

Αύξηση της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης τη χειμερινή περίοδο με τη χρησιμοποίηση γενετικά βελτιωμένων ποικιλιών ψυχρόβιων αγρωστωδών

Ε.Μ. Αβραάμ και Α.Σ. Νάστης

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, 540 06 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Στα λιβάδια της Μεσογειακής ζώνης παρατηρείται έλλειμμα στο ισοζύγιο προσφοράς-ζήτησης βοσκήσιμης ύλης κατά τη χειμερινή περίοδο. Το έλλειμμα μπορεί να καλυφθεί μερικώς με τη χρησιμοποίηση γενετικά βελτιωμένων ποικιλιών ψυχρόβιων αγρωστωδών, τα οποία αυξάνουν κάτω από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Για το σκοπό αυτό άρχισε από το 1993 επιλογή φαινοτύπων από τον πληθυσμό της *Dactylis glomerata* cv. Chrysorigi (αρχικός πληθυσμός) με κριτήριο την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης κατά τη χειμερινή περίοδο. Η παραγωγή και η ποιότητα βοσκήσιμης ύλης του βελτιωμένου πληθυσμού, που δημιουργήθηκε μετά από δύο κύκλους επιλογής συγκρίθηκε με την αντίστοιχη του αρχικού πληθυσμού, για να διαπιστωθεί η βελτίωση που επιτεύχθηκε με την επιλογή. Ο βελτιωμένος πληθυσμός υπερείχε σε παραγωγή βοσκήσιμης ύλης και τα τέσσερα χρόνια του πειράματος. Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης του βελτιωμένου πληθυσμού ήταν πολύ μεγαλύτερη, συγκριτικά με τον αρχικό, το πρώτο έτος από τη σπορά. Αυτό όμως ήταν αποτέλεσμα της ταχύτερης εγκατάστασης του βελτιωμένου πληθυσμού. Το δεύτερο έτος από τη σπορά, όταν και οι δύο πληθυσμοί είχαν εγκατασταθεί, ο βελτιωμένος πληθυσμός υπερείχε του αρχικού κατά 44%. Η διαφορά παραγωγής μεταξύ των δύο πληθυσμών διευρύνθηκε το τρίτο και τέταρτο έτος από τη σπορά κατά 58 και 57% αντίστοιχα. Η σταδιακή αύξηση της διαφοράς υποδεικνύει τη δυνατότητα του βελτιωμένου πληθυσμού να διατηρεί υψηλή παραγωγικότητα για περισσότερα χρόνια συγκριτικά με τον αρχικό πληθυσμό. Επίσης είναι πολύ ενδιαφέρον το γεγονός ότι η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης δεν επηρεάστηκε αρνητικά με την επιλογή και την αύξηση της παραγωγής του βελτιωμένου πληθυσμού.

Λέξεις κλειδιά: Γενετική βελτίωση, *Dactylis glomerata*, χειμερινή παραγωγή, ποιότητα.

Εισαγωγή

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης των λιβαδιών της Μεσογειακής ζώνης είναι περιορισμένη κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ τα τυχόν υπολείμματα παραγωγής από προηγούμενες περιόδους είναι σχετικά χαμηλής θρεπτικής αξίας. Παραδοσιακά, η διατροφή των ζώων την περίοδο αυτή στις εύκρατες περιοχές γινόταν με συγκομισμένες τροφές (Asay, 1991). Το κόστος των συγκομισμένων τροφών, όμως είναι αυξημένο με αποτέλεσμα να αυξάνει το κόστος παραγωγής των ζωικών προϊόντων και να περιορίζει την ανταγωνιστικότητά τους. Οι προσπάθειες των λιβαδοπόνων, για αύξηση της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης τη χειμερινή περίοδο, είχαν επικεντρωθεί κυρίως σε διαχειριστικά μέτρα, όπως η συγκαλλιέργεια ψυχρόβιων αγρωστωδών με θάμνους (Otsyina et al. 1982) ή η λίπανση των λιβαδιών (McCormick and Workman 1975, Nastis 1989).

Η χαμηλή παραγωγή των λιβαδικών φυτών τη χειμερινή περίοδο οφείλεται σε φυσιολογικές προσαρμογές στη λειτουργία τους με τις οποίες αυξάνεται η αντοχή τους στις χαμηλές θερμοκρασίες (Oquist 1983). Προφανώς, η δυνατότητα αύξησης κάτω από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και η αντοχή στο ψύχος είναι δύο φυσιολογικά

χαρακτηριστικά που σχετίζονται αρνητικά. Ωστόσο, μελέτη πληθυσμών ψυχρόβιων αγρωστωδών έχει δείξει ότι υπάρχει ενδοειδική παραλλακτικότητα για τους δύο αυτούς χαρακτήρες (Mansat 1993, Abraham et al. 1997). Από τους πληθυσμούς ψυχρόβιων αγρωστωδών που είναι προσαρμοσμένοι στις Μεσογειακές κλιματολογικές συνθήκες και έχουν μεγάλη παραλλακτικότητα είναι δυνατό να δημιουργηθούν ποικιλίες κατάλληλες για τη βελτίωση λιβαδιών, που θα χρησιμοποιηθούν για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης τη χειμερινή περίοδο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνηθεί η βελτίωση που επιτεύχθηκε μετά από δύο κύκλους επιλογής σε ένα πληθυσμό της *Dactylis glomerata*, ως προς την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης τη χειμερινή περίοδο. Επίσης να διερευνηθεί ο βαθμός που επηρεάστηκε η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης μετά από δύο κύκλους επιλογής.

Μέθοδοι και υλικά

Το πείραμα έγινε σε αγρόκτημα βορειοανατολικά της πόλης των Σερρών σε υψόμετρο 400m περίπου. Το κλίμα της περιοχής, σύμφωνα με τη μέθοδο Emberger (1942) χαρακτηρίζεται ως «ύφυγρο μεσογειακό βιοκλίμα» με ψυχρό έως δριμύ χειμώνα (Παπαχρήστου 1990). Την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος (1995-1998), η υψηλότερη μέση μηνιαία θερμοκρασία (Οκτώβριος-Μάρτιος) ήταν 20 °C και σημειώθηκε τον Οκτώβριο του 1995 και η χαμηλότερη μέση μηνιαία 4 °C τον Ιανουάριο του ίδιου έτους.

Την άνοιξη του 1993 έγινε τυχαία συλλογή ατόμων από τον πληθυσμό της *Dactylis glomerata* cv. Chrysorigi. Τα άτομα αυτά δοκιμάστηκαν σε ένα R-3 κυψελωτό σχέδιο (Fasoulas 1988) για τη δυνατότητα παραγωγής βοσκήσιμης ύλης τη χειμερινή περίοδο. Από το πείραμα αυτό επιλέχθηκαν 21 άτομα (1ος κύκλος επιλογής) και σχημάτισαν αντίστοιχα 21 οικογένειες, οι οποίες αξιολογήθηκαν σε ένα R-21 κυψελωτό σχέδιο. Στον πληθυσμό των 21 οικογενειών εφαρμόστηκε ελεγχόμενη μαζική κυψελωτή επιλογή (2ος κύκλος επιλογής) με βάση τον κινητό κύκλο και ένταση επιλογής 3,2% (κάθε φυτό γίνεται κέντρο του κινητού κύκλου και συγκρίνεται με τα 30 γειτονικά του φυτά). Η επιλογή έγινε με κριτήριο την παραγωγή ξηρής ουσίας των ατόμων του πληθυσμού κατά τη διάρκεια της περιόδου Οκτωβρίου-Μαρτίου, τον πρώτο χρόνο από τη σπορά. Συνολικά επιλέχθηκαν 10 άτομα. Σε ένα πλήρως τυχαίο πείραμα με τέσσερις επαναλήψεις αξιολογήθηκαν: 1. Το μίγμα σπόρου των ατόμων του αρχικού πληθυσμού (Αρχικός Πληθυσμός) και 2. Το μίγμα σπόρου των ατόμων που επιλέχθηκαν με μαζική επιλογή (Βελτιωμένος Πληθυσμός).

Η σπορά έγινε στα μέσα Σεπτεμβρίου του 1994. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν 30 φυτά σε απόσταση μεταξύ τους 30cm. Το εμβαδόν κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν 1,8 τ.μ. Για τέσσερα συνεχόμενα χρόνια, μετά την εγκατάσταση του πειράματος, η παραγωγή της υπέργειας βιομάζας κάθε πειραματικού τεμαχίου κόβονταν στις 30 Μαρτίου σε ύψος 5cm από το έδαφος, ζυγίζονταν, μεταφέρονταν στο εργαστήριο, ξηραίνονταν στους 60 °C για 48 ώρες και ξαναζυγίζονταν για να υπολογισθεί το ξηρό βάρος. Σε δείγματα από κάθε πειραματικό τεμάχιο για τα δύο πρώτα χρόνια του πειράματος προσδιορίστηκαν: 1) Οι αδιάλυτες σε ουδέτερο απορρυπαντικό ινώδεις ουσίες (NDF), οι αδιάλυτες σε όξινο απορρυπαντικό ινώδεις ουσίες (ADF) και η λιγνίνη (ADL) (Van Soest et al. 1991), 2) Η in vitro πεπτικότητα (IVOMD), σύμφωνα με τη μέθοδο Tilley and Terry (1963), όπως αυτή τροποποιήθηκε από τον Moore (Harris 1970) και 3) Η περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο (N) με τη μέθοδο Kjeldahl (A.O.A.C. 1990) και στη συνέχεια ο υπολογισμός των ολικών αζωτούχων ενώσεων ως πρωτεΐνη (Crude Protein), CP=NX6,25. Όλοι οι παραπάνω χαρακτήρες της ποιότητας εκφράστηκαν σε ποσοστό της οργανικής ουσίας. Στις περιπτώσεις που τα ποσοστά ήταν μικρότερα από 30% ή μεγαλύτερα από 70% μετατράπηκαν σε μοίρες (Φασούλας 1964).

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS 6.1 for Windows. Η διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων των πληθυσμών έγινε με ανάλυση της διακύμανσης (Steel and Torrie 1980). Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), (Steel and Torrie 1980).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης και των δύο πληθυσμών ήταν μεγαλύτερη κατά το δεύτερο έτος από τη σπορά, ενώ μειώθηκε κατά το τρίτο έτος και παράμεινε σχεδόν στα ίδια επίπεδα κατά το τέταρτο έτος από τη σπορά (Πίνακας 1). Γενικά είναι τεκμηριωμένο (Biswell και Λιάκος 1982, Παπαναστάσης και Παπαδημητρίου 1989) ότι η μέγιστη αύξηση και ανάπτυξη των φυτών της *Dactylis glomerata* cv. *Chrysorigi* επιτυγχάνεται το δεύτερο ή τρίτο έτος από τη σπορά.

Η παραγωγή ξηρής ουσίας του βελτιωμένου πληθυσμού ήταν σημαντικά μεγαλύτερη συγκριτικά με εκείνη του αρχικού πληθυσμού και τα τέσσερα έτη του πειράματος (Πίνακας 1). Το πρώτο έτος ο βελτιωμένος πληθυσμός παρήγαγε κατά 230% (Πίνακας 1) μεγαλύτερη ποσότητα ξηρής ουσίας από τον αρχικό πληθυσμό. Αυτό οφείλεται στην καλύτερη και ταχύτερη εγκατάσταση του βελτιωμένου πληθυσμού, η οποία εξασφάλισε την επιτυχία της σποράς του. Αυτό θα συμβεί και όταν ο βελτιωμένος πληθυσμός χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση των φυσικών λιβαδιών. Το δεύτερο έτος από τη σπορά ο βελτιωμένος πληθυσμός υπερείχε του αρχικού κατά 44% (Πίνακας 1), ενώ η διαφορά αυτή διευρύνθηκε σε 58% και 57% κατά το τρίτο και τέταρτο έτος αντίστοιχα. Από τη διεύρυνση της διαφοράς ως προς την παραγωγή ξηρής ουσίας μεταξύ των δύο πληθυσμών φαίνεται ότι ο βελτιωμένος πληθυσμός διατηρεί υψηλή παραγωγικότητα για περισσότερα χρόνια. Το πλεονέκτημα αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στην περίπτωση που οι βελτιωμένες ποικιλίες χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση λειμώνων. Εφόσον ο λειμώνας διατηρεί σταθερά υψηλή παραγωγή βοσκήσιμης ύλης για σειρά ετών, ο χρόνος αντικατάστασης του αυξάνει, με συνέπεια την έμμεση μείωση του κόστους διατροφής των ζώων.

Το πρώτο έτος από τη σπορά ο αρχικός πληθυσμός είχε υψηλότερη IVOMD και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ενώσεις συγκριτικά με το βελτιωμένο πληθυσμό (Πίνακας 2). Η υψηλότερη IVOMD του αρχικού πληθυσμού ήταν συνέπεια της χαμηλότερης περιεκτικότητας σε NDF, ADF και ADL (Πίνακας 2), συγκριτικά με το βελτιωμένο πληθυσμό. Καθώς, τα φυτά του αρχικού πληθυσμού είχαν πολύ περιορισμένη ανάπτυξη κατά το πρώτο έτος, κατά τη συγκομιδή, η υπέργεια βιομάζα αποτελούνταν κυρίως από φύλλα και νεαρούς ανώριμους βλαστούς, με αποτέλεσμα να έχουν πολύ υψηλή πεπτικότητα. Το δεύτερο όμως έτος ο βελτιωμένος πληθυσμός είχε υψηλότερη IVOMD από τον αρχικό, κυρίως λόγω της χαμηλότερης περιεκτικότητας σε ADF. Μεταξύ των δύο πληθυσμών δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την περιεκτικότητα σε NDF, ADL και σε ολικές αζωτούχες ενώσεις (Πίνακας 2). Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η επιλογή με μοναδικό κριτήριο την παραγωγή ξηρής ουσίας δεν επηρέασε αρνητικά την ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης.

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι δύο χαρακτήρες, δηλαδή η παραγωγή και η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης σχετίζονται αρνητικά (Carlson 1974, Mason and Shenk, 1976). Αυτό σημαίνει ότι όταν δημιουργούνται βελτιωμένοι πληθυσμοί επιλέγοντας άτομα υψηλοαποδοτικά οι πληθυσμοί αυτοί θα είναι χαμηλής ποιότητας. Αντίθετα, άλλοι ερευνητές (Humphreys 1989, Carpenter and Casler 1990) αναφέρουν ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ παραγωγής και ποιότητας βοσκήσιμης ύλης. Στον πληθυσμό της *Dactylis glomerata* cv. *Chrysorigi* που χρησιμοποιήθηκε στο παρόν πείραμα δεν παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση παραγωγής και ποιότητας βοσκήσιμης ύλης. Η

επιλογή με μοναδικό κριτήριο την υψηλή παραγωγή ξηρής ουσίας φαίνεται ότι μπορεί να εφαρμοσθεί στα πρώτα στάδια των βελτιωτικών προγραμμάτων, στη συνέχεια όμως επιβάλλεται ταυτόχρονη επιλογή και για τους δύο χαρακτήρες.

Συμπεράσματα

1. Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης του πληθυσμού της *Dactylis glomerata* cv. *Chrysorigi* αυξήθηκε περισσότερο από 44% μετά από μόνο δύο κύκλους επιλογής. Η συνέχιση της επιλογής στον παραπάνω πληθυσμό είναι δυνατό να αυξήσει ακόμη περισσότερο την παραγωγή τη χειμερινή περίοδο για να εξασφαλιστεί άφθονη υψηλής ποιότητας και χαμηλού κόστους βοσκήσιμης ύλης.

2. Η επιλογή με μοναδικό κριτήριο την παραγωγή ξηρής ουσίας στα πρώτα στάδια των προγραμμάτων βελτίωσης δε φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης.

Πίνακας 1. Μέσος όρος παραγωγής βοσκήσιμης ύλης (γραμ/τ.μ) στον αρχικό και τον βελτιωμένο πληθυσμό της *Dactylis glomerata* cv. *Chrysorigi* κατά τη χειμερινή περίοδο.

	1 ^ο έτος	2 ^ο έτος	3 ^ο έτος	4 ^ο έτος
Αρχικός πληθυσμός	22 α*	127 γδ	94 βγ	97 βγ
Βελτιωμένος πληθυσμός	73 β	182 ε	148 δ	153 δε
Διαφορά (%)	230	44	58	57

* Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά (P≥5%).

Πίνακας 2. Ποιότητα βοσκήσιμης ύλης (%) της οργανικής ουσίας του αρχικού και του βελτιωμένου πληθυσμού της *Dactylis glomerata* cv. *Chrysorigi* κατά τη χειμερινή περίοδο.

	Αρχικός πληθυσμός		Βελτιωμένος πληθυσμός	
	1 ^ο έτος	2 ^ο έτος	1 ^ο έτος	2 ^ο έτος
NDF	55 α	63 γ	57 αβ	61 βγ
ADF	33 α	41 γ	36 β	38 β
ADL	3 α	3 α	4 β	3 α
IVOMD	80 δ	65 α	74 γ	69 β
CP	20 γ	12 α	17 β	14 α

* Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια σειρά δε διαφέρουν στατιστικά (P≥5%).

Βιβλιογραφία

- Abraham, H.M., A.S. Nastis, C.P. Panetsos and C.N. Tsiouvaras. 1997. Winter production and nutritive value of three cool season growing grasses and evaluation for breeding, p. 27-31. In: Breeding for a multifunctional agriculture (B.Boller and F.J. Stadelmann, eds). Eurocarpia. 21st Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting. Switzerland.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th edn Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 746 pp.
- Asay, K.H. 1991. Breeding temperate rangeland grasses. Plant Breeding Abstracts, 61: 643- 648.
- Biswell, H.H. και Α.Γ.Λιάκος. 1982. Λιβαδοπονική. Θεσσαλονίκη
- Carlson, I.T. 1974. Correlations involving in vitro dry matter digestibility of *Dactylis glomerata* L. and *Phalaris arundinacea* L. Proc. XII Int. Grassl. Congr. 3: 732-738
- Carpenter, J.A. and M.D. Casler. 1990. Divergent phenotypic selection response in smooth bromegrass for forage yield and nutritive value. Crop Sci., 30: 17-22.

- Φασούλας, Α.Κ. 1964. Στοιχεία πειραματικής στατιστικής. Θεσσαλονίκη.
- Fasoulas, A.C. 1988. The honeycomb methodology of plant breeding. Thessaloniki. Greece.
- Harris, L.E. 1970. Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals. (Vol.I). Logan Utah, 182 pp.
- Humphreys, M.O. 1989. Water-soluble carbohydrates in perennial ryegrass breeding. III Relationships with herbage production, digestibility and crude protein content. Grass and Forage Science, 44: 423-430.
- Mansat, P. 1993. Prospects for genetic improvement of forage adapted to Mediterranean regions. Herba, 6: 93-97.
- Mason, W.N. and J.S. Shenk. 1976. The inheritance of forage quality traits in orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) Agron. Abstr., p. 110.
- McCormick, P.W. and J.P. Workman. 1975. Early Range Readiness with Nitrogen Fertilizer: An Economic Analysis. J. Range Manage, 28: 181-184
- Νάστις, Α.Σ. 1989. Επίδραση χημικής λίπανσης στη θρεπτική αξία των ψυχρόβιων αγρωστωδών κατά τη διάρκεια του έτους. Επιστ. Επετ. Τμήμ. Δασολ. και Φυσ. Περιβ. Τιμ. Εκδ. Καθ. Α. Λιάκου. ΛΒ/2: 69-84.
- Oquist, G. 1983. Effects of low temperature on photosynthesis. Plant Cell Environ., 6: 281-300.
- Otsyina, R., C.M. McKell and G.Van Epps. 1982. Use of range shrubs to meet nutrient requirements of sheep grazing on Crested Wheatgrass during fall and early winter. J. Range Manage, 35: 751-753.
- Παπαναστάσης, Β. και Κ. Παπαδημητρίου. 1989. Συγκριτική συμπεριφορά ποικιλιών πολυετών αγρωστωδών σε ένα ημίξηρο μεσογειακό περιβάλλον. Επιστ. Επετ. Τμήμ. Δασολ. και Φυσ. Περιβ. Τόμος ΛΒ/2: 87-111.
- Παπαχρήστου, Θ.Γ. 1990. Βοτανική σύνθεση και θρεπτική αξία της τροφής των γιδιών που βόσκουν σε θαμνολίβαδα με διαφορετική αναλογία σε θαμνώδη και ποώδη φυτά. Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill Book Co Inc, New York.
- Tilley, J.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crop. J. Brit. Grassl. Soc., 18: 104-111.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci., 74: 3583-3597.

Using improved varieties of cool-season grasses in order to increase the winter forage production

H. Abraham and A. Nastis

Laboratory of Range Science, Aristotle University, 540 06 Thessaloniki, Greece

Summary

Forage production in the Mediterranean zone is in limited supply during autumn and winter while animals' demand is almost constant throughout the year. For reducing the imbalance between supply and demand it would be beneficial to use improved varieties of cool-season grasses whose production during the

critical period is outstanding. The aim of this study was to evaluate the production and quality of an improved and the base population of *Dactylis glomerata* cv. Chrysopigi during winter. The improved population exceeded the base population in dry matter production during the four years of experiment. The increased forage production due to selection did not affect the forage quality, which was high for both the improved and the base population.

Key words: Genetic improvement, *Dactylis glomerata*, winter production, quality.