

Δυνατότητα αποκατάστασης υποβαθμισμένων εκτάσεων μεταλλείου χρωμίου

Εμ. Καρμύρης
Δρυμαία-Φθιώτιδας Τ.Κ. 35002

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πειράματα έγιναν σε διαταραγμένο εδαφικό υλικό που προήλθε από εκσκαφές του αργού σήμερα μεταλλείου απόληψης χρωμίου στην περιοχή Λομοκού, στο Εργαστήριο και στον τόπο του μεταλλείου. Χρησιμοποιήθηκαν Τα είδη *Medicago arborea* L., *Dactylis glomerata* L., *Cynodon dactylon* L. και *Trifolium repens* L.. Η εγκατάσταση και των τεσσάρων ειδών ήταν πολύ ικανοποιητική και δεν παρατηρήθηκε τοξικότητα λόγω παρουσίας χρωμίου. Για την περαιτέρω αύξηση και ανάπτυξη των φυτών που θα συνέβαλε με βεβαιότητα στην αποτελεσματικότερη αποκατάσταση των εδαφών αυτών διαπιστώθηκε ανάγκη αντιμετώπισης εκτός του υδατικού ελλείμματος και του ελλείμματος θρεπτικών στοιχείων, ιδιαίτερα του Ν. Συμπτώματα έλλειψης Ν (κιτρίνισμα και πτώση των φύλλων της βάσης) εμφανίστηκαν ένα δίμηνο μετά από την εγκατάσταση των φυτών της *M. arborea*). Εντονη αυξητική δραστηριότητα εκδηλώθηκε στα φυτά αυτά της *Medicago* μετά την προσθήκη 1,20 έως 4,50 μονάδων Ν. Συμπτώματα έλλειψης του στοιχείου Ν εκ νέου παρουσιάστηκαν μετά από ένα τρίμηνο μόνο στα φυτά που δέχθηκαν τη μικρότερη ποσότητα των 1,20 μονάδων Ν.

Λέξεις κλειδιά: Μεταλλείο, στείρα, αποκατάσταση, βλάστηση, μακροστοιχεία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεσματική και οικονομική αποκατάσταση της βλάστησης σε διαταραγμένα και υποβαθμισμένα από ανθρωπογενείς επεμβάσεις εδάφη επιτυγχάνεται όταν αντιμετωπισθούν οι περιοριστικοί της αύξησης των φυτών περιβαλλοντικοί παράγοντες. Προτεραιότητα σε κάθε περίπτωση έχει εκείνος ο παράγοντας που βρίσκεται στο ελάχιστο έναντι του αρίστου (Liebig, 1862). Στις περιοχές μεσογειακού-τύπου κλίματος και ιδιαίτερα σε εδάφη ταχείας αποστράγγισης, ο αποφασιστικότερος στην αύξηση των φυτών παράγοντας είναι το νερό (Montenegro, 1987, Roy et al. 1987).

Με την αντιμετώπιση του νερού ο επόμενος κρίσιμος για την ανάπτυξη των φυτών παράγοντας επάνω σε στείρα εδαφικά υλικά μεταλλείου θεωρείται η έλλειψη μακροστοιχείων και ιδιαίτερα του Ν (Bradsaw et al. 1977, Bradsaw and Chadwick, 1980). Το Ν στο έδαφος εύκολα διαλύεται, αποπλύνεται και χάνεται κατά την αποστράγγιση (Bartholomew and Clark, 1965, Davies et al., 1972). Μεγάλες ποσότητες Ν στο έδαφος δημιουργούν δυσμενείς για την εγκατάσταση και αύξηση των φυτών συνθήκες, το ίδιο συμβαίνει και με την έλλειψή του (Brady, 1974). Σε πολύ αλκαλικά εδάφη, ή όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες αμμωνιακού λιπάσματος, η δεύτερη αντίδραση νιτροποίησης καθυστερεί, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα του επιβλαβούς για τα φυτά νιτρώδους ιόντος NO_2^- (Alexander, 1965). Ακόμα, υψηλές ποσότητες Ν στο έδαφος μειώνουν την παραγωγή των φυτών (Stark and Brown, 1987) και συνιστάται από μερικούς ερευνητές η περιοδική πρόσθεση του στοιχείου κατά τη διάρκεια της αύξησής γιατί επιτρέπει την αποτελεσματικότερη χρήση του (Bulman and Smith, 1993).

Ο φώσφορος Ρ είναι ζωτικής σημασίας θρεπτικό στοιχείο για τα φυτά, ιδιαίτερα τα ψυχανθή (Griffith, 1974). Η έλλειψη Ρ δυσκολεύει την πρόσληψη των άλλων στοιχείων και η κανονική παρουσία ευνοεί την κυτταροδιαίρεση, το σχηματισμό λιπών, λευκωμάτων, καρπών και ριζών, ιδιαίτερα των ακραίων ινωδών ριζιδίων (Brady, 1974). Το κάλιο Κ συνήθως αφθονεί στα εδάφη εκτός από τα αμμώδη (Wischmeier and Smith, 1965) και αποπλύνεται εύκολα (Fitzpatrick, 1974). Το ζωφόρο χρώμα των φυτών, η ρωμαλεότητα τους, η αντοχή τους σε ορισμένες ασθένειες και η ενθάρρυνση ισχυρού ριζικού συστήματος οφείλεται στο διαθέσιμο Κ (Keisling et al., 1979).

Το κάλιο K είναι ένα βασικό και ουσιώδες θρεπτικό στοιχείο για τα αγρωστώδη (Barrios et al., 1980). Στο *Cynodon dactylon* διαπιστώθηκε ότι το K επιδρά θετικά στην ανάπτυξη των ριζών, ριζωμάτων και υπεργείου μέρους (Keisling et al, 1979). Το στοιχείο χρώμιο θεωρείται ως λιγότερο τοξικό για τα φυτά έναντι των άλλων βαρέων μετάλλων, αλλά όπως ισχυρίζονται μερικοί, η προσληψή του από τον άνθρωπο σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί καρκίνο στο στομάχι (Fitzpatrick, 1974).

Το πρόβλημα λοιπόν που αναμένει τη λύση του στην προκειμένη περίπτωση είναι η αναγνώριση και η ιεράρχηση των ιδιαίτερα κρίσιμων για την εγκατάσταση και αύξηση των φυτών παραγόντων στα υποβαθμισμένα στείρα υλικά μεταλλείων χρωμίου, γεγονός που θα οδηγήσει στην αποτελεσματική αποκατάστασή τους.

ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ

Γενικά, τα προβλήματα των διαταραγμένων και υποβαθμισμένων εκτάσεων είναι συνδεδεμένα με το έδαφος. Έτσι απλά πειράματα βολοφυτών φυτών μπορούν να δείξουν αφ' ενός τους κρίσιμους για την εγκατάσταση και αύξηση παράγοντες και αφ' ετέρου τον τρόπο αντιμετώπισής των (Fitter et al., 1974).

Στο Εργαστήριο έγινε πείραμα για να ερευνηθεί η επίδραση της προσθήκης μακροστοιχείων στην εγκατάσταση και αρχική αύξηση των φυτών των ειδών *Medicago arborea* L., *Dactylis glomerata* L., *Cynodon dactylon* L. και *Trifolium repens* L. σε πλαστικά σακκίδια χωρητικότητας 800 κ.ε. που πληρώθηκαν με στείρο εδαφικό υλικό, το οποίο προήλθε από σωρό απόρριψης των εκσκαφών του μεταλλείου χρωμίου Λομοκού. Την 16/5/1995 εγκαταστάθηκαν με σπορά και φύτευση τα είδη *M. arborea* και *D. glomerata* με σπορά το *T. repens* και με σπορά και ριζώματα το *C. dactylon*. Ο σπόρος της *M. arborea* ήταν προέλευσης Νάξου, συλλογής 1990 και η προμήθειά του έγινε από το ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε Κεντρικής Ελλάδας. Πριν από τη σπορά, ο σπόρος της *M. arborea* προφυτρώθηκε (Δρούκαλης, 1976). Τα ριζώματα του *C. dactylon* ελήφθησαν από φυτά που εγκαταστάθηκαν με φυσικό τρόπο στο σωρό των στείρων του μεταλλείου (εξάπλωση των φυτών του είδους αυτού παρατηρείται μόνο στις θέσεις που καλύπτονται από γόνιμο έδαφος) μαζί με άλλα αγρωστώδη όπως τα *Dasypyrum vilosum* L. Cand., *Avena barbata*, *Pottex Link.*, *Bromus tectorum* L., *Agilops geniculata* Roth, και *A. triuncialis* L..

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των εδαφικών στείρων (Πίνακας 1) παρουσιάζονται με σοβαρές ελλείψεις σε μακροστοιχεία και οργανική ουσία με αδρή αμμώδη υφή και διαταραγμένη δομή. Η αδυναμία των εργαστηριακών πειραμάτων είναι ότι δεν επαυξάνονται εκεί οι συνθήκες κλίματος, έκθεσης και αποστράγγισης όπως συμβαίνει στο υπαίθριο περιβάλλον. Γι' αυτό εγκαταστάθηκαν τρεις πειραματικές επιφάνειες στα μέσα Νοεμβρίου 1994 στην ανατολική πλευρά του σωρού των στείρων από όπου και προήλθε το εδαφικό υλικό του πειράματος στο Εργαστήριο. Φυτεύθηκαν βολόφυτα φυτάρια της *M. arborea* και *D. glomerata* επάνω σε στείρα υλικά που εκαλύπτοντο με γόνιμο έδαφος. Φυτεύθηκαν βολόφυτα φυτάρια της *M. Arborea* επάνω σε καθαρά στείρα υλικά και στον ίδιο τύπο υλικών σπάρθηκε *D. glomerata*. Μετρήθηκαν το βάρος της παραγομένης ξηράς υπεργείου βιομάζας όλων των φυτών κατά το αρχικό στάδιο αύξησης μέχρι 6/7/1995, η μέση καθ' ύψος αύξηση την ημερομηνία αυτή και η μεγίστη καθ' ύψος αύξηση στις 13/10, 2/11/1995 και 3/2/1996 των φυταρίων της *M. arborea*. Παρατηρήσεις επί της εξέλιξης από την άποψη υγείας των φυτών έγιναν στις πειραματικές επιφάνειες υπαίθρου όπου μετρήθηκε και η μεγίστη καθ' ύψος αύξησής των. Το είδος και η ποσότητα του λιπάσματος που ενσωματώθηκε στο στείρο εδαφικό υλικό είχε ως εξής.

0.- Χωρίς λίπανση

N.- Λίπανση με 5 μον. N (33,5- 0 -0) 50% νιτρικής αμμωνίας και 50% θειικής αμμωνίας.

P.- Με 2,2 μον. P (0-20-0) P_2O_5

K.- Με 4,2 μον. K (48/52 K S0) K_2SO_4

NP, NPK, N_2PK επανάληψη των ανωτέρω ποσοτήτων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η παραγωγή υπέργειας βιομάζας (Πίνακας 2) για τα αγρωστώδη ήταν υψηλότερη σε σχέση με εκείνη των ψυχανθών. Η παραγωγή των ψυχανθών σποράς που δέχθηκαν το στοιχείο P ή το συνδυασμό PK και των αγρωστωδών σποράς και φύτευσης με NPK ευνοήθηκε σημαντικά έναντι των άλλων χειρισμών. Η παραγωγή των φυτών των ψυχανθών που δέχθηκαν μόνο N ή το στοιχείο αυτό συμμετείχε σε συνδυασμούς με τα άλλα μακροστοιχεία ήταν πολύ πτωχή. Το ίδιο συνέβει και με τα φυτά των αγρωστωδών σποράς. Οι τιμές παραγωγής ξηράς βιομάζας στα φυτά αυτά ήταν σημαντικά μικρότερες των άλλων χειρισμών ακόμη και του μάρτυρα. Αντίθετα, η παραγωγή των φυτευθέντων φυτών της *M. arborea* καταφανώς ευνοήθηκε με το συνδυασμό NP. Η μέση καθ' ύψος αύξηση (Πίνακας 3) των φυτών της *Medicago* σποράς μετά δίμηνο από την εγκατάσταση που δέχθηκαν μόνο το N ή σε συνδυασμό N PK, ήταν μικρή, σχεδόν μηδενική. Μέτρια καθ' ύψος αύξηση παρουσίασαν τα φυτά της σποράς της *Medicago* που δέχθηκαν συνδυασμό λιπασμάτων και που συμμετείχε σε μικρή ποσότητα το στοιχείο N, ενώ σημαντικά μικρότερη παρουσιάστηκε η αύξηση του χειρισμού N στα φυτά της *Medicago* φύτευσης σε σχέση με τα φυτά των άλλων χειρισμών. Τα φυτά της *Medicago* σποράς όμως που δέχθηκαν P μόνο ή το συνδυασμό PK παρουσίασαν σημαντικά μεγαλύτερη μέση καθ' ύψος αύξηση των άλλων χειρισμών του είδους.

Η υγεία όλων των φυτών στις 6/7/1995 της *Medicago* δεν ήταν καλή. όλα παρουσίασαν συμπτώματα έλλειψης N και γι' αυτό ενισχύθηκαν με αζωτούχο λίπανση στα επίπεδα 1,20, 2,51 και 4,50 μονάδες (Πίνακας 4). Με την πρόσθετη αυτή λίπανση όλα τα φυτά της *Medicago* στους επόμενους μήνες παρουσίασαν εντυπωσιακή αύξηση. Στις 13/10/1995 επέτυχαν μια μέση διαφορά ύψους της τάξης περίπου των 52 εκ. Τη χειμερινή περίοδο συνεχίστηκε η αύξηση στα φυτά της *Medicago* σποράς με μέση διαφορά ύψους 9 εκ. στις 3/2/1996 από την προηγούμενη μέτρηση στις 2/11/1995 και ήταν όλα εύρωστα και υγιή. Τα φυτά στις πειραματικές επιφάνειες στον τόπο του μεταλλείου παρουσίασαν πετυχημένη εγκατάσταση, όπως πετυχημένη ήταν και η διαχείμανση τους, παρά του ότι οι θερμοκρασίες στις 18, 19, και 20/1994 έφτασαν στους -5 έως -6 C και στις 16,17, 18 και 20/1995 στους -7,-6,-3 και -8 C. Τα φυτά της υπαίθρου υπέφεραν εμφανώς κατά την αυξητική περίοδο από έλλειψη νερού και θρεπτικών στοιχείων. Η σημερινή κατάσταση των φυτών της *Dactylis* σποράς στην υπαίθρο είναι η χειρότερη. Μόνο τρία φυτάρια επέζησαν και αυτά μόλις επιβιώνουν. Τα φυτά της *Medicago* της πειραματικής επιφάνειας καθαρών στείρων επέζησαν σε ποσοστό 40% με μέγιστο ύψος σήμερα 45-63 εκ. και φέρουν φύλλα μικρού μεγέθους. Το ίδιο συμβαίνει και με τα φυτά της *Medicago* που φυτεύθηκαν στην έκταση που έφερε στην επιφάνεια γόνιμο έδαφος, μόνο που εδώ το ποσοστό επιβίωσης ανέρχεται στο 70% και τα φυτά είναι ελαφρώς ζωηρότερα, στην ίδια επιφάνεια η *Dactylis* παρουσίασε την καλύτερη επιτυχία εγκατάστασης και εξέλιξης, πέτυχαν ύψος καλαμιού περί τα 80εκ. και καρποφόρισαν άφθονα

Πίνακας 1. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά στείων εδαφικών υλικών (στήλη β) του μεταλλείου χρωμίου Λομοκού και επίπεδα κανονικής αύξησης των φυτών (γ,δ) κατά Bradshaw & Chadwick, (1980).

Χαμηλ.	Χαρακτηριστικά Υψηλ. α	Τιμές	Επίπεδα κανονικής αύξησης	
		β	γ	δ
	Pmg/100	0,7		
	PH	8,01	0,5	2,0
	Αμμο	62,32%		
	Αργίλλος	20,12%		
	Ιλύς	17,01%		
	Οργ.ουσία	0,204%		
	K+ Αντ.ppm.	68	100	300
	N %	0,16	0,1	1

Πίνακας 2. Παραγωγή ξηράς υπέργειας βιομάζας (σε gr.) του πειράματος στο Εργαστήριο, κατά το αρχικό στάδιο αύξησης, από 16/5 έως 6/7/1995, έξι βολοφύτων φυταρίων

Χειρισμός	M. arborea		T.repens		D.glomerata		C.dactylon	
	Σπορά	Φυτ.	Σπορά	Φυτ.	Σπορά	Φυτ.	Σπορά	Ριζ.
O	3,86	9,04	1,52	23,30	23,32	18,30	33,62	
N	-	6,02	1,14	7,26	47,36	8,42	42,32	
P	6,28	12,16	16,02	53,88	51,58	53,64	24,76	
K	4,04	6,02	3,58	20,04	44,72	43,06	19,32	
NP	-	20,18	2,42	7,02	51,82	69,62	25,22	
NK	-	+	3,48	24,88	68,56	20,42	16,04	
PK	*	+	21,48	42,56	34,42	67,42	34,70	
NPK	0,72	+	1,98	62,78	63,74	115,30	42,86	
NPK	-	+	1,18	37,04	76,22	95,08	41,12	

- τα φυτά ενισχύθηκαν με αζωτούχο λίπανση 1,20, 2,51 και 4,50 μονάδες και το πότισμα συνεχίστηκε κανονικά
- - αποτυχία.
- + δεν φυτεύθηκαν.

Πίνακας 3 . Κατάσταση υγείας και μέση καθ' ύψος αύξηση (εκ.) φυταρίων της M.arborea του πειράματος στο Εργαστήριο την 6/7/1995.

Χειρισμός	O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	N ₂ PK
Σποράς	17*	-	30*	15*	8 *	8 *	22 *	8*	
Φύτευσης	21*	14*	23*	32*	33 *	+	+	+	

- αρκετά κίτρινα φύλλα

Πίνακας 4 . Μεγίστη καθ' ύψος αύξηση σε εκ. των βολοφύτων φυταρίων της Medicaco arborea L. του χειρισμού PK που δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση στις 6/7/1995 του πειράματος στο Εργαστήριο.

Ημερομηνία	Μέγιστο ύψος σε εκ.					
	1	2	3	4	5	6
6/7/1995	11 ^α	16 ^β	26 ^γ	23 ^β	24 ^γ	28 ^α
13/10/1995	73*	73	64	85	69	72*
2/11/1995	77	78	67	90	70	74
3/2/1996	85	84	72	98	74	76

- *. με συμπτώματα έλλειψης N
- α. προστέθηκαν 1,20 μον. N
- β. " 2,51 "
- γ. " 4,50 "

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μεταλλευτικές εργασίες εκμετάλλευσης χρωμίου παράγουν αξιόλογες ποσότητες στείων εδαφικών υλικών, πτωχών σε θρεπτικά στοιχεία και διαταραγμένες φυσικές ιδιότητες. Το μεγαλύτερο πρόβλημα αποκατάστασης των υλικών αυτών είναι οι περιοριστικοί της εγκατάστασης και ανάπτυξης της βλάστησης περιβαλλοντικοί παράγοντες και συγκεκριμένα η έλλειψη νερού και η σπανιότητα των μακροστοιχείων, ιδιαίτερα του Ν. Η υψηλή κινητικότητα στο έδαφος του στοιχείου Ν οδηγεί στην εμφάνιση συμπτωμάτων έλλειψης του, κατά τους αμέσους προσεχείς δύο έως τρεις μήνες από την εγκατάσταση. Με την εφαρμογή στο έδαφος κατά το στάδιο σποράς μόνο αζωτούχου λίπανσης δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες εγκατάστασης και εξέλιξης των φυτών και στα τέσσερα είδη και ιδιαίτερα τα ψυχανθή. Η εξασφάλιση Ρ και Κ στα ψυχανθή και του συνδυασμού ΝΡΚ στα αγρωστώδη με ενσωμάτωση στο έδαφος κατά το στάδιο της εγκατάστασης, ως και Ν κατά τα επόμενα στάδια της ανάπτυξης, οδηγεί με βεβαιότητα στην αποκατάσταση των στείων του μεταλλεύου χρωμίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, M. 1965. Nitrification in soil Nitrogen (Agronomy 10) Madison Wisc. American Society of Agronomy Allison, F.E. 1966. The rate of Nitrogen Applied to soils. Adv. in Agron. 18. 219-258.
- Barrios, E.P. and L.G. Jones. 1980. Some influences of potassium nutrition on growth and quality of Tifgreen bermudagrass. J. Am. Soc.
- Bartholomew, W.V and F.E. Clark. 1965. Soil Nitrogen (Agronomy 10) Madison, Wisc. American Society of Agronomy
- Bradshaw & M.J. Chadwick. 1980. The restoration of land. Univ. of California Press. Berkley Los Angeles.
- Bradshaw, A.D., W.S. Dancer, J.E. Handley & J.C. Sheldon. 1977. The biology of land revegetation and the reclamation of the china clay wastes in Cornwall. Department of Botany, University of Liverpool.
- Brady, N. 1974. The nature and properties of soils, 8th Edition. Macmillan publ. Co. Inc. New York.
- Bulman, P. & D.L. Smith. 1993. Yield and yield component Response of Spring Barley to Fertilizer Nitrogen. Agron. J. 85. 226-231.
- Davies, B.D. Eagle & B. Finney. 1972. Soil management. Farming press Ltd.
- Fitter, A.H. J.F. Handley, A.D. Bradshaw & R.P. Gemmell. 1974. Site variability in reclamation work J. Inst. Landsc. Arch. 106. 29-31.
- Fitzpatrick, E.A. 1974. An introduction to soil Science. Oliver & Boyd Edinburgh.
- Griffith, W. K. 1974. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. p. 147-169 in D.A. Mays (ed.) Forage fertilization. ASA, CSSA and a SSSA, Madison, WI.
- Keisling, T.C., F.M. Rouguete, Jr. & J.E. Matocha. 1979. Potassium fertilization influences on coastal bermudagrass rhizomes, roots and stand. Agron. J. 71. 892-894.
- Liebig, J. Von. 1862. Die chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 7e Aufl., Vol. II. f. Vieweg und Sohn, Braunschweig.

Montenegro, G. 1987. Quantification of Mediterranean plant phenology and growth in plant response to stress. p.p.469-485.

Roy, I.E. Garnier & L.E. Jackson, 1987. Response of two perennial grasses to water availability in different habitats related to successional change under Mediterranean Climate Conditions. NATO ASI Series. Plant responses to stress. J. D. Tenhunen et. al.(Eds) G.15.

Stark, J.C. & B.D. Brown. 1987. Estimating nitrogen requirements for irrigated malting barley. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 18. 433-444.

Wischmeier, W.H. & D.H. Smith. 1965. Predicting Rainfall- Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains, Agr. Handbook 282. (Washington D.C.. U.S. Department of Agriculture.

Possibilities for reclamation of degraded chromium mines

E. Karmiris

Drymaia of Fthiotida, T.K. 35002, Greece.

SUMMARY

Chromium exploitation workings produce poor in nutrients waste materials. One major problem in establishing a cover of vegetation on them is the lack of major nutrients N, P and K. However, there is an excessive mobility of plant nutrients, especially N, so that deficiency may occur within 2 to 3 months. Applying only N in the soil during establishment brought adverse conditions to both grasses, *Dactylis glomerata* L. and *Cynodon dactylon* L. and to the leguminous species *Medicago arborea* L. and *Trifolium repens* L. The crucial problem of chromium waste reclamation is therefore to ensure adequate supply of P and K to the above leguminous species and NPK to grasses during establishment and nitrogen in the next stages. Application of NP to seedlings of *Medicago* during plantin brought good establishment and early growth.