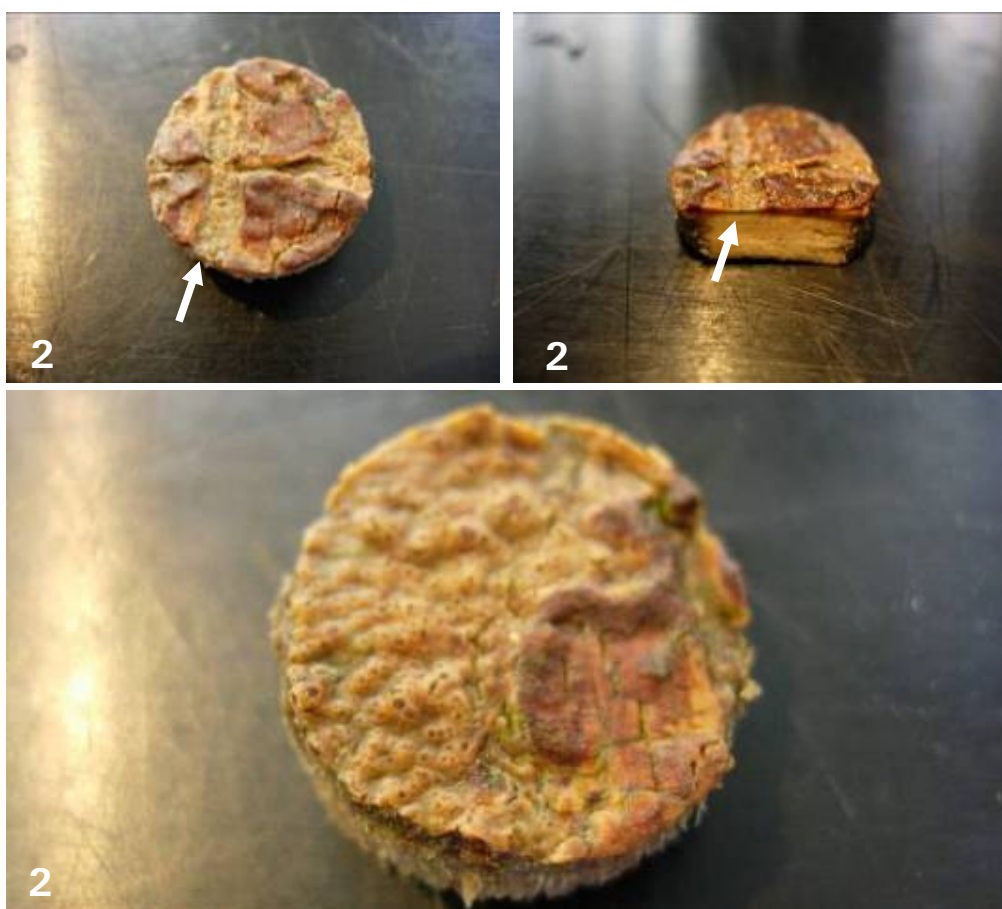


Fig. 22-23. *Fraxinus*. Streping op de bast. De lengtestrepen zijn het gevolg van locale dilatatie. Merk op dat in Fig. 22 direct onder de 'dilatatie-scheur' het weefsel groen gekleurd is. (DSCN3106, ..., DSCN3110)

Fig. 24. Overzicht met extra kurkvorming. De donkerbruine velden bestaan uit dood floeem, de lichtbruine velden uit secundair kurk met daarin zwartgekleurde stippen, de kurkporiën (lenticellen).

***Fraxinus angustifolia* 'Raywood' – bastbeschadiging (ronde plekken)**



Fig. 25-27. *Fraxinus angustifolia* 'Raywood' stam zonder (Fig. 25) en met aantastingen (Fig. 26-27). De bastbeschadiging in Fig. 18 bestaat uit ronde vlekken waarbij het oppervlakteweefsel lichtbruin gekleurd is (Fig. 27). (PB250242)

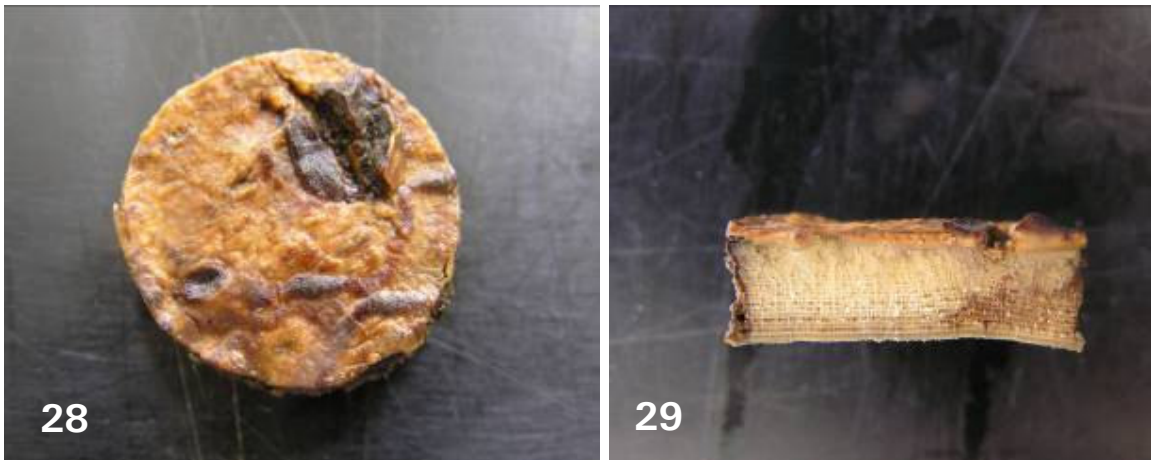


Fig. 28-29. *Fraxinus angustifolia* 'Raywood'. Detail van bastaantasting in aanzicht (Fig 28) en op dwarse doorsnede (Fig. 29) zoals getoond in Fig. 28. De lichtbruine kleur wordt veroorzaakt door sterke kurkvorming, de inkepingen in de donkerbruine gebieden door scheuring bij gebrek aan dilatatie. (P9010030, P9010034)

Fraxinus angustifolia 'Raywood'

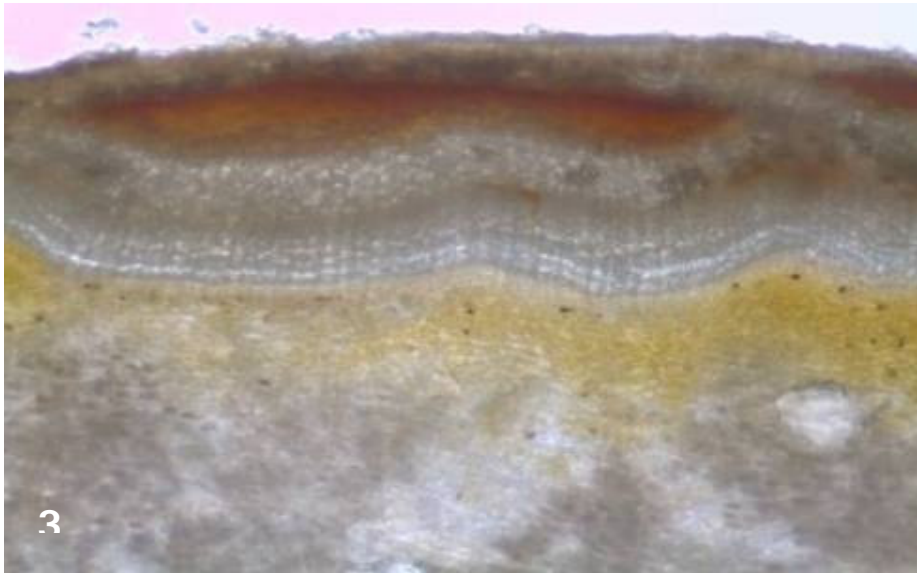


Fig. 30. *Fraxinus angustifolia* 'Raywood'. Detail van peridermvorming met ingesloten dood bastweefsel (*Fraxinus angustifolia* 'Raywood' 1 4x 001)

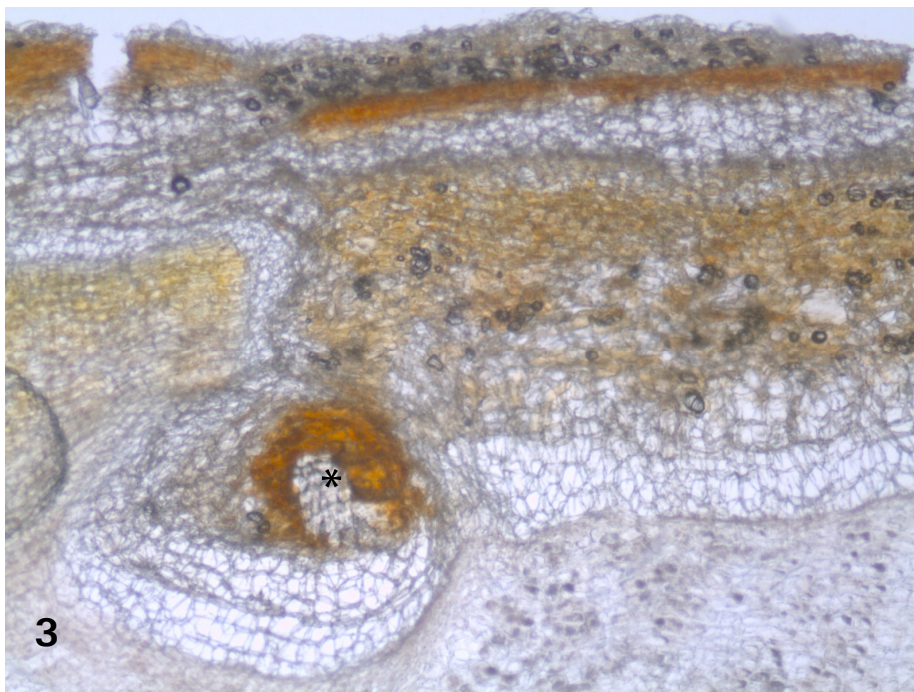


Fig. 31. *Fraxinus angustifolia* 'Raywood'. Detail van weefseldegeneratie aan de buitenzijde van de stam. Let erop dat kurklagen afwisselen met dood floeem en dat het proces van weefsel afsterving naar binnenwaarts doorgaat. (*Fraxinus angustifolia* 'Raywood' 2 4x 001) * geeft een bastvezelgroep aan waaromheen weefsel necrotiseert en waaromheen een nieuw afsluitend periderm is gevormd.

Pinus strobus - bastschade, naaldschade, en naaldvervorming



Fig. 32-34. *Pinus strobus* met aantasting van bast op de stam in de vorm van resin pockets (Fig. 31) en vroegtijdig naaldenverlies (Fig. 32). In Fig. 33 vertonen takken een grillige strekkingsgroei waardoor de takken kronkelen.

Pinus strobus – Resin Pockets



Fig. 35-38 Pinus strobus Stam van *Pinus strobus* met harslekkage op aangebrachte wond. Fig 35-37 plaats van monsternamen van stam met zeer zachte bast en monster na fixatie met beeld van stamoppervlak (Fig. 36). Fig. 37. Microfoto van Pinusbast met normaal ontwikkeld periderm en bast met parenchym. Hier is geen afwijking geconstateerd. Links is een harsgang te zien (*) (P6050172 en P6050173 en P9010039, (Pinus str 4x 001). De rode parenchymcellen bevatten kleurstoffen en worden wel idioblast genoemd.

Prunus avium – bastknobbels type 2



Fig. 39-42. *Prunus avium*. Fig 39 is een overzicht van *Prunus*-stam. Knobbel op stam vóór (Fig. 40) en na (Fig. 41) monsternamen. Lengtedoorsnede door knobbel met xyleem (X) en floeem (F) georganiseerd om de lengte-as (pijl) is getoond in Fig 42. (P 6050201, P6050205 en P9010020, P6050199)



Prunus maackii 'Amber Beauty' – baststrepen

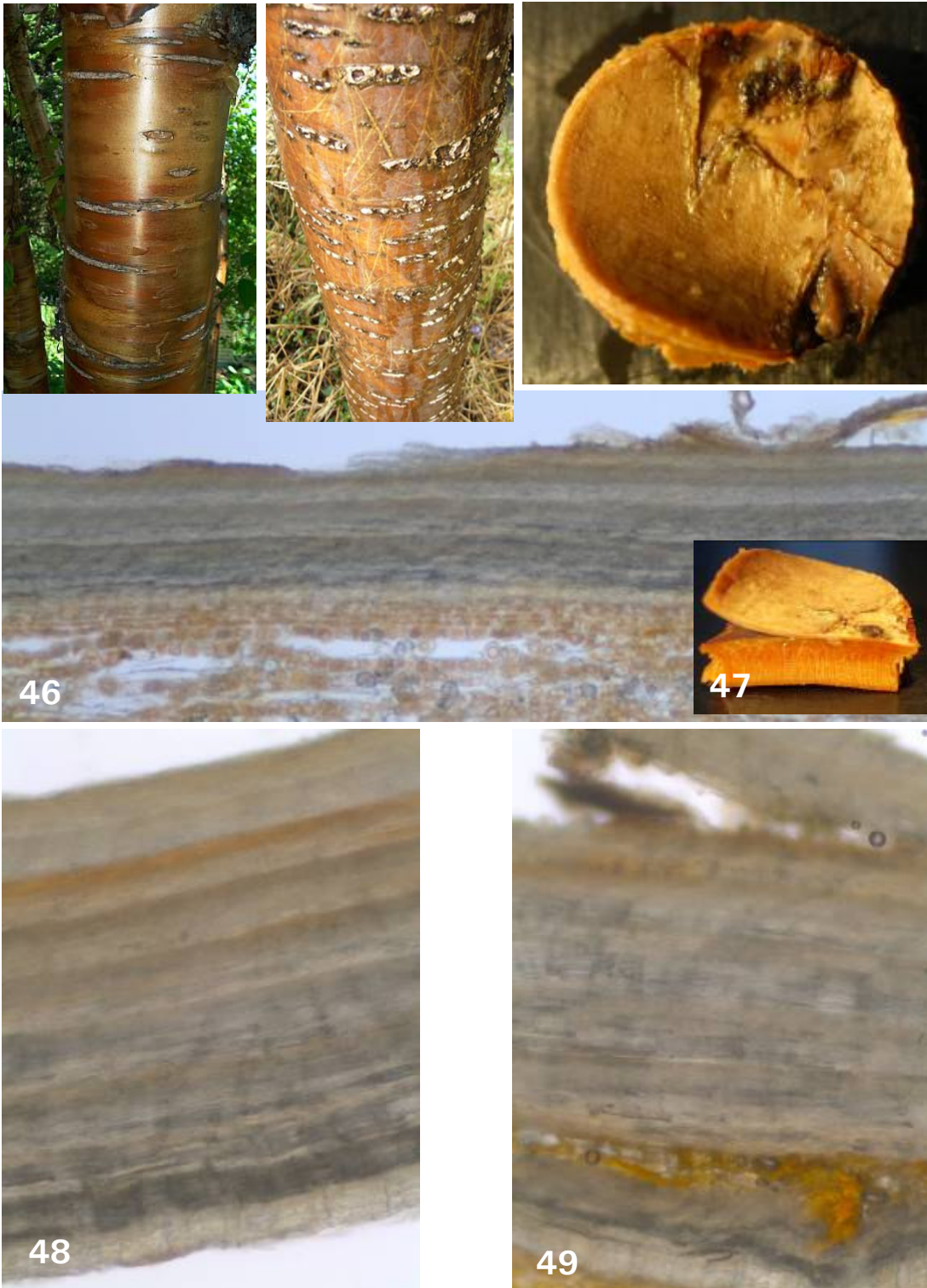


Fig. 43-44. *Prunus maackii* 'Amber Beauty' zonder en met bastshade.

Fig. 45 en 47. Macro-opname van bastmonsters van *Prunus maackii* 'Amber Beauty' in aanzicht met shade in de vorm van littekens en scheuren.

Fig 46, 48 en 49. Microfoto's van de bast met periderm in overzicht (Fig. 46) en details van normaal (Fig. 48) en aangetast periderm (Fig. 49). Let op de insluiting van floeem in het felleem (pijl). Let erop dat het kurk gedurende meerdere opeenvolgende jaren door hetzelfde cambium wordt afgezet zoals te zien in Fig. 48. Fig. 49 toont bastweefselinsluitingen in het kurk hetgeen erop wijst dat ook hier bast-weefsel ten gronde gaat (DSCN3116, DSCN3117, Prunus amber 16-7-08 4x 01, 16-7-08 10x 01, 16-7-08 10x 03)

Carpinus betulus – baststrepen, bastscheuren, bastknobbels type 3



Fig. 50. *Carpinus betulus*. Overzicht van stam met parallel-lopende baststrepen strepen en beginnende scheuren (PB250190)

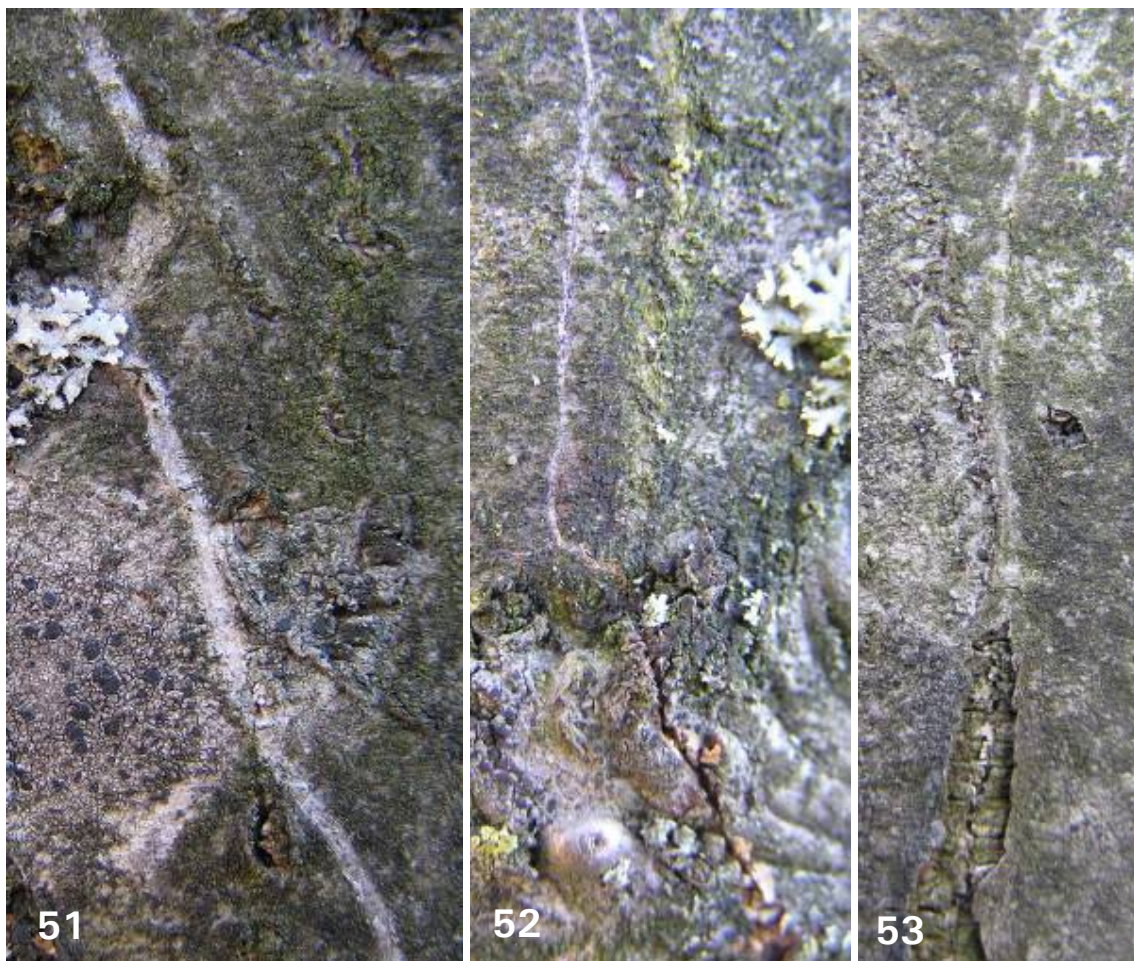


Fig. 51-53 Baststrepen bij *Carpinus betulus* in twee ontwikkelingsstadia. Strepen gaan over in scheuren die afgedicht zijn met kurkweefsel.

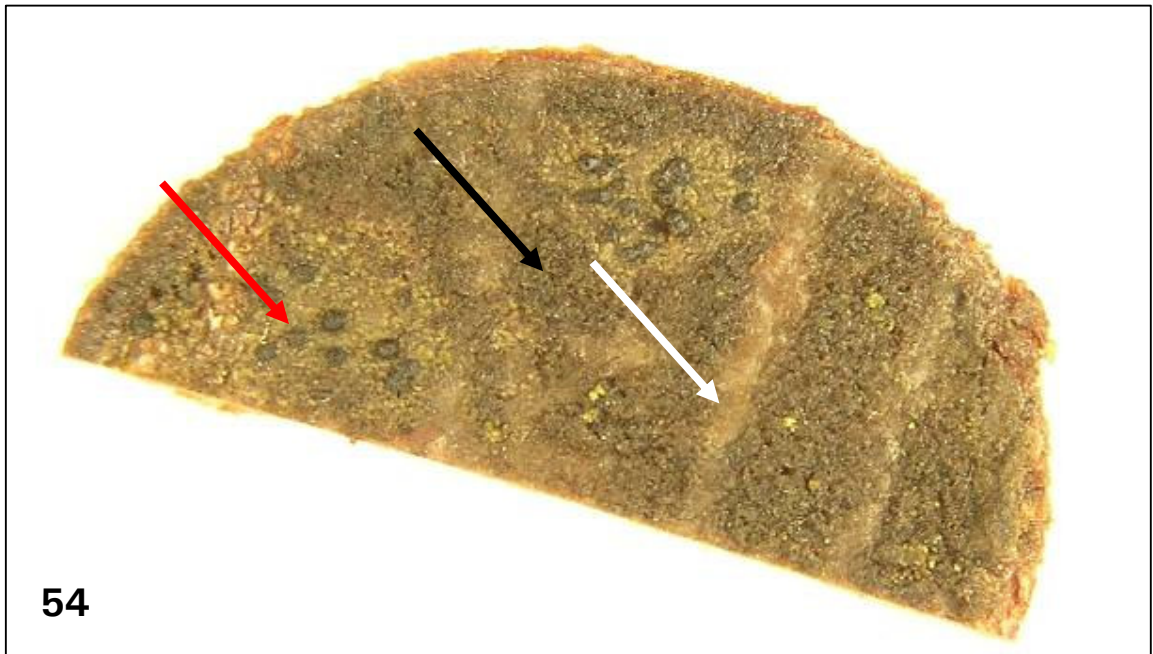


Fig. 54. *Carpinus betulus*. Overzicht bast-monster met baststrepen (witte pijl), vruchtlichamen van korstmossen (rode pijl), en korstmossen (zwarte pijl). Monster 1 PB110159

- Baststrepen

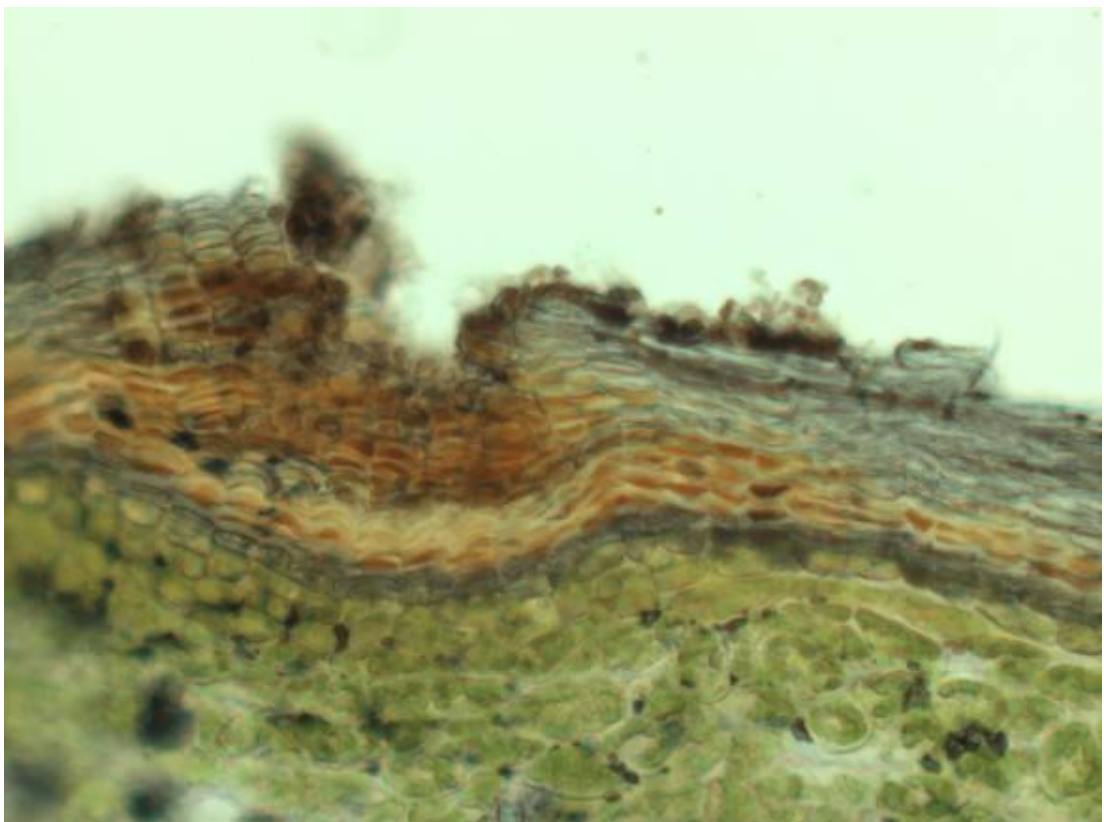


Fig. 55. *Carpinus betulus*. Jonge lenticel met hyfen van binnendringende schimmel. (L052)

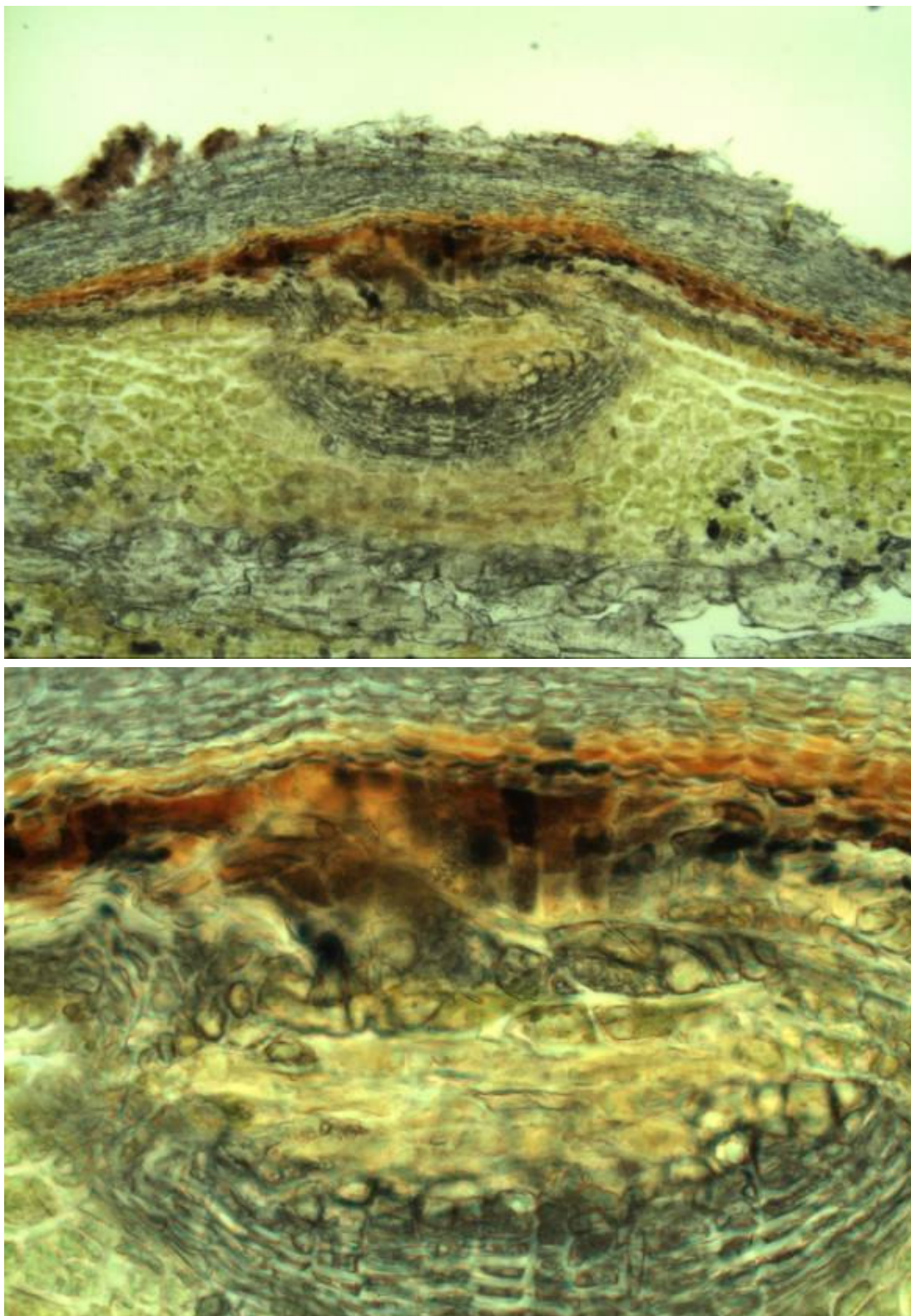


Fig. 56 en 57. *Carpinus betulus*. Felloderm onder necrotische (?) plek (L053, L054)

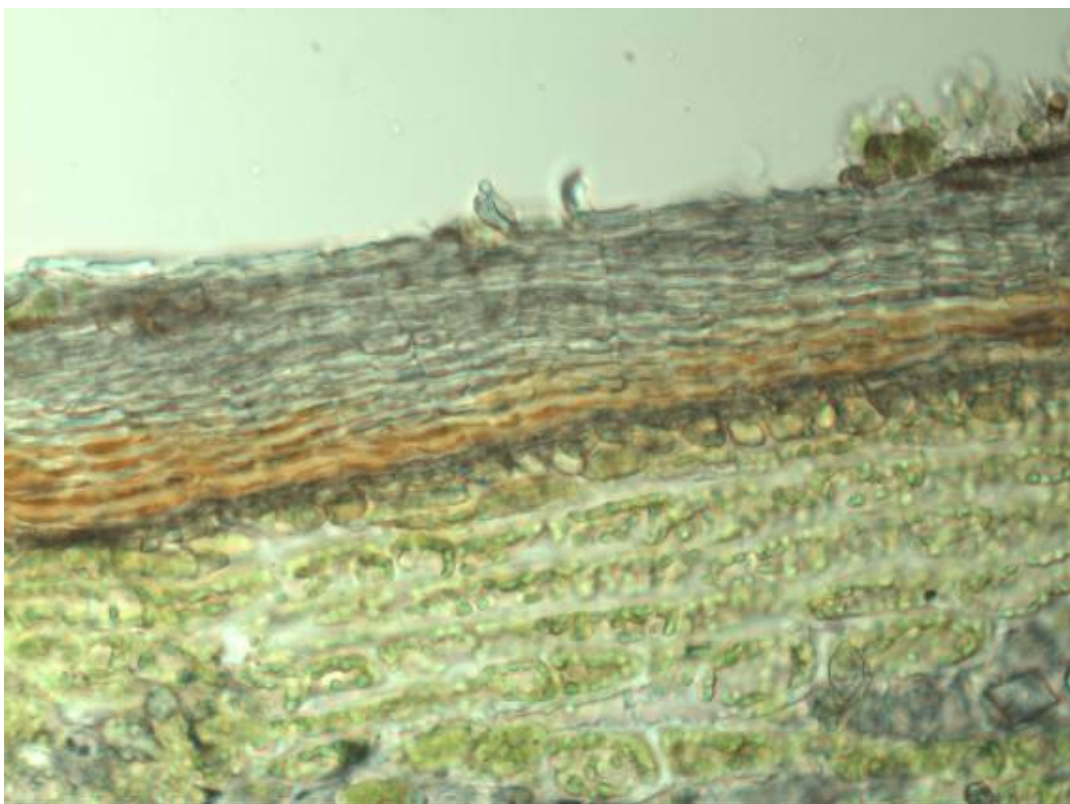


Fig. 58 *Carpinus betulus*. Onbegroeide streep grenzend aan gebied met met aangroei (rechts). (L031)

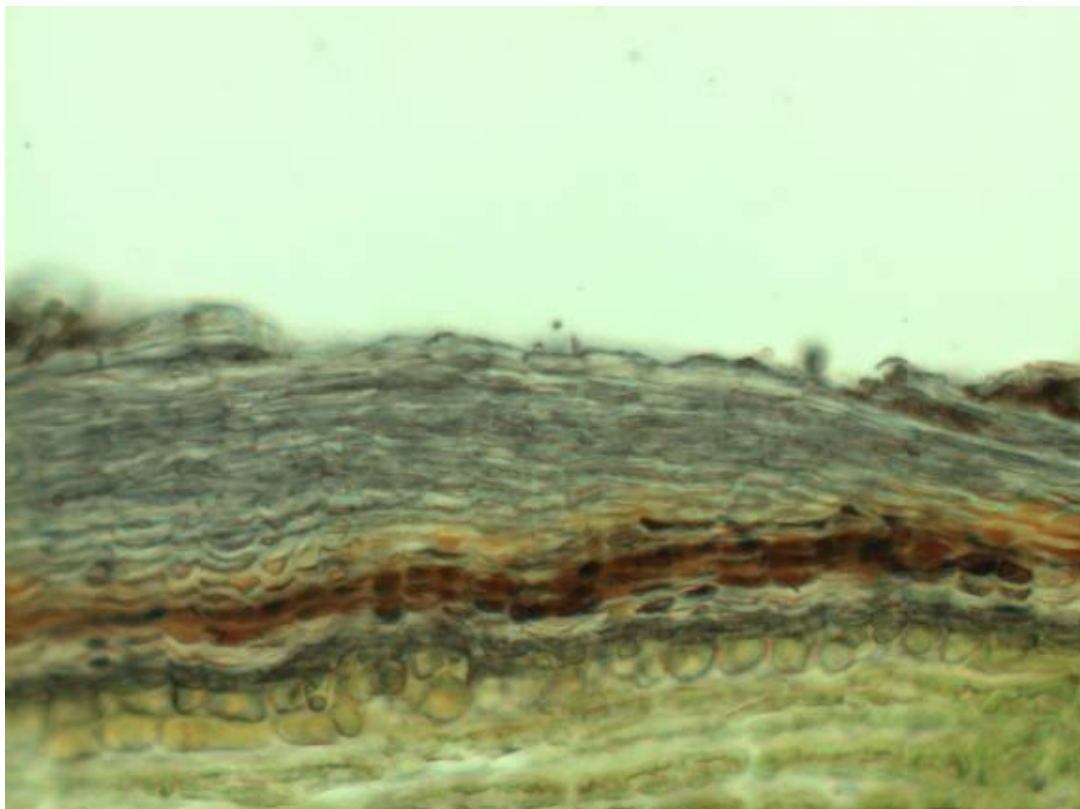


Fig. 59 *Carpinus betulus* Onbegroeid gebied (streep) (L058)

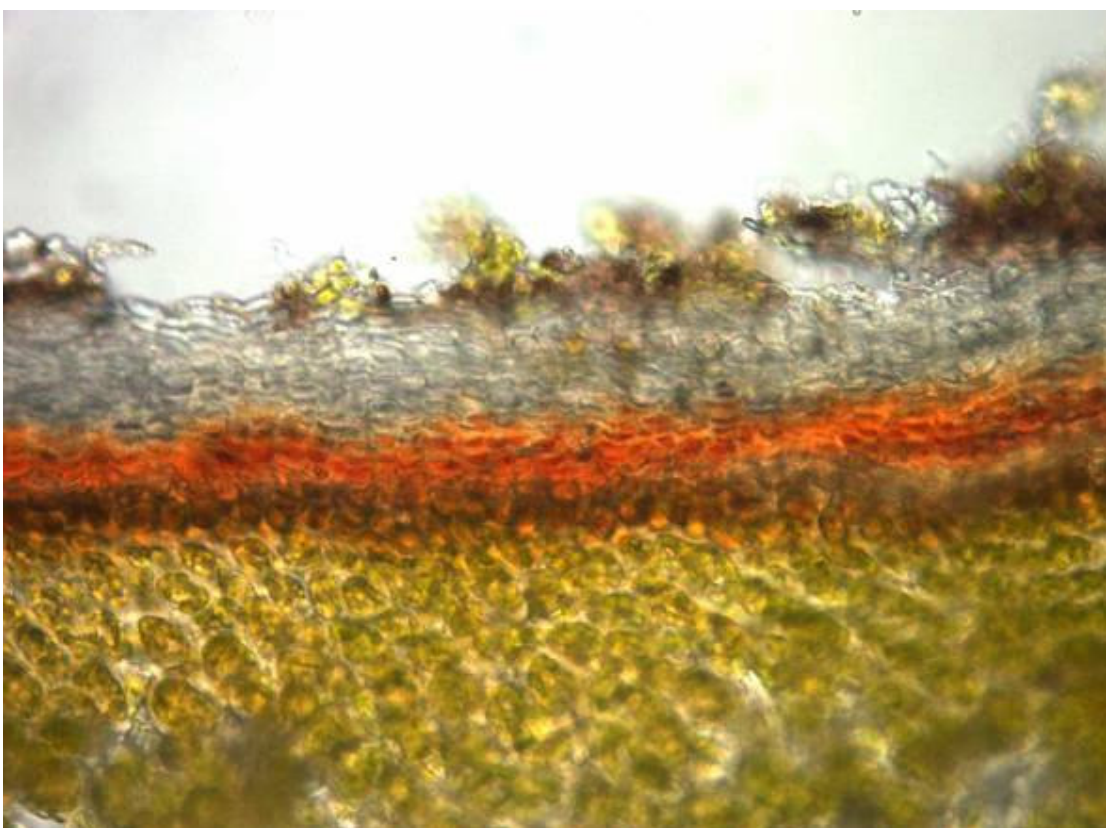
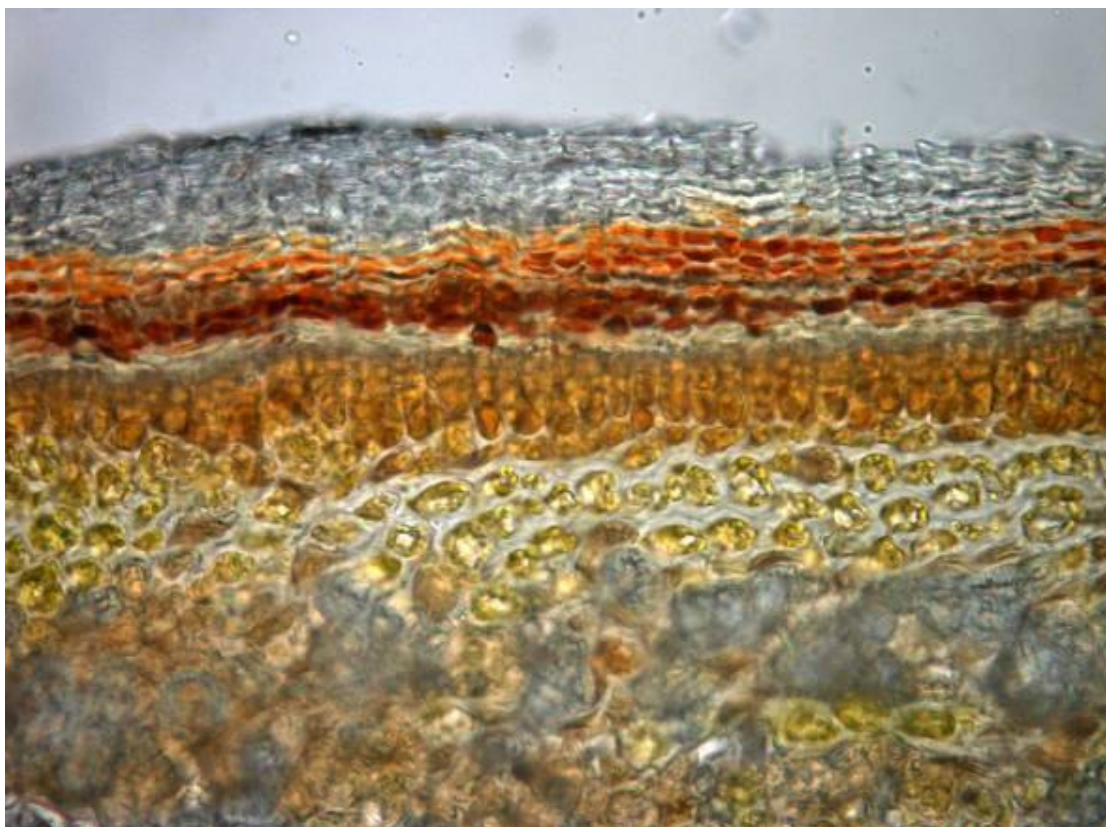


Fig. 60, 61. *Carpinus betulus*. Glad oppervlak van streep op bast, in lengte gesneden (MP 005), en naast streep gesneden (MP008)

- Epiphyten



Fig. 62. *Carpinus betulus*, Overzicht begroeiing met algen en schimmelhyfen op lenticel (monster 1, L026)



Fig. 63. *Carpinus betulus*. Detail begroeiing met algen en schimmelhyfen op lenticel (monster 1, L034)

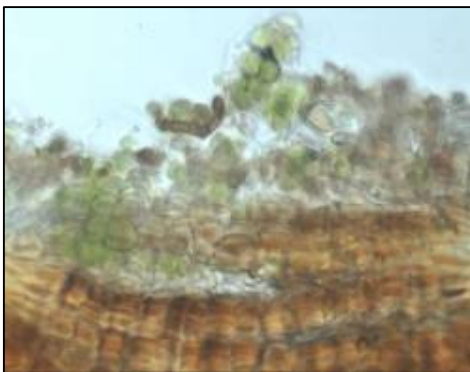


Fig. 64. *Carpinus betulus*. Type begroeiing op bast, hyfen, algen en schimmelsporen (L048)

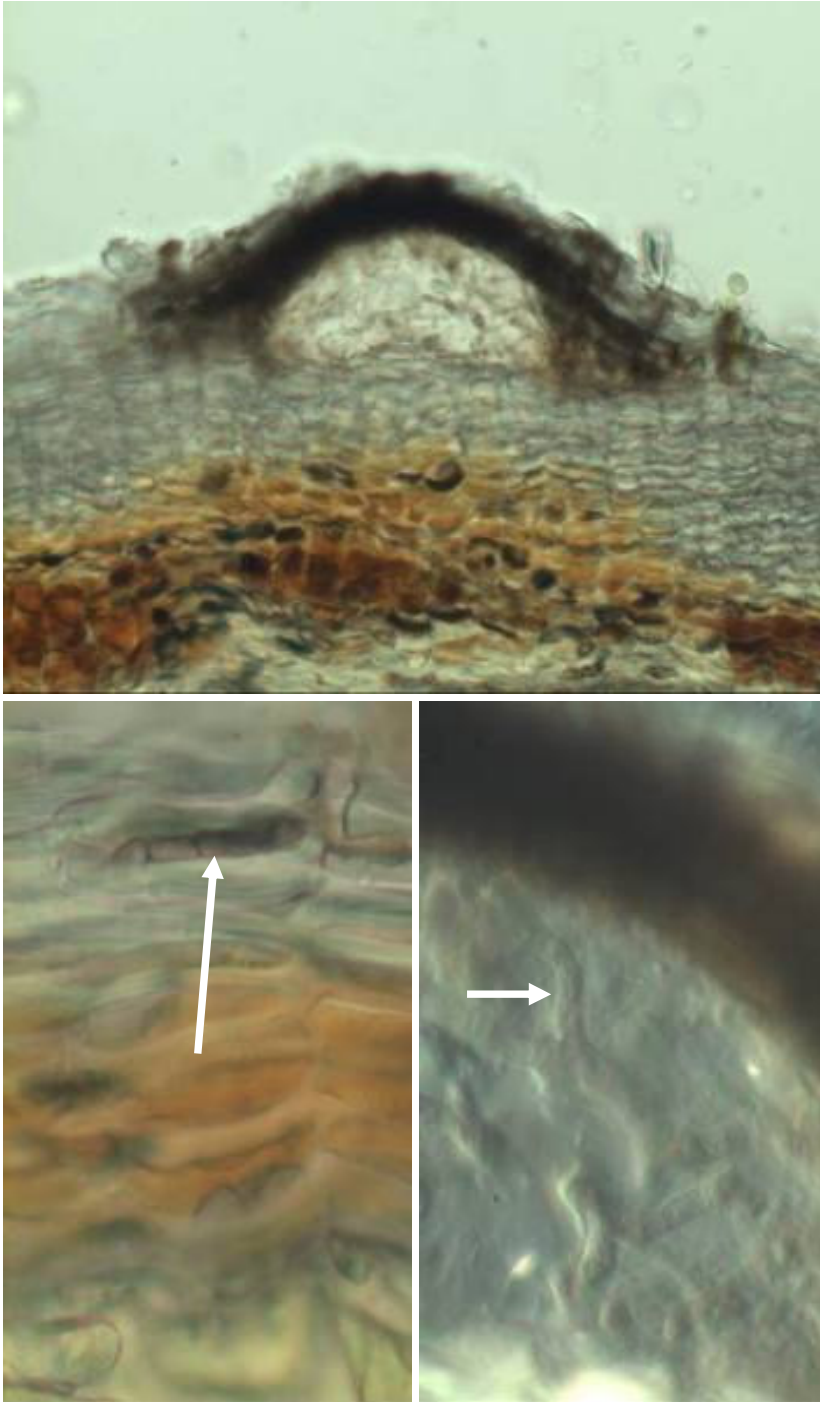


Fig. 65-67 *Carpinus betulus*. Ontwikkeld vruchtlichaam van schimmel (ascomyceet) op periderm (Fig. 65) met hyfen erin (Fig. 67 pijl) en hyfen doordringend in felleem (Fig. 66 pijl) (L040, L050, L043)

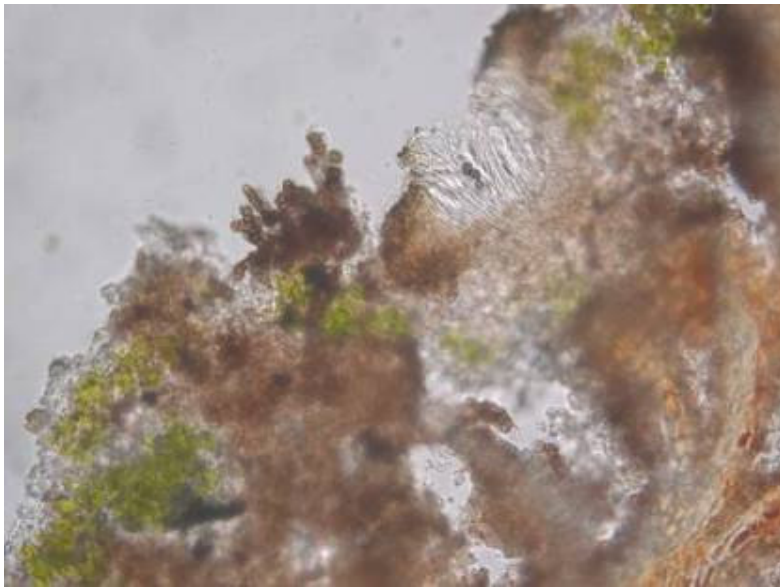


Fig. 68. *Carpinus betulus* met korstmoothallus. (MP 013)

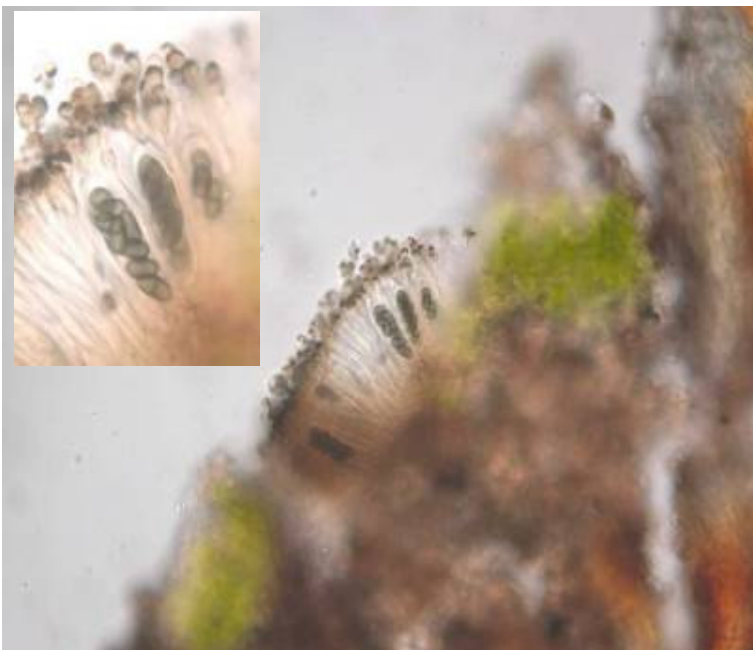


Fig. 69. Korstmoothallus met apothecium van ascomycete. Inzet toont ascus met sporen (MP 014 en MP021)

Bastknobbels type 3



Fig. 70 *Carpinus betulus*. Knobbelvorming op stam. (PB110167)

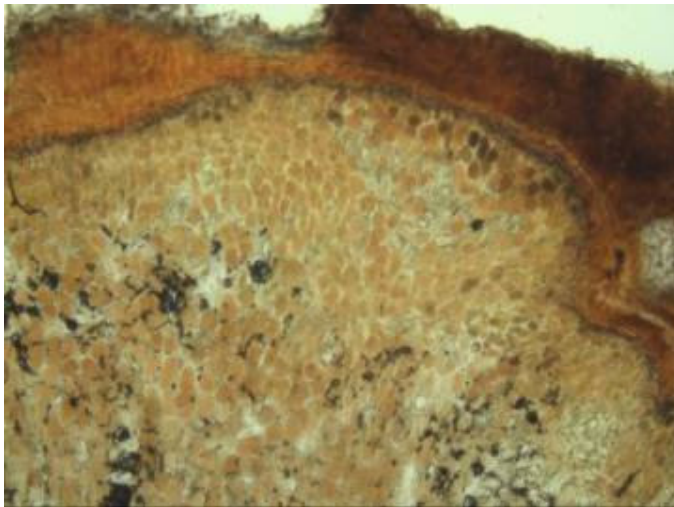


Fig. 71. Overzicht top van knobbel met parenchymatisch weefsel. (L036)

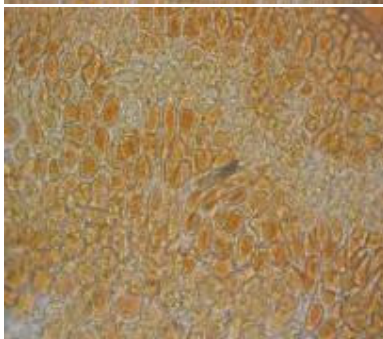
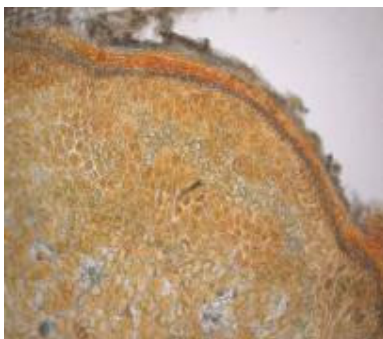


Fig. 72 en 73 *Carpinus betulus*. Knobbel op stam.
Detail van de top van een knobbel met vaatweefsel (MP022, MP023)

Fraxinus excelsior – baststrepen en bastscheuren



Fig. 74 en 75. *Fraxinus excelsior* monsters met details van baststrepen (pijlen). De cijfers 1 en 2 verwijzen naar onderstaande details in Fig. 76-79. (PC030283 en PC030284)

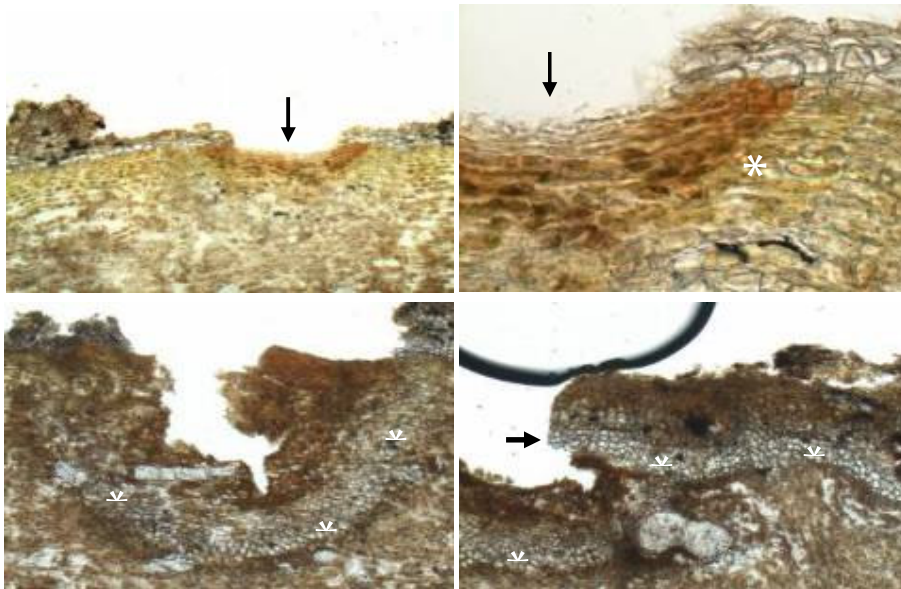


Fig. 76-77. *Fraxinus excelsior* Detail van streep op bast ter hoogte van 1 in Fig. 74. Let erop dat ter plaatse van de streep het felleem ontbreekt (pijlen) en dat het schorsweefsel dat direct aan de streep grenst genecrotiseerd is. Fig. 77 is een detail van de rand van de wond met overgang van dood naar levend weefsel (*) waar een nieuw afsluitend periderm wordt gevormd. (L064, L063)

Fig. 78-79 tonen het ontstaan van een bastscheur ter hoogte van 2 in Fig. 74 waarbij tot diep in de bast een periderm ontstaat waarbuiten necrotisch schors en bastweefsel ligt. De witte cellagen (*) zijn nieuw-gevormd felleem ter afsluiting van de wond. Fig. 79 geeft een detail van hernieuwde peridermvorming ter afsluiting een gebroken periderm (pijl) (L071, L070).