

# Ο ρόλος των δευτερογενών φυτοτοξικών ουσιών στη διατροφική συμπεριφορά της άγριας πανίδας και στη διαμόρφωση διαχειριστικών επεμβάσεων

Δρ Θωμάς Γ. Παπαχρήστου, Τακτικός Ερευνητής ΕΘΙΑΓΕ

Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών

**Τα άγρια φυτοφάγα ζώα** βόσκουν ελεύθερα στους διάφορους βοσκήσιμους πόρους (π.χ. λιβάδια, δάση), στους οποίους φύονται πολυάριθμα φυτά που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα μορφολογικά και χημικά συστατικά. Τα ζώα επιλέγουν τη δίαιτά τους από αυτή την ποικιλία των φυτών κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η καταναλισκόμενη βοσκήσιμη ύλη να εξασφαλίζει τα απαιτούμενα θρεπτικά συστατικά για επιβίωση, ανάπτυξη και παραγωγή. Το ποια φυτά θα αποτελέσουν την κύρια τροφή των ζώων στο ευρύτερο περιβάλλον βόσκησης τους είναι αποτέλεσμα αφενός αυτών καθ'αυτών των διαθέσιμων φυτών, αφετέρου και των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των διαφόρων ειδών ζώων. Στο άρθρο αυτό εκκλαίκεύονται ορισμένες επιστημονικές έννοιες που αφορούν στις αλληλεπιδράσεις φυτών - ζώων και συζητιούνται οι επιπτώσεις που έχουν στη διαχείριση των άγριων ζώων και των βιοτόπων τους.



Η γνώνση των αλληλεπιδράσεων φυτών - ζώων είναι βασική αρχή για την επίτευξη αιεφορικής διαχείρισης των φυσικών πόρων.

δεδειγμένα τοξικά συμπτώματα, γι' αυτό μερικές φορές αναφέρονται και ως φυτοτοξίνες.

- **Οι φαινολικές ενώσεις** περιλαμβάνουν τα φλαβονοειδή, τα ισοφλαβονοειδή και τις υδατοδιαλυτές και συμπυκνωμένες τανίνες. Η υπερβολική κατανάλωση φλαβονοειδών μπορεί να προκαλέσει αμβλώσεις, στειρότητα ή βλάβες στο ήπαρ. Τέτοια συμπτώματα λόγω υπερβολικής κατανάλωσης φλαβονοειδών έχουν αναφερθεί σε αιχμάλωτα άγρια ζώα που ταΐζονταν με σογιάλευρο ή τριφυλλί. Οι τανίνες έχουν πικρή ή στυπτική γεύση και

η υψηλή συμμετοχή τους στη βοσκήσιμη ύλη (>4%) έχει ως συνέπεια τη μείωση της πεπτικότητας και της διαθεσίμης πρωτεΐνης της. Κατά συνέπεια, η παραγωγικότητα των ζώων που βόσκουν φυτά με υψηλή περιεκτικότητα σε τανίνες επηρεάζεται αρνητικά. Οι αρνητικές επιπτώσεις μεγεθύνονται περισσότερο όταν τα φυτά που περιέχουν τανίνες είναι ταυτόχρονα και χαμηλής ποιότητας ή όταν τα ζώα έχουν υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά (π.χ. κατά την εγκυμοσύνη ή τη γαλουχία). Στους ελληνικούς βοσκότοπους η βοσκήσιμη ύλη είναι συνήθως χαμηλής ποιότητας εξαιτίας της αλόγιστης και άναρχης βόσκησης.

- **Τα αλκαλοειδή** απαντούν σε πολλές οικογένειες φυτών και είναι σύνθετες αζωτούχες ενώσεις που έχουν αλκαλική αντίδραση και είναι αδιάλυτες στο νερό. Ωστόσο, με τα διάφορα οξέα σχηματίζουν άλατα που είναι διαλυτά και αφομοιώσιμα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα τοξικά αλκαλοειδή προκαλούν μια ισχυρή φυσιολογική αντίδραση στα ζώα διαμέσου του νευρικού συστήματος, με τελικό

## Δευτερογενή φυτοτοξικά συστατικά

**Τα φυτά περιέχουν** ποικιλία βιοχημικών συστατικών και ενώσεων, που όταν προσλαμβάνονται από τα άγρια και τα αγροτικά ζώα έχουν επιπτώσεις στη συμπεριφορά βόσκησης και την παραγωγικότητά τους. Στο πεδίο των αλληλεπιδράσεων φυτών - ζώων ιδιαίτερη σημασία έχουν οι φαινολικές ενώσεις, τα αλκαλοειδή και τα τερπένια. Οι ενώσεις αυτές, γνωστές ως δευτερογενείς ενώσεις, όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες προκαλούν απο-

αποτέλεσμα να προκαλείται σε αυτά απέχθεια για τα φυτά που τα περιέχουν. Σε μερικές περιπτώσεις προκαλούν βλάβες στο ήπαρ ή και θάνατο των ζώων. Ωστόσο, για διάφορα είδη ελαφιών όπως το καναδικό ελάφι (*Cervus canadensis*), που βόσκουν φυτά που περιέχουν αλκαλοειδή (π.χ. *Oxytropis sericea*, *Conium maculatum*), σπάνια έχουν αναφερθεί δηλητηριάσεις ή θάνατοι.

- Τέλος, **τα τερπένια** έχουν βακτηριοκτόνο δράση και μειώνουν την πεπτικότητα των οπλοφόρων ζώων. Για παράδειγμα τα φυτά του γένους *Juniperus* περιέχουν πτητικά αιθέρια έλαια που εμποδίζουν τη δράση των μικροοργανισμών της μεγάλης κοιλίας των ελαφιών (*Cervus elaphus*).

## Γιατί τα ζώα βόσκουν φυτά με τοξικά συστατικά;

**Με αυτά που συνοπτικά** αναφέρθηκαν, καταδεικνύεται ότι η κατανάλωση φυτών με υψηλή περιεκτικότητα σε δευτερογενή συστατικά προκαλεί αρνητικές συνέπειες. Ωστόσο, τα ζώα εξακολουθούν να τα καταναλώνουν επειδή τα φυτά αυτά είναι ταυτόχρονα υψηλής διατητητικής αξίας και εύγεστα, περιέχουν χημικά συστατικά που προκαλούν εθισμό στα ζώα και τέλος γιατί, πιθανόν, αποτελούν τη μόνη διαθέσιμη πηγή βοσκήσιμης ύλης.

- **Θρεπτική αξία και γενοσιμότητα.** Μερικά τοξικά φυτά είναι εύγεστα και υψηλής διατητητικής αξίας. Π.χ. η περιεκτικότητα του *Oxytropis sericea* σε πρωτεΐνη είναι 20% κατά τη διάρκεια της άνοιξης, κάτι που ενθαρρύνει τα ζώα να το καταναλώσουν. Το *Delphinium consolida*, είναι ένα άλλο τοξικό φυτό που έχει επίσης υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και είναι εύγεστο και παρακινεί τα ζώα να το καταναλώνουν.
- **Εθισμός.** Μερικά φυτά (π.χ. *Oxytropis sericea*, *Hibbertia hypericoides*, *Atropa belladonna*, *Laurus nobilis*, *Swainsona* spp. και *Quercus* spp.), που περιέχουν δευτερογενή συστατικά, προξενούν εθισμό στα ζώα εξαιτίας της γεύσης τους. Για παράδειγμα, το *Oxytropis sericea* και τα είδη του γένους *Swainsona*, περιέχουν ένα τοξικό αλκαλοειδές (swainsonine), το οποίο συγκαταλέγεται μεταξύ των πλέον εθιστικών φυτικών ουσιών για τα αγροτικά και μερικά άγρια ζώα, όπως είναι τα *Odocoileus hemionus* (είδος ελαφιού) και *Antilocapra americana* (αντιλόκαπρα). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι όταν τα ζώα έχουν εθιστεί σε κάποιο φυτό τότε αποφεύγουν οποιαδήποτε άλλη εναλλακτική τροφή και προτιμούν κυρίως τα φυτά που περιέχουν τις εθιστικές ουσίες, τα οποία, ωστόσο, όταν καταναλωθούν σε μεγάλες ποσότητες είναι τοξικά.
- **Θρεπτική κατάσταση ζώου.** Η διατροφική καταπόνηση (ασιτία, πείνα) μπορεί να συμβάλει στην κατανάλωση τοξικών φυτών και τούτο γιατί η αντίληψη ενός ζώου για τα τοξικά φυτά μπορεί να αλλάξει όταν είναι πεινασμένο ή στερημένο. Για παράδειγμα, υποσιτιζόμενα ή πεινασμένα ελάφια επιλέγουν σε μεγαλύτερο ποσοστό ανεπιθύμητα ή τοξικά φυτά απ' ό,τι καλώς διατρεφόμενα, τα οποία είναι περισσότερο επιλεκτικά.



Η κατανάλωση βοσκήσιμης ύλης από ένα ζώο επηρεάζεται από τη χωρητικότητα του πεπτικού συστήματός του και την ταχύτητα διέλευσής της εντός αυτού, τα οποία εξαρτώνται από την περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε θρεπτικά και δευτερογενή χημικά συστατικά. Η προτίμηση των διάφορων φυτών επηρεάζεται από τη γενοσιμότητά τους, ανεξάρτητα με την περιεκτικότητά τους σε τοξικά συστατικά.

## Ανάπτυξη μηχανισμών έναντι φυτοτοξικών ουσιών

**Τα ζώα αναπτύσσουν** στρατηγικές βόσκησης και εκδηλώνουν φυσιολογικές αντιδράσεις για να αντιμετωπίσουν τις αρνητικές συνέπειες από την κατανάλωση τοξικών φυτών.

### Στρατηγικές βόσκησης

- **Προσεκτική δειγματοληπτική βόσκηση.** Τα ζώα χρησιμοποιούν την οσμή και τη γεύση για να αποφύγουν τα τοξικά φυτά. Γενικά, αυτά προσελκύνονται από τις γλυκές γεύσεις και απωθούνται από τις πικρές. Π.χ. τα ελάφια πρώτα οσφραίνονται ένα άγνωστο φυτό (νεοφοβία), στη συνέχεια αν η οσμή του είναι αποδεκτή το δοκιμάζουν και αν η γεύση του είναι και αυτή αποδεκτή, αρχίζουν να το βόσκουν και τελικά το συμπεριλαμβάνουν στο διαιτολόγιό τους. Στην περίπτωση που τα ζώα (π.χ. ελάφια) είναι εξοικειωμένα με ένα φυτό (εμπειρία βόσκησης) το βόσκουν άμεσα.
- **Μίξη τροφών.** Τα ζώα καταναλώνουν ποικιλία φυτών σε κάθε γεύμα. Με την κατανάλωση ενός μίγματος φυτών, που περιέχουν διαφορετικά δευτερογενή συστατικά, η πιθανότητα κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων ενός μόνου συστατικού που θα προκαλούσε αρνητικά αποτελέσματα, ελαχιστοποιείται. Επίσης, η κατανάλωση διαφορετικών δευτερογενών συστατικών έχει ως αποτέλεσμα την αλληλεξουδετέρωση των τοξικών συμπτωμάτων (π.χ. τανίνες + σαπωνίνες, τανίνες + οξαλικό οξύ + τερπένια) και την επίτευξη υψηλής κατανάλωσης. Ως παράδειγμα, αναφέρουμε ότι τα ελάφια, όπως και πολλά αγροτικά ζώα (π.χ. πρόβατα) καταναλώνουν σχεδόν διπλάσια ποσότητα από ένα “τοξικό” φυτό όταν το καταναλώνουν μαζί με άλλα φυτά παρά όταν τρέφονται αποκλειστικά με το “τοξικό” φυτό.
- **Κυκλική κατανάλωση.** Τα ζώα μπορούν να αποφύγουν τις αρνητικές ή και τοξικές συνέπειες περιορίζοντας ή διαφοροποιώντας την κατανάλωση συγκεκριμένων φυτών κάθε ημέρα ή μέχρι την πρόκληση αρνητικής ανατροφοδότησης

εξαιτίας της λήψης φυτοτοξινών, που περιέχονται σε αυτά τα φυτά. Για παράδειγμα, μελέτες βόσκησης έδειξαν ότι υψηλή κατανάλωση τέτοιων φυτών για 1 ή 2 ημέρες είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή τους για μερικές ημέρες, την επαναβόσκησή τους στη συνέχεια κ.λπ.

## Φυσιολογικές αντιδράσεις

**Οι φυσιολογικές αντιδράσεις** εκδηλώνονται από τα ζώα μετά την κατανάλωση τροφής που περιέχει υψηλές ποσότητες δευτερογενών τοξικών συστατικών και επικεντρώνονται στο πώς οι ουσίες αυτές θα αδρανοποιηθούν στο πεπτικό σύστημα με τη βοήθεια των μικροβίων της μεγάλης κοιλίας ή στο ήπαρ, ώστε τελικά να επιτευχθεί αποτοξίνωση. Τέτοιες φυσιολογικές αντιδράσεις είναι:

- **Αποβολή τοξικών συστατικών.** Η πρώτη άμυνα έναντι ενός τοξικού συστατικού είναι η όσο το δυνατό συντομότερη αποβολή του από το πεπτικό σύστημα των ζώων αμέσως μετά την κατανάλωσή του. Αυτό πετυχαίνεται συνήθως μέσω του εμετού ή της διάρροιας.
- **Μηχανισμοί αποτοξίνωσης.** Τα κλαδοφάγα ζώα, όπως είναι τα περισσότερα είδη ελαφιών, εξουδετερώνουν τις αρνητικές συνέπειες των τανινών με την έκκριση ειδικών πρωτεϊνών από τους σιελογόνους αδένες. Οι πρωτεΐνες αυτές καθιστούν ανενεργές τις τανίνες και δίνουν στα ζώα τη δυνατότητα να πετύχουν την υψηλότερη δυνατή πεπτικότητα των ινωδών ουσιών και των πρωτεϊνών όταν καταναλίσκουν ξυλώδη φυτά υψηλής περιεκτικότητας σε τανίνες. Η αποτοξίνωση στο στόμα συμβάλλει, επίσης, στην υψηλότερη κατανάλωση τοξικών φυτών από τα ζώα. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της μάσησης, ένα μέρος των τερπενίων που περιέχονται στη βοσκήσιμη ύλη και τα οποία είναι υψηλής πτητικότητας, χάνεται μέσω της εξάτμισης. Σε άλλες περιπτώσεις, μερικές φυτοτοξίνες δεσμεύονται με άλλα καταναλισκόμενα υλικά, όπως για παράδειγμα είναι διάφορα συστατικά του εδάφους που προσλαμβάνονται κατά τη βόσκηση. Άλλος μηχανισμός αποτοξίνωσης περιλαμβάνει τη διάλυση και αδρανοποίηση των τοξινών στη μεγάλη κοιλία από τους μικροοργανισμούς της. Στην περίπτωση που οι φυτοτοξίνες απορροφηθούν από το έντερο και εισέλθουν στο αίμα, μεταφέρονται στο ήπαρ, μεταβολίζονται και εκκρίνονται στα ούρα.
- **Ανεκτικότητα τοξινών.** Αν και λίγα είναι γνωστά για την ανοχή των διαφόρων ειδών άγριων ζώων στις φυτοτοξίνες, η ανοχή στα τοξικά συστατικά φαίνεται να είναι ο καλύτερος τρόπος για τα ζώα να εξαλείψουν τον κίνδυνο δηλητηρίασης. Ο βαθμός ανεκτικότητας για τις διάφορες φυτοτοξίνες ποικίλλει μεταξύ των ειδών ζώων καθώς και μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους. Για παράδειγμα, τα ελάφια είναι πιο ανεκτικά από τις αντιλόκαπρες στη βοσκήσιμη ύλη του φυτού *Oxytropis sericea*, και τα καναδικά ελάφια είναι πιο ανεκτικά από τους βίσωνες (*Bison bison*) στη βοσκήσιμη ύλη του πεύκου *Pinus ponderosa*. Οι κατάλληλες μικροβιακές προσαρμογές του πεπτικού συστήματος των ζώων επιτυγχάνεται με την προοδευτική κατανάλωση φυτών με φυτοτοξίνες.

## Συμπεράσματα και διαχειριστικές εφαρμογές

**Τα άγρια φυτοφάγα ζώα** είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν επιτυχώς τις φυτοτοξίνες προσαρμόζοντας τη συμπεριφορά βόσκησης κατά την αναζήτηση τροφής, καθώς και τις φυσιολογικές αντιδράσεις τους. Εντούτοις, σε βιότοπους όπου η βοσκήσιμη ύλη των επιθυμητών φυτών είναι ανεπαρκής και η πυκνότητα ζώων (συμπεριλαμβανομένων και των αγροτικών) είναι υψηλή, τα άγρια ζώα αναγκάζονται να καταναλώσουν τα λιγότερο επιθυμητά φυτά, που συχνά περιέχουν τοξικά συστατικά. Οι τυχόν ανεπιθύμητες παρενέργειες από την κατανάλωση τοξικών φυτικών συστατικών είναι προβλέψιμη όταν υπάρχουν πληροφορίες για τη βοτανική σύνθεση του βιότοπου και τα είδη ζώων που βόσκουν σε αυτόν. Με τις πληροφορίες αυτές ή με άλλα λόγια την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων φυτών – ζώων, οι διαχειριστές άγριας ζωής και λιβαδιών είναι σε θέση να αναπτύξουν τις κατάλληλες διαχειριστικές πρακτικές ώστε να μειωθεί η κατανάλωση τοξικών φυτών και να διατηρηθεί η βιοποικιλότητα του τοπίου.

**Αλλά ποιες είναι** αυτές οι πρακτικές, που εδράζονται στη γνώση των αλληλεπιδράσεων φυτών – ζώων και θα έπρεπε να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαχείριση των βιοτόπων της άγριας πανίδας; Καταρχήν θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι βιότοποι των άγριων χορτοφάγων ζώων είναι και βοσκότοποι των αγροτικών ζώων, τα οποία θα πρέπει να θεωρούνται ως αναπόσπαστο συστατικό των συστημάτων βοσκότοποι - άγρια πανίδα - αγροτικά ζώα και της διαχείρισής τους. Για το λόγο αυτό, διαχειριστικές πρακτικές, όπως είναι η εισαγωγή φυτών υψηλής ποιότητας ή φυτών με διαφορετικά δευτερογενή συστατικά στους βοσκότοπους, καθώς και τροποποιήσεις της άσκησης βόσκησης των αγροτικών ζώων ωφελούν και την άγρια πανίδα. Η χορήγηση, συμπληρωματικών τροφών επίσης βοηθάει τα ζώα να αντεπεξέλθουν επιτυχώς με τα δευτερογενή συστατικά των φυτών και να καταναλώσουν μεγαλύτερες ποσότητες αυτών προς όφελος και των ιδίων (πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, αποφυγή τοξικών φαινομένων) και του βοσκότοπου (ομοιόμορφη χρήση φυτών, αύξηση βιοποικιλότητας). Σε ό,τι αφορά στα αγροτικά ζώα, η κύρια επέμβαση είναι η επιλογή του κατάλληλου είδους ζώου που δε θα χρησιμοποιεί τη βλάστηση ενός συγκεκριμένου βοσκότοπου ανταγωνιστικά και σε βάρος των άγριων ζώων που διαβιούν σε αυτόν. Τέλος, οι σύγχρονες απόψεις που πρεσβεύουν ότι τα ζώα μπορούν να εκπαιδευτούν στο τι θα βόσκουν και τι θα αποφεύγουν, αφού η συμπεριφορά βόσκησης τους είναι προσαρμοστική (τα γονίδια πληροφορούνται από το περιβάλλον, το οποίο δημιουργεί ευκαιρίες για τα φυτοφάγα ζώα να αλλάξουν συμπεριφορά), δίνουν νέες διαστάσεις στη διαχείριση των βοσκήσιμων οικοσυστημάτων, καθώς και των άγριων και αγροτικών ζώων. 🌿

Πληροφορίες: *Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών*,  
57006 Βασιλικά Θεσσαλονίκης  
τηλ.: 2310 461171, e-mail: [trpachr@fri.gr](mailto:trpachr@fri.gr)