

Upptäckten av ett levande fossil – wollemia

Upptäckten av barrträdet wollemia i en ravin i sydöstra Australien för tio år sedan har inneburit att vi fått svar på många gåtor om detta släkte från dinosauriernas tid. Vivi Vajda och Stephen McLoughlin berättar om upptäckten och om en mycket gammal växtfamilj som för länge sedan fanns även inom det nuvarande Sveriges gränser och som kanske snart åter kommer att lanseras i landet, nu som julgran!

TEXT OCH FOTO: VIVI VAJDA & STEPHEN McLOUGHLIN

Nu är det över tio år sedan trädet med det klingande namnet wollemia upptäcktes. Det faktum att ett 35 meter högt träd, tillhörande en över 90 miljoner år gammal utvecklingslinje hade kunnat undgå upptäckt under så lång tid, fångade naturligtvis både forskares och allmänhetens intresse, speciellt eftersom det påträffades nära mångmiljonstaden Sydney i Australien. Massmedia rapporterade över hela världen om upptäckten av

”ett träd från dinosauriernas tid” och en strikt kontroll infördes som ytterligare stegrade mystiken kring det nyupptäckta trädet. Allmänheten hindrades från att beträda dess enda växtplats – en liten lund bestående av några dussin individer i en fuktig ravin omgiven av skrovliga sandstensklippor i Wollemi National Park, tjugo mil nordväst om Sydney (figur 1). Trädet har under årtiondet som följt efter upptäckten utgjort ett hett forskningsområde inom botanik och naturvård. Nu har det också blivit dags att introducera det på den hortikulturella marknaden.

Upptäckt, namn och familj. Vad vet vi då om wollemia idag? Trädet fick sitt vetenskapliga namn, *Wollemia nobilis*, då det formellt beskrevs i en artikel av Jones m.fl. (1995). Arten fick släktnamnet *Wollemia* efter nationalparken där den upptäcktes, vilket betyder ”se upp, håll utkik” på aboriginernas språk. Artnamnet *nobilis* syftar på dess ståtliga hållning samtidigt som det är en hyllning till dess upptäckare, David



Figur 1. Wollemiträdet upptäcktes bland branta sandstensklippor i Wollemi National Park så sent som 1994. *Wollemia nobilis* was discovered among steep sandstone cliffs in Wollemi National Park in 1994.



Figur 2. Systersläkten till *Wollemia* är *Araucaria* och *Agathis*. Till vänster en glänta med *Araucaria columnaris* och *A. muelleri* (lilla bilden) på Nya Kaledonien. Till höger queenslandkauri *Agathis robusta* med breda blad (lilla bilden) från nordöstra Australien.

Sister genera to *Wollemia* are *Araucaria* and *Agathis*. To the left is a grove of *Araucaria columnaris* and *A. muelleri* (inset) on New Caledonia. To the right is a tree of *Agathis robusta* from north-eastern Australia.

Noble, en ung naturvårdare med bergsklättring som fritidsintresse. David upptäckte trädet av en tillfällighet då han var ute och klättrade i raviner i en avlägsen del av naturreservatet (figur 1). Han lade märke till en liten dunge med stora men annorlunda träd och eftersom han hade

Ett svenskt namn behövs eftersom trädet med all sannolikhet inom kort kommer att dyka upp som ett australiensiskt alternativ till julgran på den svenska marknaden. På engelska heter den Wollemi Pine och en direkt översättning skulle bli wollemiatall, ett namn som redan cirkulerat i svensk press och på internetsidor. Namnet är dock mindre lämpligt då tallar oftast hänförs till släktet *Pinus*. På samma sätt används namnet gran på växter i släktena *Picea* och *Abies* (Aldén m.fl. 1998). Granar och tallar tillhör växtfamiljen Pinaceae medan *Wollemia*, liksom *Agathis* och *Araucaria*, tillhör Araucariaceae. *Agathis* kallas för kauri medan *Araucaria*-arterna olyckligtvis också kallas för granar. Engstrand (1995) skrev om *Wollemia* och dess biologi och använde släktnamnet även i icke latiniserad form. Vi vill här kort och gott föreslå att *wollemia* används som svenskt namn, ett namn som säger en del om trädets ursprung, naturliga ståndort och är lätt att uttala på svenska.

bråttom stoppade han bara ner några grenar i sin rygsäck utan någon mer ingående studie innan han fortsatte sin tur. Några veckor senare kom han ihåg att visa upp växtdelarna för sin kollega, Wyn Jones, skogsvårdare vid New South Wales nationalpark och viltvårdsservice. Vid det laget hade kvistarna torkat och skrumpnat ihop och Wyn gissade att bladen antingen tillhörde en kottepalm eller en trädormbunke. Det var då David förklarade att kvistarna satt på ett 35 meter högt träd! En månad senare gick de tillsammans tillbaka till ravinen och samlade färska skott, bark, kottar och frön. Det nya materialet visade mycket riktigt att de hade upptäckt en ny art som tillhörde en mycket gammal växtfamilj.

Trädet fördes till *Wollemia*, ett monotypiskt (dvs. med bara en art) släkte i familjen araukariaväxter Araucariaceae. Endast ytterligare två nu levande släkten finns i samma familj, nämligen *Araucaria* och *Agathis* (figur 2). *Araucaria* innefattar viktiga australiensiska virkesträd som *A. cunninghamii* och *A. bidwillii* samt prydnadsträden rumsgran *A. heterophylla* och brödgran *A. araucana*. *Araucaria* har en nutida geografisk utbredning som omfattar södra Sydamerika, Australien, Nya Guinea samt Nya Kaledonien



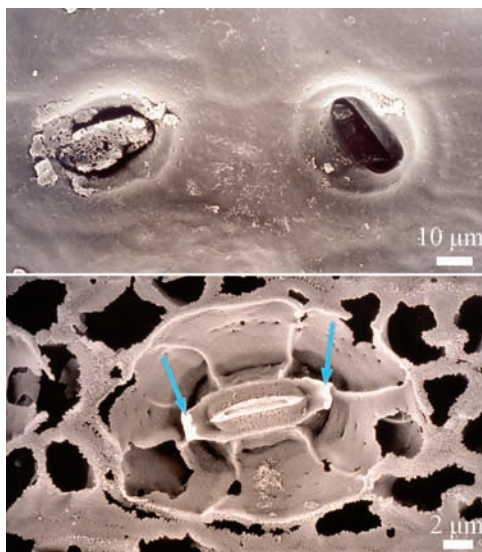
Figur 3. Fossil pollenkorn av *Araucaria* från krittiden (130 miljoner år sedan), funnet på 1224 meters djup i borrhäns vid Höllviken i Skåne. Fossilized pollen grain of *Araucaria* found in Skåne and dated to the Cretaceous period.

där släktet är som artrikast. *Agathis* inkluderar bland annat queenslandkauri *A. robusta*, som har en omfattande utbredning i nordöstra Australien, Sydostasiens övärld, Nya Zeeland, Nya Kaledonien och Fiji. Araukarieväxterna är väl representerade som fossil, vilket gjort att paleobotaniker har kunnat tolka deras evolution och forna geografiska utbredningsmönster. Trots att familjen idag endast finns på södra halvklotet, avslöjar fossilen en helt annan historia. Det visar sig att familjen fanns över hela världen under krittiden för 65–145 miljoner år sedan. Den äldsta förekomsten går så långt tillbaka i tiden som 200 miljoner år, fossil pollen har hittats i så gamla grönländska bergarter (Kershaw & Wagstaff 2001).

Även i Sverige växte *Araucaria* och bland annat återfinns fossil pollen i skånska bergarter från jura och krita (figur 3). På grund av kontinentalförskjutningen låg Sverige då längre söderut än idag, ungefär på samma breddgrad som dagens medelhavsländer. Klimatet var varmare och det fanns till exempel inga isar vid polerna under krittiden. Det var alltså mycket varmare än i dagens Sverige och växtligheten var därefter. Förutom *Araucaria* finner man i den skånska

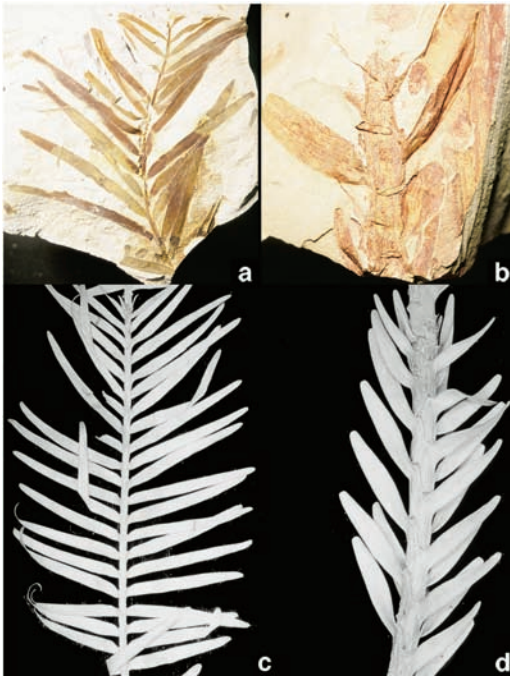
berggrunden fossil pollen från kottepalmer, ginkgo, samt sporer av trädorbunkar som idag bara finns i Sydostasiens regnskogar (Vajda 2001). Dessa bergarter blev tillgängliga då man i mitten av 1950-talet borrade över tusen meter ner i den skånska berggrunden i jakten på olja. Någon olja hittade man inte den gången men däremot ett fantastiskt arkiv över den forna växtligheten.

Under de senaste tio åren har en intensiv forskning fokuserats på det fylogenetiska släktskapet mellan wollemia och de andra medlemmarna i familjen. Till dags dato står det ännu inte klart ifall *Wollemia* är närmast besläktad med *Araucaria* eller med *Agathis*. Molekylära undersökningar av dessa släkten visar på olika släktband beroende på vilken genetisk markör man använder (Codrington m.fl. under tryckning). På samma sätt är vissa morfologiska drag



Figur 4. Klyvöppningar hos wollemia. Utsidan av kutikulan (ovan) visar vaxpluggen som fyller klyvöppningen – ett typiskt drag hos arter inom familjen araukarieväxter. Den nedre bilden visar insidan av klyvöppningen. De små korta kutikulautskotten (vid pilarna) är specifika för släktet *Wollemia* och visar sig vara en övergångsform mellan *Agathis* och *Araucaria*.

Stomata in *Wollemia nobilis*.

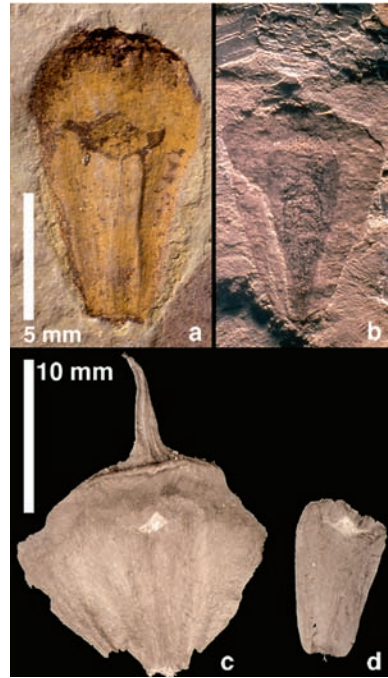


Figur 5. Hundra miljoner år gamla fossil och modernt herbariematerial av *Wollemia*. a, b) fossil från nordöstra Australien och motsvarande kvist av en ung wollemiaplanta (c), respektive ett fullvuxet träd (d).

Fossilized (a, b) and modern (c, d) twigs of *Wollemia*.

hos *Wollemia* gemensamma med *Araucaria* (t.ex. taggiga kottar och grov bark), medan andra karaktärer istället pekar på ett närmare släktskap med *Agathis* (t.ex. frönas spridningsätt). En annan användbar egenskap för att skilja medlemmar i denna familj åt är morfologin hos klyvöppningarna, och återigen visar det sig att *Wollemia* utgör en länk mellan *Agathis* och *Araucaria* (figur 4). Framtida forskning kommer utan tvekan att reda ut dessa frågeställningar.

Ekologi och bevarande av *wollemia* som ett livskraftigt inslag i naturen har varit ett hett forskningsområde under de senaste åren. Man har kartlagt wollemians ekologiska krav och vilka sjukdomar den är mest mottaglig för. Forsök med unga plantor har visat att de är extremt



Figur 6. 120 miljoner år gamla fossil av *Wollemia* från sydöstra Australien representerade av kottefjäll (a) och frö (b). Nutida material från Wollemi National Park av kottefjäll (c) och frö (d).

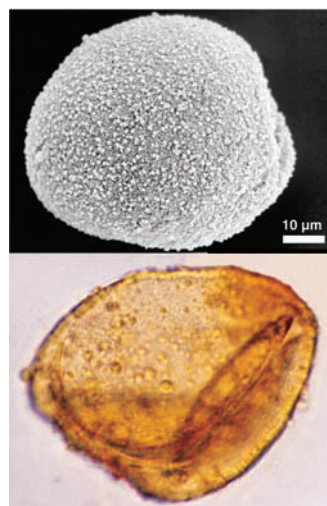
120 million year old fossils of *Wollemia* from south-eastern Australia (a: seed scale, b: seed) and the corresponding modern structures (c, d).

känsliga för angrepp av patogena mikroorganismer som *Botryosphaeria* och *Phytophthora cinnamomi* (Bullock m.fl. 2000).

Wollemian är mycket sällsynt och man känner bara till tre små skogsdungar där den förekommer naturligt, antagligen beroende på de mycket speciella krav trädet har. Den föredrar framför allt skuggiga, ständigt fuktiga regnskogsfickor och dess krona sticker upp högt ovanför övriga regnskogsträd (Offord 1996). Trots att man finner många unglantor där den växer, vet man ännu inte hur många av dem som faktiskt överlever till fullvuxna träd. Molekylära studier visar att det inte finns någon genetisk variation inom gruppen, vilket pekar på att de alla tillhör en enda klon. Till skillnad från andra araukarieväxter uppvisar *wollemia* ett ganska speciellt tillväxtsätt. Yngre

stammar växer nämligen ut från basen av trädet. Eftersom de yngre stammarna i ett senare skede ofta ersätter den ursprungliga stammen, kan man inte räkna antalet årsringar och dra några säkra slutsatser om hur gammalt ett träd är. Man har dock uppskattat att ett träd kan bli upp till tusen år gammalt. Annan forskning har inriktat sig på wollemiatriädets biokemi (Brophy m.fl. 2000). En sådan studie har avslöjat att svampar framställer toxiner mellan trädets celler som försvar mot sjukdomsalstrande mikroorganismer (Strobel m.fl. 1997). Ett av dessa ämnen, paclitaxel, bildas bland annat i trädets blad och säljs under namnet Taxol som en viktig substans vid cancerbekämpning. Denna forskning är naturligtvis ännu i sin linda, och vi vet ännu för lite om vilken biokemisk potential som wollemian, liksom många andra regnskogsväxter, har.

Inom geologin har upptäckten av wollemia hjälpt till att lösa många paleobotaniska frågeställningar och fossilen har i sin tur avslöjat mycket om växtens uråldriga historia. Samtidigt som wollemiatriädet upptäcktes nära Sydney 1994, publicerades en artikel om ett flertal 100 miljoner år gamla fossila blad och kottar (McLoughlin m.fl. 1995). Fossilerna upptäcktes i samband med utgrävningar av ett opalfält i västra Queensland, 200 mil längre norrut. Fynden bestod av två huvudtyper av skott. Den ena typen bestod av slanka skott med långa, smala, motsatta blad vilka satt i rader (figur 5a), medan den andra typen utgjordes av kraftigare skott med breda, korta, spiralställda blad (figur 5b). Fastän författarna var frestade att beskriva dessa två former som tillhörande två skilda släkten, noterade de att där även fanns mellanformer vilket pekade på att skotten tillhörde en och samma växt (McLoughlin m.fl. 1995). Ett år senare, då informationen om den nyligen upptäckta wollemian blev allmänt känd, stod det klart att växten överensstämde med de nyss beskrivna fossilen. De slanka fossila skotten med långa och motsatta blad motsvarade skotten från unga wollemiaplantor (figur 5c), medan fossilen med de mer robusta skotten matchade dem hos det fullvuxna trädet (figur 5d). Med andra ord, de olika fossilen tillhörde samma art (Chambers



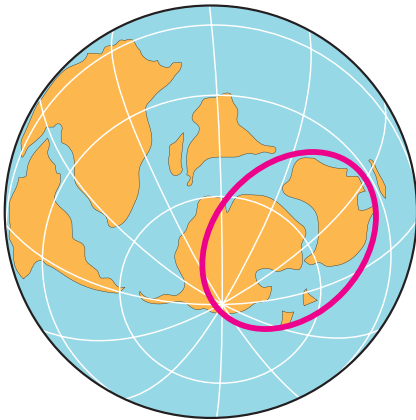
Figur 7. Elektronmikroskopiskt fotografi av ett nutida wollemiapollenkorn visar en finkornig yta (överst), i jämförelse med ett 65 miljoner år gammalt, fossilt pollenkorn (*Dilwynites*) från Nya Zeeland (nederst).

Pollen grains of modern *Wollemia* (above) and fossilized *Dilwynites* (below).

m.fl. 1998). Även de fossila frön och kottefjäll som hittats tillsammans med de fossila bladen överensstämde med utseendet hos moderna exemplar (figur 6). Många fler fossil av wollemia har senare upptäckts i samband med utgrävningar av dinosauriefossil i västra Queensland.

En annan gåta som har gäckat paleobotaniker löstes med hjälp av studier av wollemiatriädets pollen. Fossila pollen av *Wollemia* liknar dem hos *Araucaria*, med skillnaden att de förstnämnda har en kornig yta (figur 7). Sådana pollen har varit kända sedan 1965 och fick då namnet *Dilwynites*. Man kunde inte finna någon levande växt som hade pollen med samma mönster som *Dilwynites*, trots att denna pollentyp var välkänd från upp till 90 miljoner år gamla sedimentära bergarter från Australien, Nya Zeeland och Antarktis. Växten som producerade *Dilwynites* antogs vara utdöd. När man senare studerade pollen från det nyupptäckta wollemiatriädet visade det sig ha pollenkorn som matchade *Dil-*

wynites perfekt (Macphail m.fl. 1995). Eftersom pollenkorn är mycket mer spridda och motståndskraftiga än andra växtdelar, bildar de ofta fossil och utgör det kanske det bästa verktyget för att förstå arters utbredning genom tiderna. De äldsta fossila kvistarna och kottarna av *Wollemia* finner man i australiensiska sediment som avsattes under tidig krita, för ungefär 120 miljoner år sedan. I slutet av krita hade *Wollemia* nått Nya Zeeland (figur 8). Detta är inte särskilt förvånande eftersom oceanbottensspridningen inte helt hade öppnat upp Tasmanska havet mellan Australien och Nya Zeeland förrän för ungefär 70 miljoner år sedan, varför avståndet mellan landmassorna var mycket mindre än idag. Pollenstudier från Nya Zeeland visar att *Wollemia*, tillsammans med många andra växter, drabbades av en kortvarig tillbakagång vid det massutdöende som inträffade för 65 miljoner år sedan vid gränsen mellan krita och tertiär, men att den snabbt återtog sin plats i den tempererade skog den levde i. *Dilwynites* var som vanligast under paleocen och eocen (65–34 miljoner år



Figur 8. Paleogeografisk rekonstruktion över sydpolsregionen som den såg ut för ungefär 70 miljoner år sedan. Den röda ringen visar utbredningen av *Wollemia* baserat på förekomsten av fossilt *Dilwynites*-pollen.

Map of the south polar region ca 70 million years ago. Within the red circle fossilized *Dilwynites* pollen has been found.

sedan) då det var relativt varmt. Förekomsten av *Dilwynites* i sediment från Antarktis bevisar att *Wollemia* koloniserade kontinenten under den period då Antarktis var fritt från is och snö. *Dilwynites* förekommer mer eller mindre sparsamt i sedimenten fram till för två miljoner år sedan och därefter syns inte ett spår av *Dilwynites*-pollen i sedimenten – tills upptäckten av det moderna wollemiaträdet.

Wollemia har överlevt, gömd i trånga sandstensraviner tack vare de ständigt fuktiga förhållandena i dessa miljöer. Dessa förhållanden passar både växten och den svamp som lever i samspel med rötterna. Trädet är direkt beroende av mykorrhiza för sin näringsförsörjning i den näringsfattiga australiensiska jorden (McGee m.fl. 1999). Trädet är relativt väl skyddat från större bränder i de fuktiga ravinerna. Dess speciella tillväxtsätt, där nya stammar växer upp från basen, hjälper antagligen wollemian att överleva mindre skogsbränder. Dock hjälper det föga vid de stora intensiva skogsbränder som med jämna mellanrum ödelägger de eukalyptusdominerade skogarna som täcker större delen av landskapet. Allt eftersom Australien förflyttat sig norrut in i den arida klimatzonen har landskapet blivit allt torrare och skogsbränderna har blivit allt vanligare och mer omfattande. Troligen är det just dessa faktorer som bidragit till wollemians successiva nedgång på den australiensiska kontinenten.

Det ekonomiska värdet av upptäckten gick snart upp för den botaniska trädgårdens ledning i Sydney. Man planterade exemplar i krukor och tog dem på en nationell uppvisningstur till botaniska trädgårdar över hela Australien. Plantorna blev ibland placerade bakom höga säkerhetsstängsel för att skydda dem från entusiastiska växtsamlare (figur 9). Man tog licens på försäljningen av trädet genom att bilda "Wollemi Australia", ett kommersiellt "joint venture"-bolag som kontrollerar både förökningen av växten och den internationella försäljningen. Man har använt sig av kloning för att få fram tusentals unga plantor som nu bara väntar på att

Figur 9. Ett ungt exemplar av wollemia i Sydneys botaniska trädgård, fångslad i en stålbur för sin egen säkerhet.

A young *Wollemia* tree in the botanical garden in Sydney is protected by a steel cage.



distribueras. Med en tillräckligt framgångsrik marknadsföring kommer kanske wollemian – från att ha varit en av de mest sällsynta växterna på jorden – att bli ett av de vanligaste och mest vittspridda barrträden. Det är troligt att wollemia under en snar framtid kommer att bli ett vanligt prydnadsträd i tempererade och subtropiska regioner över hela jorden. Dock kommer inte trädet att lämpa sig för alla trädgårdar. När allt kommer omkring kan ju inte alla trädgårdar hysa ett träd som kan bli 35 meter högt, med en stam på över en meter i diameter, kottar stora som tennisbollar och som istället för att tappa löv tappar hela grenar.

Trots alla detaljerade morfologiska, ekologiska och ekonomiska studier har wollemian kanske haft allra störst betydelse genom att öka allmänhetens intresse för naturvetenskap. Det var det första, förmodat utdöda barrträdet som hittats sedan upptäckten av kinesisk sekvoja *Metasequoia glyptostroboides* i Kina 1946. Detta har visat att det fortfarande finns mycket att lära om vår natur och att det faktiskt kan finnas även mycket storväxta arter kvar att upptäcka. Detta besannades ännu en gång då ett annat barrträd, *Xanthocyparis vietnamensis* (vietnamesisk guldcypress), upptäcktes i Vietnam år 2001 (Farjon m.fl. 2002).

Massmedias bevakning av dessa upptäckter har ökat intresset för sällsynta, utrotningshotade

arter på vår jord. I Australien har man grundat en förening för wollemiatriädets bevarande (Wollemi Pine Conservation Club) för att säkra artens framtid. Dessutom kommer royalty från försäljningen av wollemiaplantor för många år framåt att gå till bevarandet av wollemiatriädet och andra utrotningshotade arter.

Sydneys botaniska trädgård lanserade wollemian kommersiellt den 23 oktober i år och en "samlarutgåva" omfattande 292 småträd auktionerades ut. Auktionen bevisades av tusentals wollemiaentusiaster och man drog in motsvarande 6 miljoner kronor till naturvårdsprogrammet. Den kommersiella distributionen av träden startar i april 2006.



- Vår forskning stöds av Vetenskapsrådet, Crafoords stiftelse och Carl Tryggers stiftelse. Vi vill tacka Björn Berglund, Ulf Swenson och en anonym granskare för värdefulla kommentarer på manuskriptet.

Citerad litteratur

- Aldén, B., Engstrand, L., Iwarsson, M. m.fl. 1998. Kulturväxtlexikon. – Natur och Kultur/LTs förlag.
- Brophy, J., Goldsack, R. J., Wu, M. Z. m.fl. 2000. The steam volatile oil of *Wollemia nobilis* and its comparison with other members of the Araucariaceae (*Agathis* and *Araucaria*). – *Biochem. Syst. Ecol.* 28: 563–578.
- Bullock, S., Summerell, B. A. & Gunn, L. V. 2000. Pathogens of the Wollemi Pine, *Wollemia nobilis*. – *Australasian Plant Pathol.* 29: 211–214.
- Chambers, T. C., Drinnan, A. N. & McLoughlin, S. 1998. Some morphological features of Wollemi pine (*Wollemia nobilis*: Araucariaceae) and their comparison to Cretaceous plant fossils. – *Int. J. Plant Sci.* 159: 160–171.
- Codrington, T.A., Scott, L.J., Scott, K.D. m.fl. (under tryckning). Unresolved phylogenetic position of *Wollemia*, *Araucaria* and *Agathis*. – I: Bielecki, R. (red.), *Proceedings of the IDS Araucariaceae Symposium*, Auckland.
- Engstrand, L. 1995. *Wollemia* – en australisk sensation. – *Lustgården*.
- Farjon, A., Hiep, N. T., Harder, D. K. m.fl. 2002. A new genus and species in the Cupressaceae (Coniferales) from northern Vietnam, *Xanthocyparis vietnamensis*. – *Novon* 12: 179–189.
- Jones, W. G., Hill, K. D. & Allen, J. M. 1995. *Wollemia nobilis*, a new living Australian genus and species in the Araucariaceae. – *Telopea* 6: 173–176.
- Kershaw, P. & Wagstaff, B. 2001. The southern conifer family Araucariaceae: history, status, and value for palaeoenvironmental reconstruction. – *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32: 397–414.
- Macphail, M., Hill, K., Partridge, A. m.fl. 1995. Wollemi Pine – old pollen records for a newly discovered genus of gymnosperm. – *Geol. Today* 11: 48–49.
- McGee, P.A., Bullock, S. & Summerell, B. A. 1999. Structure of mycorrhizae of the Wollemi pine (*Wollemia nobilis*) and related Araucariaceae. – *Aust. J. Bot.* 47: 85–95.
- McLoughlin, S., Drinnan, A. N. & Rozefelds, A. C. 1995. The Cenomanian flora of the Winton Formation, Eromanga Basin, Queensland, Australia. – *Mem. Queensland Mus.* 38: 273–313.
- Offord, C. 1996. Conserving the Wollemi Pine: an integrated approach. – *Danthonia* 5: 12–14.
- Strobel, G. A., Hess, W. M., Li, J.-Y. m.fl. 1997. *Pestalotiopsis guepinii*, a taxol-producing endophyte of the Wollemi Pine, *Wollemia nobilis*. – *Aust. J. Bot.* 45: 1073–1082.
- Vajda, V. 2001. Aalenian to Cenomanian palynofloras of SW Scania, Sweden. – *Acta Paleontol. Polon.* 46: 403–426.

ABSTRACT

Vajda, V. & McLoughlin, S. 2005. Upptäckten av ett levande fossil – wollemia. [Discovery of a living fossil – Wollemi Pine.] – *Svensk Bot. Tidskr.* 99: 295–302. Uppsala. ISSN 0039-646X.

Some ten years after the discovery of the 35 m tall Wollemi Pine *Wollemia nobilis*, just 200 km northwest of Sydney, Australia, around 35 research papers have been published on this majestic tree. The discovery of the tree has helped to resolve the identity of many enigmatic Australasian fossils and has elucidated the differentiation and distribution of the genus through the late Mesozoic and Cenozoic. Recent research has also focused on the anatomy, biochemistry, mycorrhizal associations, pathology, molecular systematics, and conservation of this rare and endangered tree. In the decade since its discovery, large numbers of the plants have been raised by tissue culture. These plants are due for world-wide commercial horticultural release around the end of 2005. The proceeds from sales of the plant are intended to support conservation of other rare and endangered plants.



Vivi Vajda är paleontolog med paleopalynologi (studiet av fossila pollen och sporer) som forskningsområde.

Adress: Centrum för GeoBiosfärvetenskap, Avd. för berggrundsgeologi, Lunds universitet,

Sölvegatan 12, 223 62 Lund
E-post: vivi.vajda@geol.lu.se



Stephen McLoughlin är paleontolog och lektor i paleobotanik.

Adress: School of Natural Resource Sciences, Queensland University of Technology, Brisbane, Australien

E-post: s.mcloughlin@qut.edu.au