

**Βιολογία σπερμάτων ειδών της Ελληνικής χλωρίδας κατάλληλων
για αποκατάσταση διαταραγμένων επιφανειών
από μεταλλευτικές δραστηριότητες**

¹ Μάντακας Γ., ¹ Μπρόφας Γ., ² Γεωργίου Κ. & ² Θάνος Κ.Α.

¹ ΕΘΙΑΓΕ, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας- Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Τομέας Αρχιτεκτονικής Τοπίου και Αποκατάστασης Περιβάλλοντος, Τέρμα Αλκμάνος 117 28 Αθήνα.

² Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της Διδακτορικής Διατριβής του πρώτου εκ των συγγραφέων επιλέχθηκε αριθμός ειδών της αυτοφυούς χλωρίδας από την περιοχή Γκίονας-Παρνασού για την αποκατάσταση της βλάστησης μετά από εξορυκτικές εκμεταλλεύσεις. Τα είδη αυτά είναι τα εξής: *Centranthus ruber*, *Epilobium dodonaei*, *Nepeta sprunerii*, *Scrophularia canina*, *Melica ciliata*, *Vincetoxicum hirudinaria* subsp. *nivale* και *Rhus coriaria*. Στα είδη αυτά διερευνήθηκε η φυτρωτική συμπεριφορά των σπερμάτων τους, μελετήθηκαν στοιχεία της αναπαραγωγικής τους βιολογίας και εξετάστηκε η ανάδυση αρτιβλάστων μετά από σπορά σε γλάστρες στην ύπαιθρο, με υλικό πλήρωσης αποθέσεις στείρων ασβεστολιθικών υλικών από τις εκμεταλλεύσεις βωξίτη. Η διερεύνηση της φυτρωτικής συμπεριφοράς στο εργαστήριο οδήγησε στην εξεύρεση των άριστων συνθηκών φύτρωσης και σε πρωτόκολλα φύτρωσης για κάθε είδος. Η μελέτη της ανάδυσης των αρτιβλάστων στις γλάστρες αποσκοπεί στην εξεύρεση του καλύτερου τρόπου αναπαραγωγής για κάθε είδος: απαίτηση προμεταχείρισης ή όχι, απευθείας σπορά ή παραγωγή φυτών στο φυτώριο και μεταφύτευσή τους στο πεδίο. Η πορεία ανάδυσης των αρτιβλάστων εξαρτάται από το είδος, από την εποχή σποράς και από την αχυροκάλυψη.

**Seed biology of Greek flora species appropriate for rehabilitation of
disturbed areas by mining activities**

¹ Mantakas G., ¹ Brofas G., ² Georghiou K. & ² Thanos C.A.

¹ NAGREF, National Agricultural Research Foundation
Institute of Forest Mediterranean Ecosystems and Forest Products Technology,
Department of Landscape Architecture and Land Reclamation, Terma Alkmanos,
117 28 Athens.

² Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens.

Abstract

Within the framework of the Ph.D. thesis of the first author, a number of native to the Parnassos-Gkiona region species was selected for the rehabilitation of disturbed areas by mining activities. These species are: *Centranthus ruber*, *Epilobium dodonaei*, *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Melica ciliata*, *Vincetoxicum hirculinaria* subsp. *nivale* and *Rhus coriaria*. Seed germination, aspects of their reproductive biology and seedling emergence after sowing in pots under field conditions were studied. The filling material was calcareous spoils derived from bauxite mining. The seed germination study in the laboratory led to the best germination conditions and to the germination protocol for each species. The purpose of seed emergence study is to find the most suitable way for the propagation of each species: need of pretreatments or not, direct seeding or plant production in the nursery and transplantation in the field. Seedling emergence depends on the sowing season and the straw mulching.

Εισαγωγή

Οι διαταραγμένες από μεταλλευτική και γενικά εξορυκτική δραστηριότητα επιφάνειες βρίσκονται σε όλη την Ελλάδα και η παρουσία τους είναι ιδιαίτερα έντονη σε περιοχές πλούσιες σε ορυκτά και κοιτάσματα, όπως και κοντά στις πόλεις που υπάρχει ζήτηση αδρανών υλικών.

Οι συνθήκες που επικρατούν στις επιφάνειες αυτές είναι γενικά δυσμενείς ή και απαγορευτικές για την εγκατάσταση βλάστησης (Brofas 1979). Στις εκσκαφές, που αποτελούνται από συμπαγή και συνήθως σκληρά πετρώματα δεν είναι δυνατή η εγκατάσταση βλάστησης, χωρίς επικάλυψη με εδαφικό υλικό. Λόγω των δυσμενών αυτών συνθηκών που επικρατούν, οι χώροι των λατομείων και μεταλλείων παραμένουν συνήθως γυμνοί από βλάστηση.

Προσπάθειες που έχουν γίνει για την αποκατάσταση της ποώδους κυρίως βλάστησης, με τη χρησιμοποίηση ξενικών ειδών του εμπορίου, έχουν δώσει γενικά φτωχά αποτελέσματα. Με την παρέλευση μερικών ετών τα είδη αυτά συνήθως εξαφανίζονται.

Παρατηρήσεις όμως που έγιναν σε διαταραγμένες περιοχές έχουν δείξει ότι ορισμένα είδη της ιθαγενούς χλωρίδας εποικίζουν τις παλιές αποθέσεις και τα επιχώματα, παρουσιάζοντας σημαντική πυκνότητα και ικανοποιητική φυτοκάλυψη, ανάλογα με την ποιότητα του εδαφικού υποθέματος. Σε ορισμένες δημοσιεύσεις (Brofas 1979, Μπρόφας 1997) για τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην αποκατάσταση ασβεστολιθικών αποθέσεων από εκμεταλλεύσεις βωξίτη στην περιοχή Γκιόνας-Παρνασσού καταγράφονται αρκετά είδη με σημαντικότερα τα: *Centranthus ruber*, *Epilobium dodonaei*, *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Melica ciliata*, *Vincetoxicum hirculinaria* subsp. *nivale* και *Rhus coriaria*, τα οποία έχουν εγκατασταθεί στις αποθέσεις αυτών των εκμεταλλεύσεων. Τα είδη αυτά μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση, δεδομένου ότι είναι γνωστά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα εντόπια είδη και έχει αναγνωρισθεί η αναγκαιότητα προτίμησής τους. Τα παραπάνω είδη επιλέχθηκαν γιατί έχουν πλούσιο υπέργειο τμήμα για

αποτελεσματικότερη εδαφοκάλυψη, καλό ριζικό σύστημα για αποτελεσματικότερη σταθεροποίηση των εδαφών, ικανότητα εγκατάστασης σε φτωχά εδάφη (περιορισμένης περιεκτικότητας θρεπτικών στοιχείων), είναι πολυετή και τα περισσότερα από αυτά παρουσιάζουν σχετικά γρήγορη ανάπτυξη.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της φυτρωτικής συμπεριφοράς στο εργαστήριο και η ανάδυση των αρτιβλάστων τους σε γλάστρες τοποθετημένες στην περιοχή μελέτης, με στείρα υλικά από τις αποθέσεις, με διαφορετικούς χειρισμούς και σε δύο εποχές σποράς.

Υλικά και μέθοδοι

Αρχικά διερευνήθηκαν στοιχεία της φαινολογίας και της αναπαραγωγικής βιολογίας των υπό μελέτη φυτών στους φυσικούς πληθυσμούς που έχουν εγκατασταθεί στις εκμεταλλεύσεις βωξίτη στις περιοχές Γκιόνας-Παρνασσού και η συλλογή των σπερμάτων έγινε στους ίδιους πληθυσμούς μετά από πολλές διαδοχικές επισκέψεις στο πεδίο.

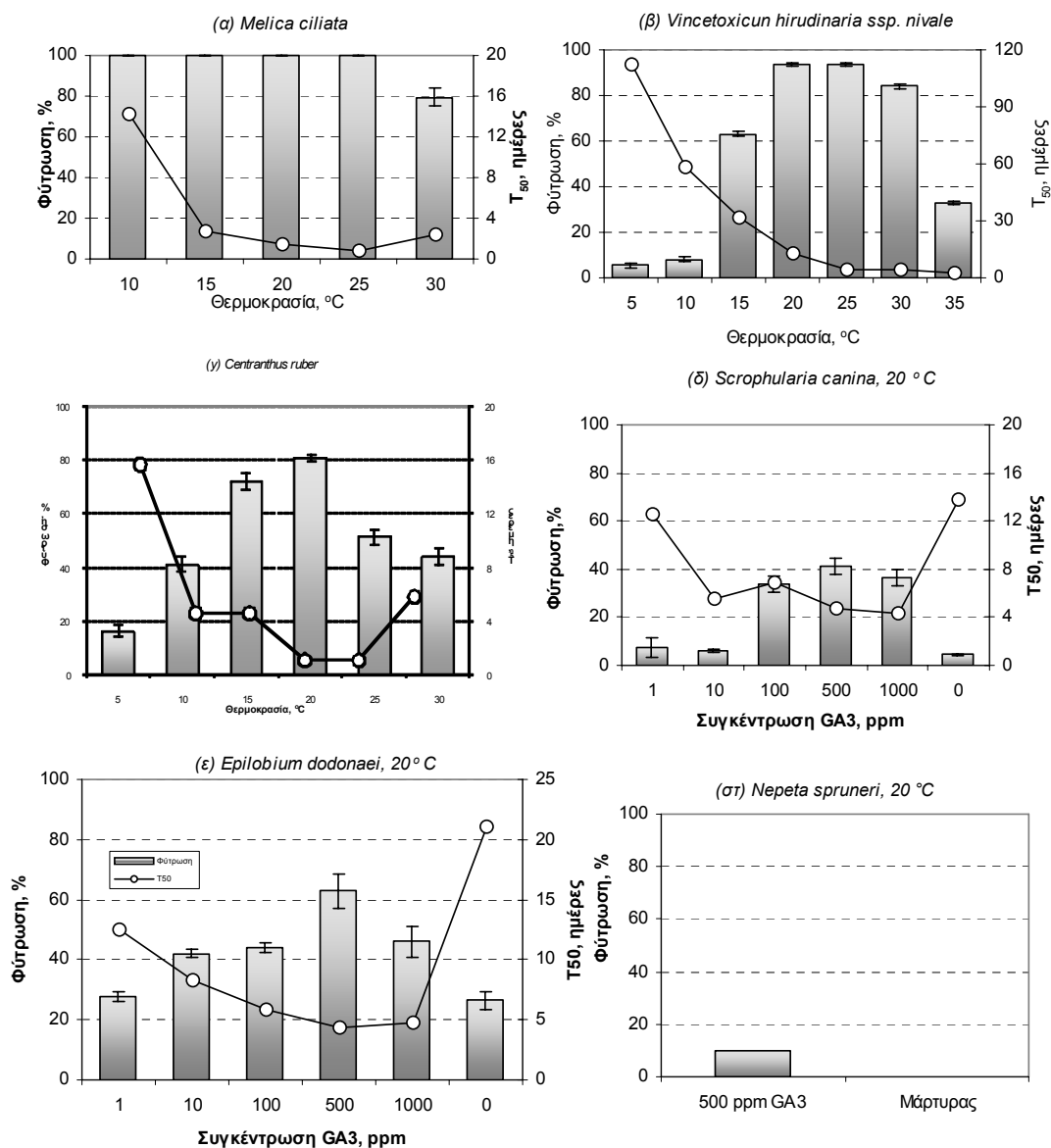
Η μελέτη της φύτευσης των σπερμάτων στο Εργαστήριο πραγματοποιήθηκε σε θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασίας και φωτισμού (Model BK 5060 EL, W.C. Heraeus GmbH, W. Germany) με χρήση τρυβλίων Petri και 2 φύλλα διηθητικού χαρτιού με προσθήκη νερού ή του κατάλληλου διαλύματος.

Η ανάδυση αρτιβλάστων στο πεδίο διερευνήθηκε μετά από σπορά σε γλάστρες διαμέτρου 25 cm, στη Γραβιά (υψόμετρο 430 m) μέσα στην περιοχή των εξορυκτικών εκμεταλλεύσεων Γκιόνας-Παρνασσού, με υλικό πλήρωσης στείρα ασβεστολιθικά υλικά από εκμεταλλεύσεις βωξίτη. Τα υλικά αυτά σχηματίζονται από θρυμματισμένο ασβεστόλιθο στον οποίο αναμειγνύονται μικρές ποσότητες επιφανειακού εδάφους. Το λεπτό υλικό (διαμέτρου <2mm) αποτελεί το 20-30% και χαρακτηρίζεται ως αμμοπηλώδες. Το pH κυμαίνεται από 7 έως 8.5. Το ποσοστό του ελεύθερου CaCO₃, ποικίλλει και μπορεί να φθάσει τιμές μέχρι και 90-95%. Η οργανική ουσία είναι σε πολύ μικρές ποσότητες (<0.5%), και τα στοιχεία N, P, και K σε πολύ χαμηλά επίπεδα (Brotas 1979, Μπρόφας 1992).

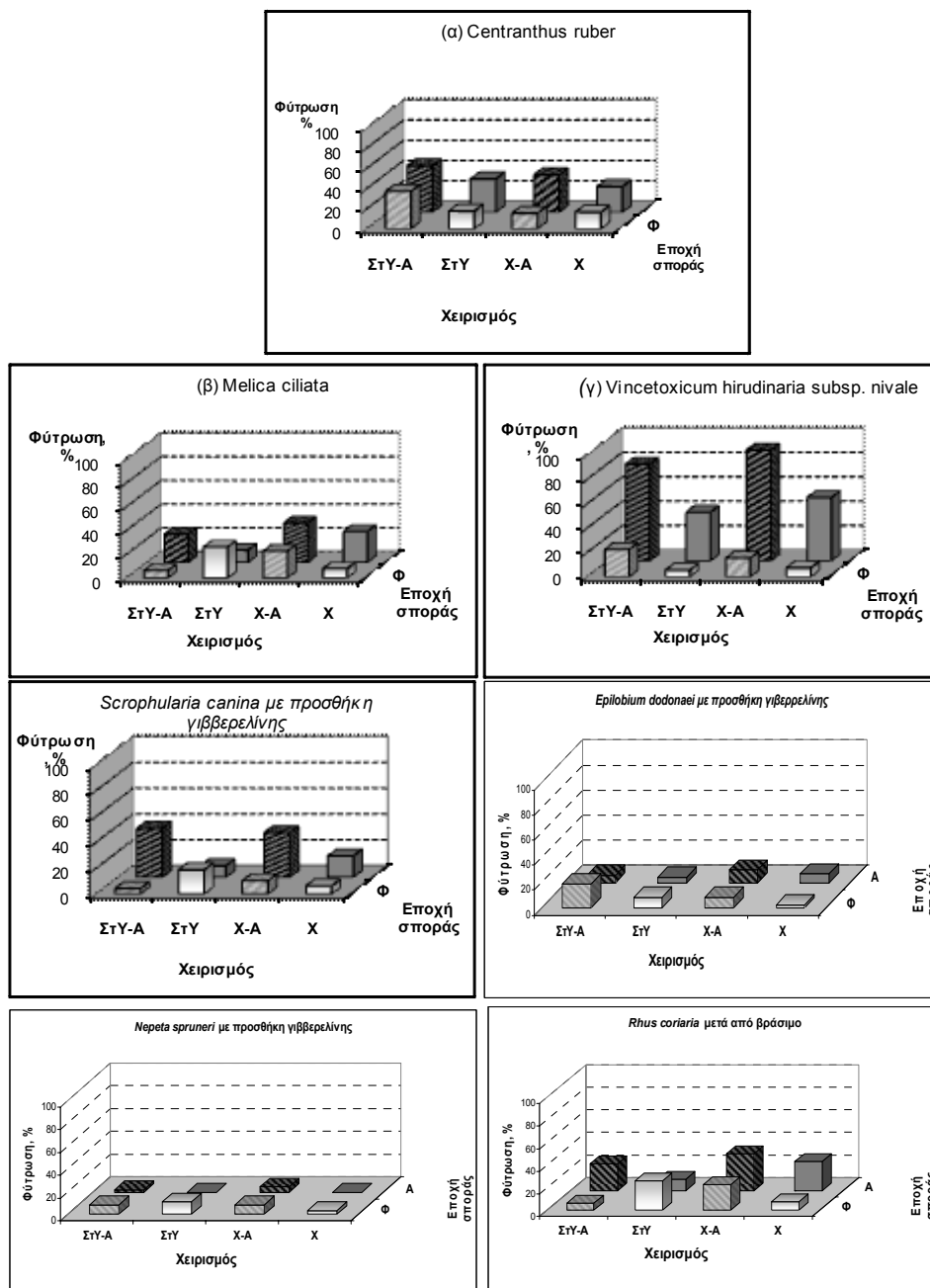
Η σπορά στις γλάστρες έγινε σε 2 εποχές (άνοιξη 2001 και φθινόπωρο 2002) με 4 χειρισμούς: i) σε στείρα υλικά, ii) σε στείρα υλικά με επικάλυψη με χώμα, iii) σε στείρα υλικά με αχυροκάλυψη και iv) σε στείρα υλικά με επικάλυψη με χώμα και αχυροκάλυψη. Σε κάθε γλάστρα σπάρθηκαν 100 σπέρματα από κάθε είδος.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων των ειδών που δεν είναι ληθαργικά δηλαδή της *Melica ciliata*, του *Vincetoxicum hirsutinaria* subsp. *nivale* και του *Centranthus ruber* παρουσιάζονται στην Εικ. 1 (α, β, γ) όπου φαίνονται και οι άριστες θερμοκρασίες φύτευσης για κάθε είδος. Τα σπέρματα των ειδών *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Epilobium dodonaei* και *Rhus coriaria* είναι ληθαργικά γιατί και έγιναν προσπάθειες άρσης του λήθαργου με προμεταχείριση των σπερμάτων με γιββερελικό οξύ για τα είδη *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Epilobium dodonaei* και για το είδος *Rhus coriaria* υγρή θέρμανση στους 100°C. Τα αποτελέσματα φαίνονται στην Εικ. 1 (δ, ε, στ). Η ανάδυση αρτιβλάστων μετά από σπορά σε γλάστρες με εδαφικό υπόθεμα από στείρα υλικά των εξορύξεων παρουσιάζεται στην Εικ. 2.



Εικόνα 1. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων των μη ληθαργικών ειδών (α, β, γ) καθώς και τα αποτελέσματα των προμεταχειρίσεων για τα ληθαργικά είδη (δ, ε, στ). Η φύτευση παρίσταται με ράβδους και το T₅₀ με ανοικτούς κύκλους.



Εικόνα 2. Ανάδυση αρτιβλάστων σε γλάστρες με στείρα υλικά και άχυρο (ΣτΥ-A), στείρα υλικά (ΣτΥ), με στείρα υλικά επικάλυψη χώματος και άχυρο (Χ-A) και με στείρα υλικά και επικάλυψη χώματος (Χ) για τα μη ληθαργικά είδη (α, β, γ) και μετά από προμεταχείριση για τα ληθαργικά (δ, ε, στ).

Η ανοιξιάτικη σπορά φαίνεται να ευνοεί την ανάδυση των αρτιβλάστων, συγκρινόμενη με την φθινοπωρινή, στις περισσότερες των περιπτώσεων, όχι όμως για όλα τα είδη και για όλους τους χειρισμούς. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρουν και οι Brofas & Karetzos (2002). Οι Pigott et al. (1994) αναφέρουν ότι η εποχή σποράς είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιτυχία της σποράς. Οι Knight et al. (1998) αναφέρουν επίσης ότι σπορά 2-3 εβδομάδες μετά την περίοδο των βροχών στη Δυτική Αυστραλία έδωσε καλύτερα αποτελέσματα.

Η προσθήκη χώματος στα στείρα υλικά δε φαίνεται να βελτιώνει την ανάδυση αρτιβλάστων σε όλες τις περιπτώσεις σε σύγκριση με τα στείρα υλικά. Πιθανώς το αποτέλεσμα αυτό να συνδέεται με τις ιδιότητες του χώματος που χρησιμοποιήθηκε. Το χώμα αυτό δεν είναι επιφανειακό έδαφος, προέρχεται από βαθύτερα στρώματα και είναι φτωχό σε θρεπτικά συστατικά. Επίσης η δημιουργία κρούστας που παρατηρήθηκε φαίνεται να είναι ένας ακόμα ανασταλτικός παράγοντας στην επιτυχία της σποράς.

Αντιθέτως η αχυροκάλυψη τόσο στα στείρα υλικά, όσο και στα στείρα υλικά που είχαν επικαλυφθεί με χώμα αυξάνει σημαντικά την ανάδυση των αρτιβλάστων σε όλα σχεδόν τα είδη. Η ευνοϊκή αυτή επίδραση της επικάλυψης φαίνεται να συνδέεται με το ότι εμποδίζει την εμφάνιση ακραίων θερμοκρασιών, ειδικά των υψηλών θερμοκρασιών που παρουσιάζονται στην επιφάνεια του εδάφους, και βελτιώνει τις συνθήκες εδαφικής υγρασίας (Unger 1978). Σύμφωνα με τους Barkley et al. (1965) οι παράγοντες αυτοί μπορούν να επιτρέψουν μεγαλύτερη φυτρωτικότητα και να τη μεγιστοποιήσουν. Τα πλεονεκτήματα αυτά και κυρίως η βελτίωση των συνθηκών υγρασίας είναι σημαντικά για την επιβίωση και την εγκατάσταση της βλάστησης στις συνθήκες που δημιουργούνται στα αδρανή υλικά από τις εξορύξεις λατομείων, όπου η εδαφική υγρασία είναι ο περιοριστικός παράγοντας (Packer 1974).

Ευχαριστίες

Η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής υποστηρίχθηκε οικονομικά από τις Εταιρίες: «S & B Βιομηχανικά Ορυκτά ΟΕ» και «Δελφοί-Δίστομο, ΑΜΕ»

Βιβλιογραφία

- Barkley D.G., Blaster R.E. & Schmidt R.E. 1965. Effects of mulches on microclimate and turf establishment. *Agronomy Journal* 57: 189-192.
- Brofas G. 1979. Paysages et exploitations minières. Recherche appliquee dans la region de Delphes (Grece Centrale). These de Docteur – ingénieur Université de Paris VII.
- Brofas G. & Karetzos G. 2002. Revegetation of mining spoils by seeding of woody species on Ghiona mountain, Central Greece. *Land Degradation & Development* 13: 461-467.
- Knight A.J.P., Beale P.E. & Dalton G.S. 1998. Direct seeding of native trees and shrubs in low rainfall areas and on non-wetting sands in South Australia. *Agroforestry Systems* 39: 225-239.
- Μπρόφας Γ. 1992. Συμπεριφορά Ψευδακακίας και Σπάρτου σε φυτεύσεις ασβεστολιθικών στείρων υλικών μεταλλείων βωξίτη. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 3: 42-52.
- Μπρόφας Γ. 1997. Η αποτελεσματικότητα της υδροσποράς και της επικάλυψης στην αποκατάσταση διαταραγμένων από μεταλλευτική εκμετάλλευση επιφανειών. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 8: 27-43.

- Packer P.E. 1974. Rehabilitation potential and limitations on surface-mined lands in the Northern Great Plains. General Technical Report INT-14 Intermountain Forest Range Experimental Station, USDA, Forest Service: Ogden, UT.
- Pigott J.P., Brown P.H. & Williams M.R. 1994. Direct seeding trees on farmland in the Western Australia wheat-belt. CALM Science 1: 131-158.
- Unger P.W. 1978. Straw mulch effect on soil temperatures and sorghum germination and growth. Agronomy Journal 70: 858-864.