

Προσέγγιση αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων *Dichanthium ischaemum* (L.) Roberty και *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin. διαμέσου πειραματικής σειράς αντικατάστασης

Μ. Καρατάσιου

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη, e-mail: karatass@for.auth.gr

Περίληψη

Τα θερμόβια πολυετή αγρωστώδη *Dichanthium ischaemum* (L.) Roberty και *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin. συνυπάρχουν και κυριαρχούν στη σύνθεση της βλάστησης των λιβαδιών της χαμηλής και μεσαίας ζώνης στη Β. Ελλάδα, με αναλογίες που είναι αποτέλεσμα της ανταγωνιστικής τους ικανότητας και της αντοχής τους στην επίδραση της βόσκησης. Σκοπός του πειράματος ήταν η ανάλυση αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων μεταξύ των ειδών *D. ischaemum* και *C. gryllus* με τη βοήθεια μιας πειραματικής «σειράς αντικατάστασης» (Μοντέλο de Wit) που απαιτεί σταθερή ολική πυκνότητα (286 άτομα/m²) και διαφορετική αναλογία συμμετοχής του κάθε είδους σ' αυτή 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου μετρήθηκε για κάθε είδος φυτού το ύψος, ενώ στο τέλος της βλαστικής περιόδου η υπέργεια και υπόγεια βιομάζα από την οποία υπολογίστηκε ο συντελεστής σχετικής συνολικής παραγωγής. Το μέγιστο ύψος φυτού παρατηρήθηκε στις αναλογίες 75:25 και 25:75 για το *D. ischaemum* και *C. gryllus* αντίστοιχα. Ο συντελεστής σχετικής συνολικής παραγωγής (RYT>1) υποδηλώνει ότι τόσο για το υπόγειο όσο και για το υπέργειο τμήμα τα δύο φυτά, για τη συγκεκριμένη πυκνότητα, εμφανίζουν συμβιωτική αλληλοπαρεμβατική σχέση χωρίς να εντοπίζονται φαινόμενα ανταγωνισμού.

Λέξεις κλειδιά: Μονοκαλλιέργεια, μίξη, ανταγωνισμός, συντελεστής σχετικής συνολικής παραγωγής.

Εισαγωγή

Το *Dichanthium ischaemum* (L.) Roberty και το *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin. είναι δύο πολυετή θερμόβια αγρωστώδη με C₄ φωτοσυνθετικό κύκλο που απαντώνται σε λιβάδια της χαμηλής και μεσαίας ζώνης της Βόρειας Ελλάδας (Papanastasis 1998), συνήθως σε ξηρές και άγονες περιοχές. Από λιβαδοπονική άποψη είναι μέτρια επιθυμητά είδη γιατί αν και παράγουν υψηλή ποσότητα βοσκήσιμης ύλης αυτή είναι μέτριας ποιότητας. Τα δύο είδη συνυπάρχουν κυρίως στα λιβάδια της χαμηλής ζώνης όμως συχνά, παρατηρούνται διάφορες αναλογίες συμμετοχής των δύο ειδών στη σύνθεση της βλάστησης. Η τυχόν παρατηρούμενη ενίοτε επικράτηση του *C. gryllus* στα λιβάδια της χώρας μας μπορεί να οφείλεται: α) στη διαφορετική συχνότητα και ένταση βόσκησης των δύο ειδών μάλλον παρά σε αλληλοπαρεμβατικές σχέσεις. Το *D. ischaemum* δέχεται εντονότερη βόσκηση λόγω της υψηλότερης γευστικότητάς του σε σύγκριση με το *C. gryllus* (Ellison 1960), β) στη διαφορετική φυλλωματική δομή κυρίως της βάσης των ειδών, με αποτέλεσμα στο μεν *D. ischaemum* να αφαιρείται με τη βόσκηση μεγάλο μέρος του φυλλώματος της βάσης, ενώ στο *C. gryllus* να αφαιρούνται μόνο τμήματα των φύλλων που βρίσκονται στην περιφέρεια της

βάσης και γ) στη διαφορετική υδατική οικονομία των δύο ειδών (Noitsakis 1988). Γενικά, τα δύο είδη χαρακτηρίζονται από την υψηλή ανταγωνιστικότητα τους καθώς και την υψηλή παραγωγικότητα του υπέργειου και υπόγειου τμήματός τους. Ο de Wit (1960) ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε μοντέλα προκειμένου να συγκρίνει την παρουσία των ειδών σε μίξη και μονοκαλλιέργεια. Με τη συμβολή του Harper (1977) το μοντέλο του de Wit συνδέθηκε με τις αλληλοπαρεμβατικές σχέσεις όπως αυτές εμφανίζονται σε συνθήκες ελλειμματικών πόρων. Στην περίπτωση που η συνολική παραγωγή δε μπορεί να προβλεφθεί από τις μονοκαλλιέργειες των ειδών τότε προτείνεται να χρησιμοποιείται ο συντελεστής συνολικής σχετικής παραγωγής (RYT) προκειμένου να διερευνηθούν οι αλληλοπαρεμβατικές σχέσεις μεταξύ των δύο ειδών (Harper 1977, Silvertown and Charleswoorth 2001).

Σκοπός της έρευνας ήταν σε ένα πείραμα «σειράς αντικατάστασης» (replacement series) να διερευνηθεί σε τι είδους αλληλοπαρεμβατική σχέση βρίσκονται τα είδη *D. ischaemum* και *C. gryllus* και κατά πόσο είναι ερμηνευτική η αναλογία της συνύπαρξής τους στα εξωτερικά λιβάδια.

Μέθοδοι και υλικά

Αδελφώματα από άτομα των αυτοφυών ειδών *D. ischaemum* και *C. gryllus* μεταφέρθηκαν από το πειραματικό κέντρο της Χρυσοπηγής του Ιδρύματος Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης στο πειραματικό χώρο του Εργαστηρίου Δασικών Βοσκοτόπων του Α.Π.Θ. κάτω από φυσικές συνθήκες ανάπτυξης όπου το έλλειμμα υδρατμών της ατμόσφαιρας (VPD) κατά τη διάρκεια του πειράματος κυμάνθηκε από 3 έως 15 mbar. Τα αδελφώματα των ειδών χωρίστηκαν σε τμήματα που αποτελούνταν από τρεις βλαστούς με το αντίστοιχο ριζικό σύστημα και φυτεύτηκαν σε ειδικά κιβώτια με τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες μέχρι την πλήρη εγκατάστασή τους.

Η σταθερή ολική πυκνότητα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 286 άτομα/m² και οι αναλογίες ατόμων των ειδών 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100, με τρεις επαναλήψεις για κάθε αναλογία. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου μετρήθηκε σε κάθε είδος φυτού και σε όλες τις αναλογίες το ύψος φυτού, ενώ στο τέλος της βλαστικής περιόδου μετρήθηκε η υπέργεια και υπόγεια βιομάζα από την οποία υπολογίστηκε ο συντελεστής συνολικής σχετικής παραγωγής.

Σε κάθε επανάληψη και για κάθε αναλογία, περίπου κάθε 14 ημέρες, μετρήθηκαν το ύψος σε τέσσερα φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από το κάθε είδος και υπολογίστηκε το μέσο ύψος. Η παραγωγή της υπέργειας βιομάζας προσδιορίστηκε στο τέλος της βλαστικής περιόδου με κοπή του υπέργειου τμήματος των φυτών, ξήρανση σε πυριαντήριο στους 65 °C και ζύγιση μέχρι σταθερού βάρους. Παράλληλα με την κοπή του υπέργειου τμήματος των φυτών έγινε και αποχωρισμός της ρίζας από το χώμα χωρίς να διαταραχθεί η φυσική τους διάταξη για ποσοτικό προσδιορισμό μετά από ξήρανση των ριζών στο πυριαντήριο στους 65 °C και ζύγιση μέχρι σταθερού βάρους.

Από τα στοιχεία αυτά υπολογίστηκαν η σχετική παραγωγή των ειδών *D. ischaemum* και *C. gryllus*, καθώς και ο συντελεστής σχετικής συνολικής παραγωγής (RYT) με βάση τον παρακάτω τύπο (Harper 1977, Silvertown and Charleswoorth 2001):

$$RYT = RY_D + RY_C = (x_D/y_D) + (x_C/y_C)$$

Όπου: RY_D και RY_C η σχετική παραγωγή, x_D και x_C η μέση παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους και y_D, y_C η μέση παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας σε μονοκαλλιέργεια των ειδών *D. ischaemum* και *C. gryllus* αντίστοιχα.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Ύψος φυτού

Το μέσο ύψος φυτού (Πίνακας 1) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ($P \leq 0,05$) στο *D. ischaemum* σε σχέση με το *C. gryllus* σε όλη τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από την ικανότητα του *D. ischaemum* να εμφανίζει υψηλή φαινοτυπική πλαστικότητα στις μεσογειακές ξηροθερμικές συνθήκες (Νοιτσάκης 1984, Noitsakis and Berger 1984). Στο στάδιο ωρίμανσης (7/7) παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές και στα δύο είδη και οι μικρότερες στο αρχικό φαινολογικό στάδιο (26/5). Αυτό το φαινόμενο είναι κατά τεκμήριο αναμενόμενο εφόσον δεν υπάρχει εξωτερική μείωση της παραγωγικής παρέμβασης.

Πίνακας 1. Εποχιακή μεταβολή του μέσου ύψους (cm) των ειδών *Dichanthium ischaemum* και *Chrysorogon gryllus* υπό αλληλοπαρεμβατική σχέση.

Ημερομηνία	Μέσο ύψος (cm)	
	<i>D. ischaemum</i>	<i>C. gryllus</i>
26/5	11,21 ^{α*}	8,56 ^α
9/6	16,51 ^α	8,76 ^β
23/6	28,30 ^α	12,43 ^β
7/7	58,17 ^α	18,55 ^β

*Οι μέσοι όροι στην ίδια γραμμή που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά (t-test, $P \leq 0,05$).

Το μεγαλύτερο ύψος παρατηρήθηκε στην αναλογία 75:25 και 25:75 για το *D. ischaemum* και το *C. gryllus* αντίστοιχα (Πίνακας 2) μεταξύ των αναλογιών που δοκιμάστηκαν.

Πίνακας 2. Επίδραση των αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων των ειδών *Dichanthium ischaemum* και *Chrysorogon gryllus* στο ύψος (cm) φυτού.

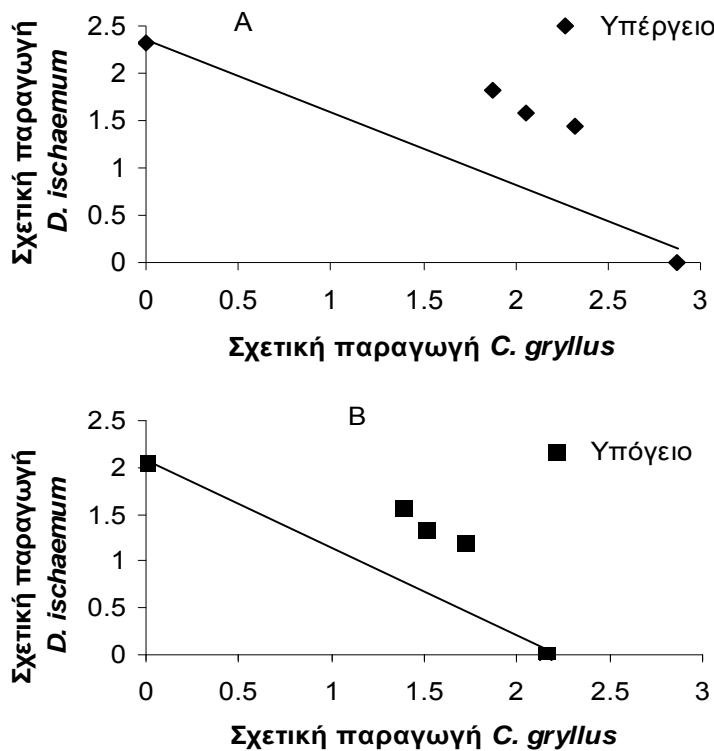
Πυκνότητα	Ύψος (cm)	
	<i>D. ischaemum</i>	<i>C. gryllus</i>
100:0	27,82	-
75:25	29,04	10,12
50:50	28,32	9,62
25:75	21,11	15,96
0:100	-	13,48

Είναι φανερό το ύψος του *D. ischaemum* αρχίζει να επηρεάζεται αρνητικά από την παρουσία του *C. gryllus* στις αναλογίες 50:50, 25:75 και 0:100. Τα ευρήματα αυτά αντιφάσκουν προς το νόμο του $-3/2$ του Silvertown (1982). Η αντίφαση θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι αλληλοπαρεμβατικές σχέσεις μεταξύ των δύο ειδών αναφέρονται μάλλον στην αλληλοπάθεια που ασκεί το ένα είδος στο άλλο παρά στους μαθηματικούς νόμους που ισχύουν για τις πληθυσμιακές δομές του φυτοκαλύμματος των ειδών (Odum 1971, Mohler et al. 1978, Westoby and Howell 1986). Προφανώς, η υποτιθέμενη αλληλοπαθιακή σχέση χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.

Συντελεστής συνολικής σχετικής παραγωγής

Δεχόμενη την άποψη ότι ο συντελεστής συνολικής σχετικής παραγωγής (RYT) περιγράφει ενεργέστερα την αλληλοπαρεμβολή κάθε είδους στον ίδιο βιοτικό πόρο προς επιβίωση και

μπορεί να αναδεικνύει αλληλοπαρεμβατικές σχέσεις ανταγωνισμού ή συμβίωσης (Harper 1977, Silvertown and Charleswoorth 2001, Williams and McCarthy 2001) τότε είναι προφανές ότι τόσο στο υπέργειο όσο και στο υπόγειο τμήμα το μοντέλο που ακολουθεί ο συντελεστής σχετικής συνολικής παραγωγής είναι $RYT > 1$ αφού όλα τα σημεία της εικόνας 1 βρίσκονται επάνω από την ισοαναλογική γραμμή η οποία καθορίζεται από τα σημεία RY_D και RY_C όπου $RY_D = RY_C$. Αυτό σημαίνει ότι τόσο στο υπέργειο όσο και στο υπόγειο τμήμα τα δύο είδη εμφανίζουν διαφορετικές απαιτήσεις από τους ίδιους βιοτικούς πόρους παρά την αλληλοπαρεμβολή τους σε αυτούς. Κατ' αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται ο ανταγωνισμός και εκφράζεται κατά κάποιο τρόπο συμβιωτική αλληλοπαρεμβατική σχέση τουλάχιστον στην περίπτωση της συνολικής παραγωγής (Harper 1977, Silvertown and Charleswoorth 2001).



Εικόνα 1. Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων μιας πειραματικής σειράς αντικατάστασης όπως εκφράζεται με το συντελεστή συνολικής σχετικής παραγωγής (RYT) στο υπέργειο (A) υπόγειο (B) τμήμα του *D. ischaemum* και του *C. gryllus*.

Αυτή η εμφανής τουλάχιστον έλλειψη ανταγωνισμού εξηγεί τη συνύπαρξη των δύο ειδών στα φυσικά λιβάδια της χαμηλής μεσογειακής ζώνης. Η τυχόν και ενδεχόμενη μεταβολή της αναλογίας των δύο ειδών στις φυτοκοινότητες δε θα μπορούσε να αποδοθεί σε ανταγωνιστική αλληλοπαρεμβατική σχέση, που απορρέει από περιορισμένους για το *D. ischaemum* βιοτικούς πόρους επιβίωσης, αλλά μάλλον σε κλιματικές συνθήκες εκφραζόμενες με το έλλειμμα υδρατμών στην ατμόσφαιρα (VPD). Παραμένει εξαιρετικού ενδιαφέροντος να συνεχιστεί η διερεύνηση σε μελλοντικά πειράματα αντικατάστασης με σταθερές πυκνότητες >286 ατόμων / m^2 για να καθοριστεί το σημείο αντιστάθμισης μεταξύ αλληλοπαρεμβατικής σχέσεως ειδών και αλληλοεπιδραστικής σχέσεως ειδών και κλίματος.

Βιβλιογραφία

- de Wit, C.T. 1960. On Competition, Versl. Landbouwk. Onderz. 66:1-82.
- Ellison, L. 1960. Influence of grazing on plant succession of rangelands. Bot. Rev., 26:1-76.
- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press, London, New York, San Francisco. pp. 255-267.
- Mohler, C.L., P.L. Marks and D.G. Sprugel. 1978. Stand structure and allometry of trees during self-thinning of pure stands. J. of Ecology, 66:599-614.
- Νοιτσάκης, Β. 1984. Οικοφυσιολογική συμπεριφορά των C₃ και C₄ λιβαδικών ειδών κάτω από stress ξηρασίας. Διατριβή για Υψηγεία. Τομέας Λιβαδοπονίας και Θηραμάτων, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, σελ. 81.
- Noitsakis, B. 1988. Dynamique de croissance en relation avec le potential hydrique foliaire chez deux fourragères. Agronomie, 8(2): 115-120.
- Noitsakis, B. and A. Berger. 1984. Relations hydriques chez *Dactylis glomerata* et *Dichanthium ischaemum* cultivés sous deux régimes hydriques contrastes. Oecol. Plant. 5:75-88.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd ed., W.B. Saunders and Co., Philadelphia.
- Papanastasis, V.P. 1998. Growth characteristics and distribution pattern of C₄ grasses *Dichanthium ischaemum* and *Chrysopogon gryllus* in N. Greece, p. 121-124. In:Progress in Botanical Research (I. Tsekos and M. Moustakas, eds). Proceedings of 1st Balkan Botanical Congress, Thessaloniki. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Silvertown, J.W. 1982. Introduction to Plant Population Ecology. Longman group limited. England.
- Silvertown, J. and D. Charlesworth. 2001. Introduction to Plant Population. Blackwell Science, Forth Edition, pp. 347.
- Williams, A.C. and B.C. McCarthy. 2001. A new index of interspecific competition for replacement and additive designs. Ecological Research, 16:29-40.
- Westoby, M. and J. Howell. 1986. Influence of population structure on self-thinning of plant populations. J. of Ecology, 74: 343-359.

An approach of interference between *Dichanthium ischaemum* (L.) Roberty and *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin. by replacement series experiment

M. Karatassiou

Laboratory of Range Science (236), School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki,
e-mail: karatass@for.auth.gr

Summary

The warm season perennial grass species *Dichanthium ischaemum* (L.) Roberty and *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin. dominate in the low and middle elevation grasslands in northern Greece. Intraspecific competition and the tolerance to the influence of grazing determine their relative abundance. The experiment was designed to study the interference between *D. ischaemum* and *C. gryllus*. It was conducted following the “replacement – series” (de Wit model) experimental design that is based on a constant total density (286 individuals/m²) and different relative proportion 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100. Measurements of the plant height were taken during the growing season. Plant biomass (over- and underground) was measured at the end of the growing season. The index of the Relative Total Yield (RYT) was estimated. Plant height was higher at the proportion 75:25 and 25:75 for *D. ischaemum* and *C. gryllus* respectively. The estimated RYT in the above densities was >1 indicating lack of competition and a relationship of symbiotic interference between the species.

Key words: Monoculture, mixture, competition, relative total yield.