

Επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στη παραγωγή και ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης του πουρναριού (*Quercus coccifera* L.)

Ζ. Κούκουρα

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
540 06 Θεσσαλονίκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Χρυσοπηγής Σερρών σε φυτά πουρναριού που βρίσκονταν στον υπόροφο δάσους τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*) και σε φυτά παρακείμενου πρινώνα που δεχόταν πλήρη ηλιακή ακτινοβολία. Μετρήθηκαν: Τα αυξητικά χαρακτηριστικά του πουρναριού, η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης του σε ολικές πρωτεΐνες, συνολικούς μη δομικούς υδατάνθρακες, ταννίνες καθώς και η πεπτικότητα και γευστικότητα της. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φυτά του πουρναριού του υπορόφου είχαν μεγαλύτερο μέσο μήκος βλαστού, μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια αλλά μικρότερο μέσο βάρος φύλλου σε σύγκριση με εκείνα του παρακείμενου πρινώνα. Η μέση ολική παραγωγή των φυτών του υπορόφου ήταν 1576 χιλ/ha ενώ του πρινώνα 3018 χιλ/ha. Η βοσκήσιμη ύλη του πουρναριού του υπορόφου περιείχε μεγαλύτερη ποσότητα ολικών πρωτεϊνών, λιγνίνης, ταννινών και μικρότερη ποσότητα συνολικών μη δομικών υδατανθράκων από εκείνη του παρακείμενου πρινώνα. Η πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης του πουρναριού βρέθηκε να σχετίζεται αρνητικά με την περιεκτικότητά της σε ταννίνες και ήταν υψηλότερη στα φυτά του πρινώνα. Η γευστικότητα της βοσκήσιμης ύλης βρέθηκε να επηρεάζεται από την περιεκτικότητά της σε ταννίνες. Γενικά το πουρνάρι είναι ένα είδος με ισχυρή φαινοτυπική πλαστικότητα ικανό να προσαρμόζεται σε διαφορετικές εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας.

Λέξεις κλειδιά: *Quercus coccifera*, ηλιακή ακτινοβολία, παραγωγή, θρεπτική αξία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αντίδραση των φυτών σε διάφορες εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας είναι ένα χαρακτηριστικό που προσδιορίζει την κατανομή και αφθονία διαφόρων ειδών και οικοτύπων (Larcher, 1980). Επίσης, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας επηρεάζει τη μορφογένεση και παραγωγικότητα των φυτών. Οι Downs και Helimers (1975) αναφέρουν ότι η ανάπτυξη των φυτών και η παραγωγή ξηρής βιομάζας, σχετίζονται με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη διάρκειά της.

Σκιασμένα φυτά που συγκρίθηκαν με εκείνα που αναπτύχθηκαν σε πλήρη ηλιακή ακτινοβολία, συχνά έχουν ένα χαμηλότερο λόγο ξηρού βάρους φύλλου/φυλλική επιφάνεια και ένα μέσο επίπεδο παραγωγής ξηρής βιομάζας (Boardman, 1977). Για παράδειγμα σκιασμένα αρτίφυτρα (*Betula alleghaniensis*) αυξήθηκαν περισσότερο σε ύψος και φυλλική επιφάνεια, ενώ εκείνα που αναπτύχθηκαν στον ήλιο παρήγαγαν περισσότερο ξηρό βάρος (Gordon, 1969). Από την άλλη πλευρά, η φυλλική επιφάνεια είναι σπουδαία παράμετρος για το ότι προσδιορίζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που δεσμεύεται και η οποία επηρεάζει την αύξηση του φυτού και την τελική παραγωγή του (Watson, 1956; Sinclair, 1984). Οι Duncan και Hesketh (1968) και Kaplan και Koller (1977) επίσης βρήκαν ότι η φυλλική επιφάνεια έχει μία περισσότερο σημαντική επίδραση επάνω στην παραγωγή ξηρής ύλης (βιομάζας) παρά επάνω στους ρυθμούς ανταλλαγής του CO₂.

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης στον υπόροφο των δασών και η θρεπτική της αξία έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές αλλά τα αποτελέσματά τους ποικίλλουν ευρέως. Οι Murphy και Berry (1973) βρήκαν ότι σε δάση *Quercus douglasii* η ποσότητα και ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης του υπορόφου ήταν μειωμένη. Αντίθετα ο Holland (1979) βρήκε ότι η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης και η θρεπτική της αξία στον υπόροφο δάσους *Quercus douglasii* ήταν σημαντικά υψηλότερη από εκείνη σε παρακείμενο ποολιβανο (Holland και Morton, 1979). Οι Mayland και Grunes (1974) αναφέρουν ότι η σκίαση ελάττωσε το περιεχόμενο των φυτών σε μη δομικούς υδατάνθρακες στα είδη των αγρωστωδών. Ο Burns και άλλοι (1972) βρήκαν ότι υψηλή περιεκτικότητα ταννινών στη βοσκήσιμη ύλη μειώνει την πεπτικότητα και γευστικότητά της.

Το πουνράρι (*Quercus coccifera* L.) είναι ένα σκληρόφυλλο αείφυλλο είδος που αναπτύσσεται με τη μορφή θάμνου στην περιοχή της Μεσογείου, όπου καλύπτει 1,8 εκ. εκτάρια (Le Houerou, 1973). Στην Ελλάδα ο θάμνος αυτός αναπτύσσεται σε θαμνολίβαδα κυρίως σε μίξεις με άλλα σκληρόφυλλα είδη και στον υπόροφο δασών τραχείας χαλεπίου πεύκης (*Pinus brutia* Ten.) και (*Pinus halepensis* Mill.).

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να ερευνήσει την επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στη μορφογένεση, παραγωγικότητα και θρεπτική αξία του πουνραριού (*Quercus coccifera* L.) που αναπτύσσεται στον υπόροφο δάσους τραχείας πεύκης και σε παρακείμενο θαμνολίβαδο (πρινάνα).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Εννέα θάμνοι πουνραριού ίδιας ηλικίας και μορφολογικής εμφάνισης επιλέχθηκαν σε δύο περιβάλλοντα. Στον υπόροφο δάσους *Pinus brutia* (σκιασμένα φυτά) και σε παρακείμενο θαμνολίβαδο πουνραριού (μη σκιασμένα φυτά). Οι σκιασμένοι θάμνοι ήταν εκτεθειμένοι σε διαφορετικές εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την απορρόφησή της από την κόμη των δένδρων ενώ οι μη σκιασμένοι θάμνοι ήταν εκτεθειμένοι σε πλήρη ηλιακή ακτινοβολία.

Η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία που έφθανε στην κόμη των θάμνων σε καθένα από τα σημεία του ορίζοντα μετρήθηκε για όλη την αυξητική περίοδο. Τρεις μετρήσεις παίρνονταν με φωτοκύτταρο σεληνίου ημέρες με πλήρη ηλιοφάνεια, όταν ο ήλιος ήταν στο zenith 3 ώρες πριν και 3 ώρες μετά. Η αύξηση των θάμνων και η παραγωγή τους μετρήθηκε τοποθετώντας ένα πλαίσιο 35x35 cm επάνω σε καθμία από τις 4 πλευρές κάθε θάμνου. Σε κάθε πλαίσιο κόβονταν όλοι οι νέοι βλαστοί που περιλαμβάνονταν μέσα σ' αυτό. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της έντονης αύξησης και αργά το καλοκαίρι όταν οι βλαστοί είχαν σκληρυνθεί (στάδιο ωρίμανσης).

Οι αυξητικές παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν το συνολικό μήκος του ετήσιου βλαστού (L), η φυλλική επιφάνεια (LA), το ειδικό βάρος του φύλλου (μονάδα ξηρού βάρους φύλλου ανά μονάδα φυλλικής επιφανείας SLW), ο ρυθμός αύξησης του ετήσιου βλαστού (RGR). Η σχέση μεταξύ έντασης ηλιακής ακτινοβολίας και των αυξητικών παραμέτρων L, LA, SLW, RGR εξετάστηκε. Η συνολική παραγωγή ξηρής ουσίας προσδιορίστηκε στο τέλος της αυξητικής περιόδου. Για τον προσδιορισμό της θρεπτικής αξίας της βοσκήσιμης ύλης του πουνραριού μετρήθηκαν: Η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες με τη μέθοδο της μικρο-Kjeldahl (AOAC 1960), τα κυτταρικά περιεχόμενα, η περιεκτικότητα σε λιγνίνη με τη μέθοδο Van Soest (1963), η in vitro πεπτικότητα (Tilley και Terry 1963), οι συνολικοί μη δομικοί υδατάνθρακες με τη μέθοδο Shaffer-Somagi A, O, A, C (1975), οι ταννίνες σαν συνολικά φαινολογικά (Burns, 1963), και οι συμπυκνωμένες ταννίνες (Bate-Smith, 1973, 1974). Τα στοιχεία επεξεργάστηκαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι μέσοι όροι των σκιασμένων και μη σκιασμένων θάμνων συγκρίθηκαν με το t-κριτήριο (Steel and Torrie, 1980) για επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τον Πίνακα 1 γίνεται φανερό ότι η φυλλική επιφάνεια (LA), το συνολικό μήκος του ετήσιου βλαστού (L) και το βάρος του φύλλου (W) διέφεραν σημαντικά μεταξύ των σκιασμένων και μη σκιασμένων θάμνων του πουνραριού τόσο στο στάδιο της έντονης αύξησης όσο και σ' εκείνο της ωρίμανσης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με εκείνα των Packhan και Willis (1977) και Larcher (1980). Ο Kozłowski (1971) αναφέρει ότι η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας επάνω στην αύξηση του κυττάρου και γενικά στο

Πίνακας 1. Μέσοι όροι αυξητικών παραμέτρων του πουρναριού (*Q. coccifera* L.) σε δύο αυξητικά στάδια σε Σκιασμένα και μη Σκιασμένα φυτά.

Αυξητικές παράμετροι	Φυλλική επιφάνεια (LA) (dm ² /quadrat)		Μήκος βλαστών (cm)		Ξηρό βάρος φύλλων (g)	
	Στάδιο έντονης αύξησης	Στάδιο ωρίμανσης	Στάδιο έντονης αύξησης	Στάδιο ωρίμανσης	Στάδιο έντονης αύξησης	Στάδιο ωρίμανσης
Μη Σκιασμένα	0,887* ^a	1,64 ^a	1, 76 ^a	4,30 ^a	0,027 ^a	0,034 ^a
Σκιασμένα φυτά	0,970 ^b	2,12 ^b	3,13 ^b	6,09 ^b	0,022 ^b	0,026 ^b

μεταβολισμού του είχε μια άμεση αρνητική επίδραση επάνω στην αύξηση των φύλλων και το μέγεθος του βλαστού. Στις Εικόνες 1 και 2 δίνεται η συμμεταβολή του συνολικού μήκους του ετήσιου βλαστού σε συνάρτηση με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας των σκιασμένων και μη θάμνων στα δύο στάδια αύξησής τους. Η συμμεταβολή αυτή είναι παραβολική και στους δύο χειρισμούς. Αυτό σημαίνει ότι η μεταβολή του L δεν ανταποκρίνεται άμεσα στην αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ειδικότερα παρατηρούμε μια οξεία ελάττωση του L με την αύξηση της έντασης της ακτινοβολίας και στους δύο χειρισμούς στο στάδιο της έντονης αύξησης. Στο στάδιο της ωρίμανσης η οξεία ελάττωση συνεχίζεται στα σκιασμένα φυτά ενώ στα μη σκιασμένα αυτή εμφανίζεται περισσότερο βαθμιαία. Αυτό οφείλεται στη φωτοαναστολή της αύξησης του L στα μη σκιασμένα φυτά (Lockhand, 1961 a,b/Shibaoka, 1961). Οι ίδιες τάσεις παρατηρήθηκαν και στη συμμεταβολή της αύξησης της LA σε συνάρτηση με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (Εικ. 3). Η συμμεταβολή του ειδικού βάρους του φύλλου (SLW) σε συνάρτηση με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και στα δύο στάδια αύξησης του πουρναριού δίνεται στις Εικόνες 4 και 5, όπου εύκολα μπορεί να διαπιστωθεί ότι η συμμεταβολή της παραμέτρου αυτής είναι περίπου ίδια και στους δύο χειρισμούς. Αυτό όμως δεν εξηγεί τις σημαντικά υψηλότερες τιμές στην παραγωγή συνολικής ξηρής βιομάζας στους μη σκιασμένους θάμνους στο τέλος της αυξητικής περιόδου (Πίνακας 2) σε σύγκριση με τους σκιασμένους.

Πίνακας 2. Συνολική παραγωγή του πουρναριού σε Σκιασμένα και μη Σκιασμένα φυτά (kg/ha).

Χειρισμοί	Μη Σκιασμένα φυτά	Σκιασμένα φυτά
Σύνολο	3018,7* ^a	1576,6 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά

Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από τις αλλαγές στο ρυθμό αύξησης του βλαστού (RGR) και το συντελεστή παραγωγής ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας (ULR) σε σχέση με την ακτινοβολία. Στην Εικόνα 6 παρατηρούμε ότι ο ρυθμός αύξησης του βλαστού έμεινε ανεπηρέαστος από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως οι διαφορές στην παραγωγή θα πρέπει να μελετηθούν σε επίπεδο φωτοσύνθεσης. Σύμφωνα με τον Evans (1972) η ULR εκφράζει τη φωτοσυνθετική ισορροπία των φυτών.

$$U.L.R. = \frac{\text{Φωτ.} + \text{Μετ.} + \text{Προσ. Θρεπτ.} - \text{Αναπν.}}{\text{Φ.Ε.}}$$

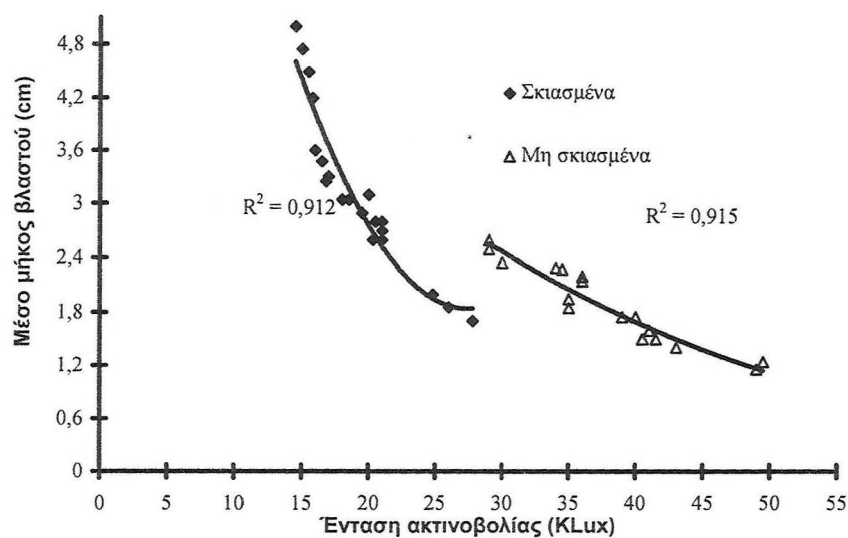
Φωτ. = φωτοσυνθετικές διεργασίες του φυτού

Μετ. = Μεταβολικές διεργασίες του φυτού

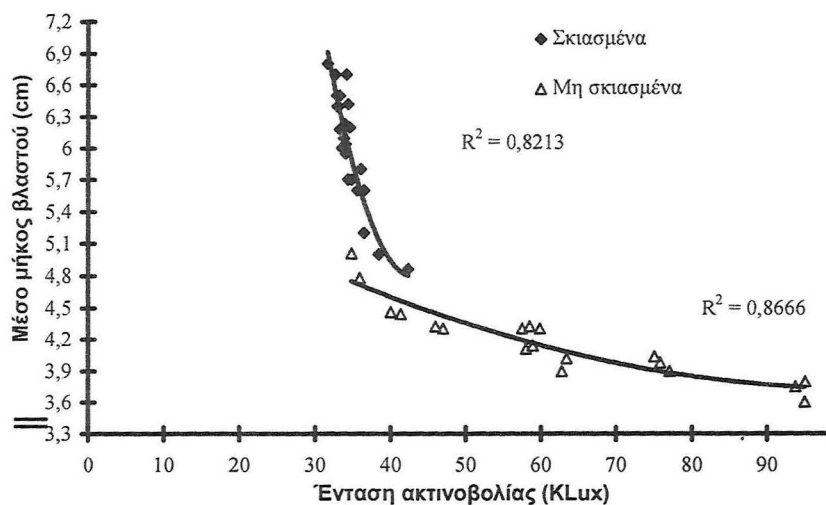
Προσ. Θρεπτ. = Διεργασίες προσρόφησης ιόντων από το έδαφος

Αναπν. = Απώλειες ενέργειας από τις διεργασίες της αναπνοής του φυτού.

Φ.Ε. = Μονάδα φυλλικής επιφάνειας.



Εικόνα 1 Σχέση μεταξύ του μέσου μήκους βλαστού (cm) του πουρναριού (*Q. coccifera*) που αναπτύχθηκε σε σκιαζόμενα και μη σκιαζόμενα περιβάλλοντα και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (KLux). Οι μετρήσεις πάρθηκαν στο στάδιο της έντονης αύξησης.



Εικόνα 2 Σχέση μεταξύ του μέσου μήκους βλαστού (cm) του πουρναριού (*Q. coccifera*) που αναπτύχθηκε σε σκιαζόμενα και μη σκιαζόμενα περιβάλλοντα και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (KLux). Οι μετρήσεις πάρθηκαν στο στάδιο της ωρίμανσης.

Σύμφωνα με τον τύπο αυτό μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι χαμηλές τιμές της ULR οφείλονται σ' ένα υψηλότερο κόστος αναπνοής ανά μονάδα επιφανείας των φυτών. Στην Εικόνα 6

παρατηρούμε ότι οι χαμηλότερες τιμές ULR παρατηρήθηκαν στις χαμηλότερες εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό σημαίνει ότι τα σκιασμένα φυτά πρέπει να καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από τα μη σκιασμένα. Το συμπέρασμα αυτό υποστηρίζεται και από το χαμηλότερο περιεχόμενο σε συνολικούς μη δομικούς υδατάνθρακες (TNC) που βρέθηκε στα σκιασμένα φυτά (Πίνακας 3).

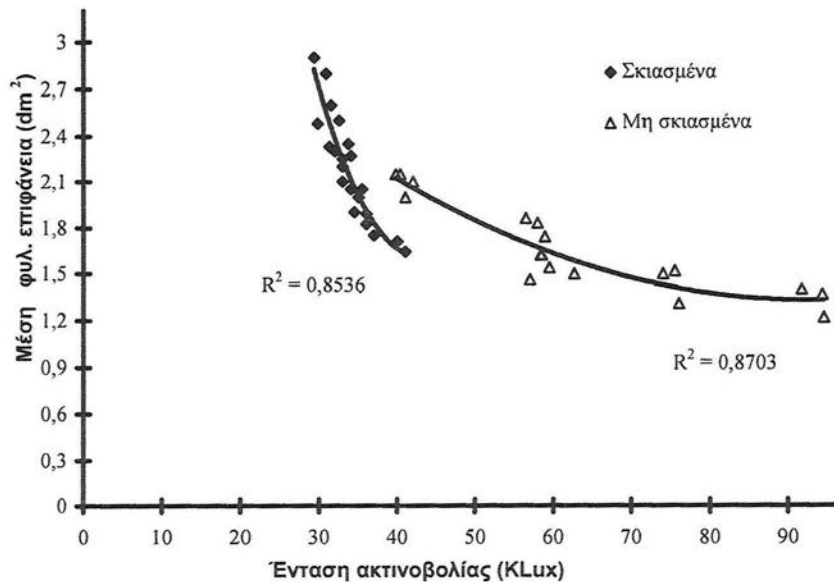
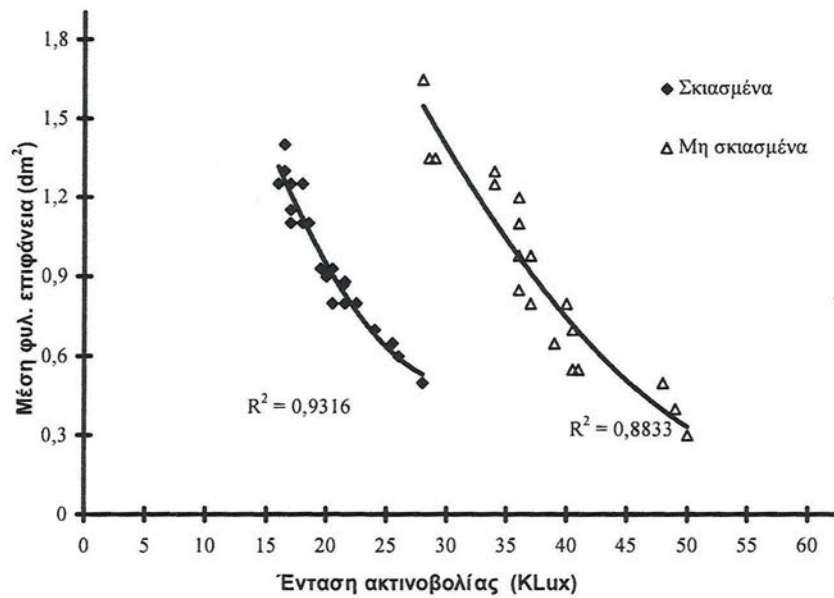
Πίνακας 3. Σύνοψη του πουρναριού σε δύο φαινολογικά στάδια σε μη σκιασμένα (M) και σκιασμένα (Σ) φυτά

Παράμετροι	1ο Στάδιο		2ο Στάδιο	
	M	Σ	M	Σ
Ολικές πρωτεΐνες (%)	11,6 _a ¹	14,5 _b	6,70 _a	7,42 _a
Συνολικοί μη δομικοί υδατάνθρακες (%)	14,0 _a	12,1 _b	12,1 _a	10,99 _b
Κυτταρικά περιεχόμενα (%)	74,0 _a	56,1 _b	43,3 _a	40,1 _b
Συνολικές ταννίνες (%)	17,2 _a	21,3 _b	13,7 _a	11,7 _a
Συμπυκνωμένες ταννίνες (%)	0,024 _a	0,031 _b	0,031 _a	0,026 _a
Λιγνίνη (%)	6,30 _a	10,6 _b	17,1 _a	20,6 _b
Πεπτικότητα ξηράς ουσίας in vitro (%)	52,2 _a	46,5 _b	32,9 _a	28,3 _b
Λιαλυτή πρωτεΐνη (%)	9,42 _a	7,91 _b	5,96 _a	5,12 _a
Συνολική παραγωγή (kg/ha)	-	-	3018,7 _a	1576,61 _b

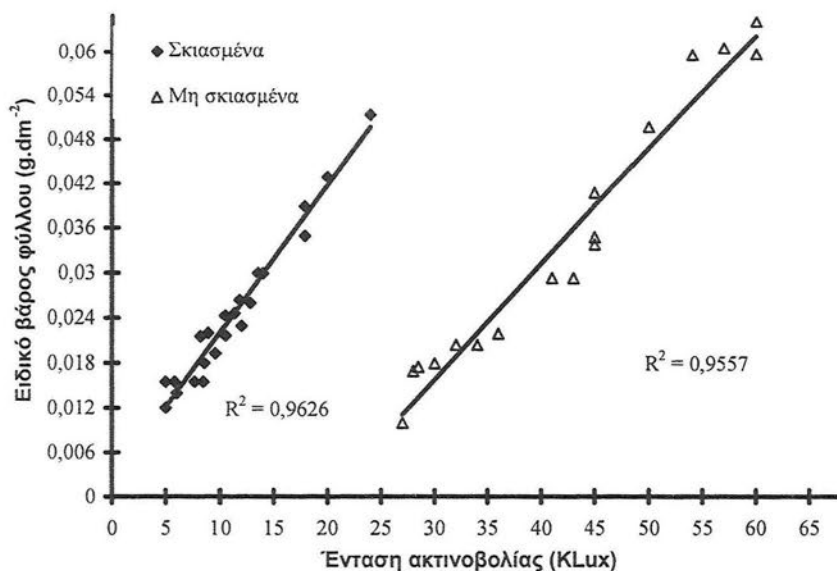
¹ Σημαίνει ότι στην ίδια γραμμή και στο ίδιο φαινολογικό στάδιο που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν έχουν σημαντικές διαφορές.

Ο Blair (1981) αναφέρει ότι TNC είναι η πρωταρχική πηγή ενέργειας διαθέσιμη στα φυτά για να διατηρήσουν την ευρωστία, για να επιζήσουν και να παράγουν νέους ιστούς. Γενικά μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η χαμηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας επηρέασε τη μορφογένεση του πουρναριού προκαλώντας σημαντικά υψηλότερη αύξηση του L και LA συγκρινόμενη με την υψηλή ένταση. Ακόμη περισσότερο η χαμηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στα φυτά που αυξάνονται στον υπόροφο δάσους *P. brutia* μείωσε την παραγωγή συνολικής ξηρής βιομάζας εξαιτίας των υψηλότερων αναπνευστικών απωλειών που έχουν τα φυτά του υποόρφου σε σύγκριση με εκείνα που αυξάνονται στο θαμνολίβαδο.

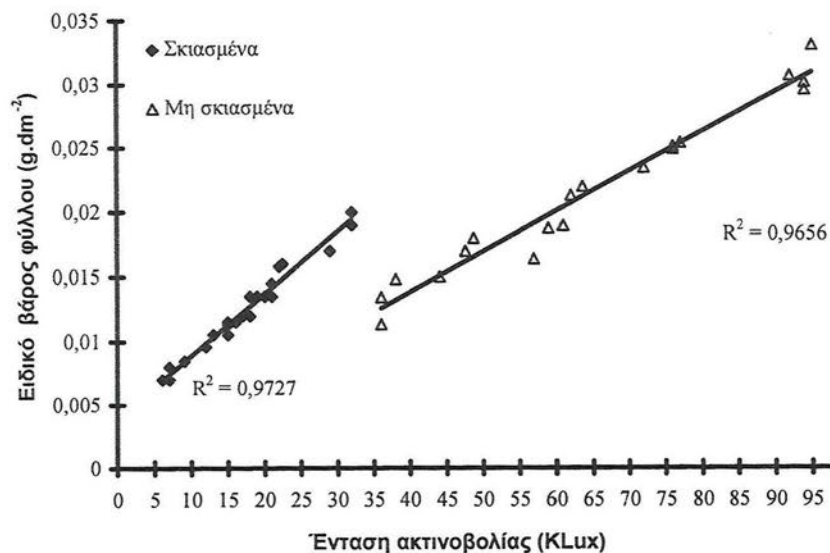
Στον Πίνακα 4 δίνεται η περιεκτικότητα σε χημικά συστατικά που καθορίζουν τη θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης του πουρναριού στα δύο στάδια της αύξησης και στους δύο χειρισμούς. Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι οι ολικές πρωτεΐνες και οι ολικές και συμπυκνωμένες ταννίνες ήταν σημαντικά υψηλότερες στα σκιασμένα φυτά σε σύγκριση με τα μη σκιασμένα στο στάδιο της έντονης αύξησης ενώ δε διέφεραν μεταξύ τους στο στάδιο της ωρίμανσης (Phares, 1971, Swain and Hillis, 1959). Η περιεκτικότητα σε συνολικούς μη δομικούς υδατάνθρακες, κυτταρικά περιεχόμενα και η in vitro πεπτικότητα ήταν σημαντικά υψηλότερη στους μη σκιασμένους θάμνους και στα δύο στάδια σε σύγκριση με τους σκιασμένους.



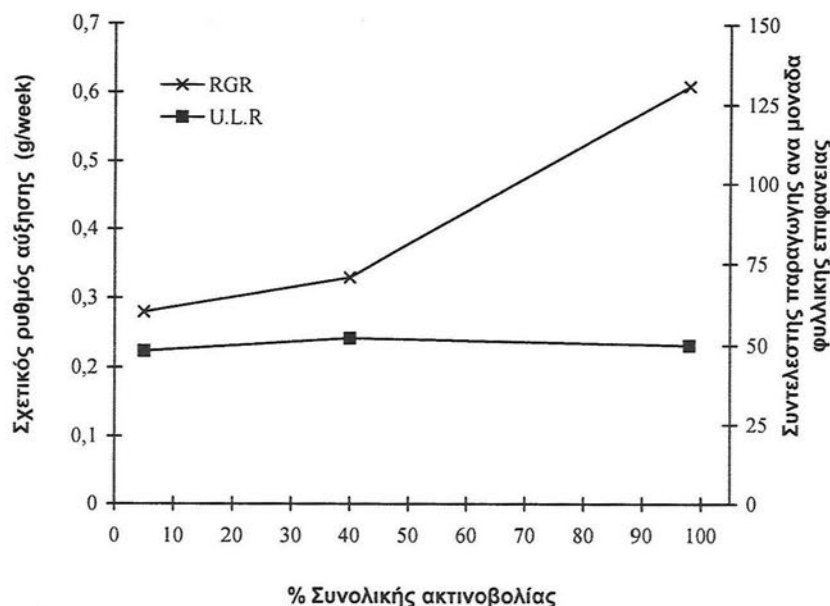
Εικόνα 3 Σχέση μεταξύ μέσης φυλλικής επιφάνειας (dm²) του πουρναριού (*Q. coccifera*) που αναπτύχθηκε σε σκιαζόμενα και μη σκιαζόμενα περιβάλλοντα και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (KLux). Οι μετρήσεις πάρθηκαν στο στάδιο της έντονης αύξησης (α) και της ωρίμανσης (β).



Εικόνα 4 Σχέση μεταξύ ειδικού βάρους φύλλου (gr.dm⁻²) του πουρνναριού (*Q. coccifera*) που αναπτύχθηκε σε σκιαζόμενα και μη σκιαζόμενα περιβάλλοντα και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (KLux). Οι μετρήσεις πάρθηκαν στο στάδιο της έντονης αύξησης.



Εικόνα 5 Σχέση μεταξύ ειδικού βάρους φύλλου (gr.dm⁻²) του πουρνναριού (*Q. coccifera*) που αναπτύχθηκε σε σκιαζόμενα και μη σκιαζόμενα περιβάλλοντα και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (KLux). Οι μετρήσεις πάρθηκαν στο στάδιο της ωρίμανσης.



Εικόνα 6 Σχέση μεταξύ σχετικού ρυθμού αύξησης (gr/week) και συντελεστή παραγωγής ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας του πουρναριού (*Q. coccifera*) που αναπτύχθηκε σε σκιαζόμενα και μη σκιαζόμενα περιβάλλοντα και της συνολικής έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (Klux).

Η περιεκτικότητα σε λιγνίνη ήταν σημαντικά υψηλότερη στους σκιασμένους θάμνους και στα δύο στάδια αύξησης. Αντίθετα οι διαλυτές πρωτεΐνες ήταν σημαντικά υψηλότερες στα μη σκιασμένα φυτά αλλά μόνο στο στάδιο της έντονης αύξησης. Είναι γνωστό ότι η περιεκτικότητα των φυτών σε λιγνίνη και ταννίνες σχετίζεται αρνητικά με την πεπτικότητα και γευστικότητα της βοσκήσιμης ύλης των φυτών (Nastis και Malechek, 1981, Bate-Smith, 1973). Τα αποτελέσματα αυτά μας οδηγούν στα εξής συμπεράσματα.

Πίνακας 4. Συνολικοί μη δομικοί υδατάνθρακες (TNC) του πουρναριού στα δύο στάδια αύξησης και στους δύο χειρισμούς

Χειρισμοί	Στάδιο έντονης αύξησης	Στάδιο ωρίμανσης
Μη σκιασμένα	140,6* _a	121,5 _a
Σκιασμένα	121,0 _b	109,9 _b

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στις αυξημένες αναπνευστικές απώλειες των σκιασμένων θάμνων οφείλεται η μικρότερη παραγωγή ξηρής βιομάζας τους σε σύγκριση με τους μη σκιασμένους.
2. Η βοσκήσιμη ύλη του πουρναριού που αναπτύσσεται σε θαμνολίβαδα είναι υψηλότερης θρεπτικής αξίας και γευστικότητας σε σύγκριση με εκείνη του υπορόφου στο στάδιο της έντονης αύξησης, ενώ δε διαφέρει στο στάδιο της ωρίμανσης.

3. Ο σχεδιασμός ενός συστήματος περιφοράς της βόσκησης μεταξύ πουρναριού που αναπτύσσεται σε θαμνολίβαδα και εκείνου σε δασικό υπόροφο θα αξιοποιήσει καλύτερα τη βοσκήσιμη ύλη του προς όφελος των ζώων.
4. Η δυνατότητα προσαρμογής του πουρναριού σε διάφορες εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης του δάσους με σκοπό την αύξηση της έντασης της ακτινοβολίας που φθάνει στον υπόροφο και επομένως την αύξηση της παραγόμενης βοσκήσιμης ύλης του.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A.O.A., C. 1975. Official Methods of Analysis (12th ed.) Association of official Analytical chemists. Washington D.C.
- Bate-Smith, E.C. 1973. Haemanalysis of Tannins: The concept of relative astrigency. *Phytochemistry* 12: 907-912.
- Blair, B.M. 1981. Growth and nonstructural carbohydrate content of southern browse species as influenced by light intensity. *J. Range Managem.*, 35: 756-760.
- Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Annual Review of Plant Physiology, 28: 355-377. Division of plant industry, CSIRO, Cambera City, A.C.T. 2601, Australia.
- Burns, R.E. 1963. Methods of tannin analysis for forage crop evaluation. Univ. of Ga. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. N.S. 32. 14p.
- Burns, J.C., R.D. , Mochrie and W.A., Cope. 1972. Response of dairy heifers to crownvetch, Serica lespedeza and alfalfa forages. *Agron. J.*, 64: 193-195.
- Downs, R.J., and H., Helimers. 1975. Environment and the experimental control of plant growth. Academic Press, 42-72.
- Duncan, W.G., and J.D., Hesketh. 1968. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates and leaf number of 22 races of maize grown at eight temperatures. *Crop Science*, 8: 670-674.
- Evans, G.C. 1972. The quantitative study of plant growth. Blackwell Scientific Publication Oxford, 358-498.
- Gordon, J.C. 1969. Effect of shade on photosynthesis and dry weight distribution in yellow birch (*Betula alleghaniensis Britton*) seedlings. *Ecology*, 50 (5): 924-927.
- Holland, V.L. 1979. Effect of blue oak on rangeland forage production in central California. In: Proceedings of the Symposium on the Ecology, Management, and Utilization of California
- Holland, V.L. and J. Morton. 1979. Effect of blue oak on nutritional quality of rangeland forage in central California. In: Proceedings of the Symposium on Ecology, Management and Utilization of California Oaks, June 26-28, at Claremont, CA, USA.
- Kaplan, S.L., and H.R. Kolloer. 1977. Leaf area and CO₂ exchange rate as determinante of vegetative growth in soybean plants. *Crop Science*, 17: 35-38.
- Larcher, W. 1980. Physiological plant ecology. Springer Verlag-Berlin, Heidelberg, N.Y. 11-18.

- Le Houerou, N.H. 1973. Fire and vegetation in the mediterranean basin. Proc. Tall Timber Fire Ecology Conference No. 13, Tallahassee, FL. 237-277.
- Lockhand, J.A. 1961a. Photoinhibition of stem elongation by full solar radiation. *Amer. J. Bot.*, 48: 387-392.
- Lockhand, J.A. 1961b. The hormonal mechanism of growth inhibition by visible radiation. P. 543-556. In "Plant Growth Regulation" (R.M. Klein, ed.) Univ. Iowa Press, Ames. Iowa.
- Mayland, H.F. and D.L. Grunes. 1974. Shade induced grass tetany prone chemical changes in *Agropyron desertorum* and *Elymus cinereus*. *J. Range Manage.*, 27: 198-201.
- Murphy, A.H. and L.J. Berry. 1973. Range pasture benefits through tree removal. *Calif. Agric.*, 27: 8-10.
- Nastis, A.S. and J.C. Malechek. 1981. Digestion and Utilization of nutrients in oak browse by goats. *J. Anim. Sci.* 53: 283-290.
- Phares, R.E. 1971. Growth of red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings in relation to light and nutrient. *Ecology*, 52: 669-672.
- Shibaoka, H. 1961. Studies on the mechanism of growth inhibiting effect of light. *Plant Cell Physiology*, 2: 175-178.
- Sinclair, T.R. 1984. Leaf area development in field-grown soybeans, *Agronomy Journal*, 76: 141-146.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics, McGraw-Hill, N.Y. 67-87.
- Swain, T. and W.E. Hillis. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* 10: 63-68
- Tilley, J. M.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18: 104-111.
- Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II A rapid method of the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Official Agr. Chem.* 48: 829-835.
- Watson, D.J. 1956. Leaf growth in relation to crop yield 178-191. In F.L. Milthorpe (ed). The growth of leaves. Butterworths, London.

Influence of light intensity of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) dry matter production and forage quality

Z. Koukoura

Laboratory of Range Science (236), Aristotle University of Thessaloniki

SUMMARY

This research has been conducted in Chrysopigi, Serres. The purpose of this research was to study the influence of light intensity on kermes oak (*Quercus coccifera* L.) dry matter production and forage quality. A number of shrubs, were selected under a dense *Pinus brutia* stand and an equal number in an open area without any shading. Measurements of current year's growth (L), leaf area (LA) and leaf weight (W) and dry matter production were obtained during the stages of flash growth and maturity. Also specific leaf weight (SLW), relative growth rate (RGR) and the unit leaf ration (ULR) were estimated. Shaded plants had higher growth, LA (8,5% and 27%) and L (44% and 29%) respectively at the flash growth stage and at the maturity one, but lower dry matter production as compared with the open grown plants. The SLW and RGR had the same growth rate in the sun and shade -grown plant while the ULR was found to have lower values under low light intensities. This is an indication that the lower dry matter production in the shaded plants as compared to the sun plants was probably due to the higher respiration loss of the former than of the latter plants. Crude protein content was higher in the shaded than in the sun plants during the growing season, while the concentration of total non-structural carbohydrates, cell contents and soluble protein were higher in the sun plants than in the shaded plants. Tannins and lignins content were higher in shaded than in sun plants. Similarly, dry matter digestibility was higher in sun plants but declined more drastically in the shaded plants during the growing season. The dry matter production was 3018 kg/ha for sun plants and 1576 kg/ha for shaded ones.

Key-words: *Quercus coccifera*, solar radiation, production, nutritive value.