Σύγκριση των αντιθρεπτικών παραγόντων τριών σειρών λούπινου προς βελτίωση σε σχέση με τις εμπορικές ποικιλίες

Μ. Ηρακλή[1*], Β. Παπανικολάου[2], Ζ.Μ. Παρίση[2], Ε.Μ. Αβραάμ[2]
[1] ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ-Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, 57001 Θέρμη Θεσσαλονίκης
[2] Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, 54124 Θεσσαλονίκη
*Email: irakli@cerealinstitute.gr

Περίληψη

Το λούπινο (*Lupinus* spp.) χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ελπιδοφόρα και βιώσιμη εναλλακτική πηγή πρωτεΐνης για τη διατροφή των αγροτικών ζώων. Η παρουσία όμως αντιθρεπτικών παραγόντων, κυρίως τοξικών αλκαλοειδών στους σπόρους, έχουν περιορίσει σημαντικά την ευρεία χρήση αυτής της καλλιέργειας. Η δημιουργία ποικιλιών λούπινου με χαμηλή περιεκτικότητα συστατικών που μειώνουν τη θρεπτική του αξία, αποτελεί πρωταρχικό στόχο των βελτιωτών. Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η συγκριτική μελέτη των αντιθρεπτικών παραγόντων (ολικά αλκαλοειδή, ολικές φαινόλες, ολικές ταννίνες και αναστολείς τρυψίνης) τριών σειρών λούπινου προς βελτίωση σε σχέση με έντεκα εμπορικές ποικιλίες λευκού (*L. albus*) και δύο μπλε (*L. angustifolius*) λούπινου. Η συγκέντρωση των ολικών αλκαλοειδών στις τρεις σειρές λούπινου προς βελτίωση που μελετήθηκαν κυμάνθηκαν από 0,261 έως 0,325% και ήταν περίπου 4,7 φορές μεγαλύτερη από τη μέση τιμή ολικών αλκαλοειδών των εμπορικών ποικιλιών λούπινου. Όλες οι εμπορικές ποικιλίες λούπινου εμφάνισαν εύρος ολικών αλκαλοειδών 0,004 – 0,054%, εκτός από τις ποικιλίες Bardo και Multi Italia που είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση από τη μέση τιμή των βελτιωμένων σειρών λούπινου. Η ίδια τάση παρατηρήθηκε και για τη συγκέντρωση των ολικών φαινολών και ολικών ταννινών. Όσο αφορά τον αντιθρεπτικό παράγοντα αναστολέα τρυψίνης, που κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα στο λούπινο, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών εμπορικών ποικιλιών και σειρών λούπινου προς βελτίωση. Συμπερασματικά, οι τρεις μελετώμενες σειρές λούπινου απαιτούν περαιτέρω βελτίωση προκειμένου να αποτελέσουν καλή πηγή πρωτεϊνών με μειωμένους αντιθρεπτικούς παράγοντες.

Λέξεις κλειδιά: καρποδοτικά ψυχανθή, αντιποιοτικοί παράγοντες, αλκαλοειδή, ολικές φαινόλες, αναστολέας τρυψίνης

Εισαγωγή

Η παραγωγή ζωοκομικών προϊόντων στην ΕΕ και στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως στη σόγια, η οποία όμως ως επί το πλείστον είναι εισαγόμενη και γενετικά τροποποιημένη. Η ανάγκη για περιορισμό της εξάρτησης της κτηνοτροφίας στην ΕΕ από την εισαγωγή σόγιας σε συνδυασμό με την πίεση των καταναλωτών για παραγωγή ζωοκομικών προϊόντων με χαμηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, οδήγησαν στη διερεύνηση εναλλακτικών πηγών φυτικής πρωτεΐνης από καλλιέργειες χαμηλών εισροών φιλικών προς το περιβάλλον. Το λούπινο (*Lupinus spp.)* χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ελπιδοφόρα και βιώσιμη εναλλακτική πηγή πρωτεΐνης τόσο για τη διατροφή του ανθρώπου όσο και για τη διατροφή των αγροτικών ζώων (Abraham et al. 2019).

Το γένος *Lupinus* περιλαμβάνει 275 είδη περίπου, αλλά μόνο τέσσερα από αυτά είναι καλλιεργούμενα: *L. albus, L. angustifolius, L. luteus and L. mutabilis*. Τα τρία πρώτα αναφερόμενα είδη είναι εγγενή στην Ευρώπη, ενώ το τελευταίο προέρχεται από τις Άνδεις, και καλλιεργείται μόνο σε ορισμένα μέρη της Νότιας Αμερικής. Η θρεπτική αξία του λούπινου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος, το γενότυπο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι σπόροι των «γλυκών» ποικιλιών λούπινου (*Lupinus albus, L. angustifolius, L. luteus*) περιέχουν 28 έως 48% πρωτεΐνη και το προφίλ των αμινοξέων του χαρακτηρίζεται από αμινοξέα χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο (μεθιονίνη και κυστίνη), σε σύγκριση με τη σόγια, αλλά από υψηλότερα ποσοστά αργινίνης. Η περιεκτικότητα σε λίπος είναι αρκετά χαμηλή και κυμαίνεται από 5 έως 13%, αλλά χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Σε αντίθεση με τα άλλα όσπρια, οι σπόροι λούπινου περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ακατέργαστες ίνες (περίπου 28%) (Sbihi, et al. 2013).

Το λούπινο επίσης περιέχει αρκετά φυτοχημικά συστατικά (αλκαλοειδή, πολυφαινόλες, σαπωνίνες, κτλ) που προκύπτουν από το δευτερογενή μεταβολισμό των φυτών, λόγω της απόκρισής του σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης. Τα συστατικά αυτά σε χαμηλές συγκεντρώσεις συμβάλλουν θετικά στη διατήρηση της καλής υγείας των ανθρώπων και των ζώων, ενώ σε υψηλές ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, περιορίζοντας την πεπτικότητα των θρεπτικών ουσιών και τη βιοδιαθεσιμότητά τους και προκαλώντας παθολογικές αλλαγές σε διάφορα όργανα (Khan et al. 2015).

Τα αλκαλοειδή αποτελούν μία σημαντική κατηγορία αντιθρεπτικών παραγόντων στο λούπινο που σχετίζονται με την πικρή γεύση του και συμβάλλουν στη μείωση της πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών. Εκτός από τα προγράμματα βελτίωσης, μηχανικές και βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας όπως άλεση, μούλιασμα, θέρμανση, κ.λπ., εφαρμόζονται στους σπόρους λούπινου για την εξάλειψη των αντι-θρεπτικών παραγόντων του (Abraham et al. 2019).

Σύμφωνα με τους Harrison και Williams (1982), τα άγρια είδη *L. albus* περιέχουν υψηλά ποσοστά αλκαλοειδών στους σπόρους, μέχρι και 2,2%, ενώ οι ποικιλίες με μειωμένη περιεκτικότητα κατέχουν 0,02 έως 0,05%. Προηγούμενη έρευνα σε συλλογή σπόρων λούπινου έδειξε μια ευρεία μεταβολή της περιεκτικότητας σε αλκαλοειδή από 0,0005 έως 2,88% (Kamel et al. 2016), ενώ σε άλλη έρευνα αναφέρθηκε ακόμα μεγαλύτερο εύρος που κυμάνθηκε από 0,02 έως 12,73% (Kroc et al. 2017). Σύμφωνα με τους Cowling et al. 1998, ασφαλές όριο αλκαλοειδών για κατανάλωση είναι <0,02%. Ως εκ τούτου, ο πρωταρχικός στόχος των βελτιωτικών προγραμμάτων του λούπινου είναι η μείωση της περιεκτικότητας σε αλκαλοειδή, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ασφαλή ζωοτροφή. Με βάση τα παραπάνω, ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η συγκριτική μελέτη των αντιθρεπτικών παραγόντων (ολικά αλκαλοειδή, ολικές φαινόλες και αναστολείς τρυψίνης) τριών σειρών λούπινου προς βελτίωση σε σχέση με 12 εμπορικές ποικιλίες λούπινου.

Υλικά και μέθοδοι

Φυτικό υλικό

Στη συγκεκριμένη μελέτη αναλύθηκαν οι σπόροι 13 εμπορικών ποικιλιών εκ των οποίων 11 ήταν άσπρα λούπινα (*L. albus*) και 2 ήταν μπλε (*L. angustifolius*), καθώς και 3 σειρών λούπινου προς βελτίωση. Τα χαρακτηριστικά των υπό μελέτη γενότυπων περιγράφονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των μελετώμενων εμπορικών ποικιλιών και πληθυσμών λούπινου.

Γενότυποι	Όνομα	Είδος	Χώρα προέλευσης
Ποικιλίες	Orus	*L. albus*	Γαλλία
	Sulimo	*L. albus*	Γαλλία
	Ulysse	*L. albus*	Ιταλία
	Figaro	*L. albus*	Γαλλία
	Amiga	*L. albus*	Γαλλία
	Bardo	*L. albus*	Πολωνία
	Multi Italia	*L. albus*	Ιταλία
	SV Tennis	*L. albus*	Ιταλία
	Magnus	*L. albus*	Γαλλία
	Fas Sweet	*L. albus*	-
	Estoril	*L. albus*	Πορτογαλία
	Polo	*L. angustifolius*	Ιταλία
	Boruta	*L. angustifolius*	Ιταλία
Πληθυσμοί	ΛΚΑΘ	*L. albus*	Βαλκάνια
	ΛΚΜΛ	*L. albus*	Βαλκάνια
	ΛΚΑΠ	*L. albus*	Βαλκάνια

Αναλυτικές μέθοδοι

Ο προσδιορισμός των ολικών αλκαλοειδών έγινε φασματοφωτομετρικά κατά Fadhil et al. (2007): 1 g φυτικού υλικού αναμίχθηκε με 1 ml 25% αμμωνία και 25 ml $CHCl_3$ και το αιώρημα αναδεύτηκε για 16-18 ώρες. Μετά τη διήθηση και την εξάτμιση του διηθήματος, το ελαιώδες υπόλειμμα διαλύθηκε σε 15 ml 2% οξικό οξύ. Μετά την φυγοκέντριση, συγκεκριμένη ποσότητα του υπερκείμενου αναμίχθηκε με 5 ml ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικού νατρίου 2M και 5 ml υδατικό διάλυμα Bromocresol Green. Το μείγμα εκχυλίστηκε με $CHCl_3$ μέχρι τελικού όγκου 10 ml και μετρήθηκε η απορρόφησή του στα 430 nm. Η ποσότητα των ολικών αλκαλοειδών εκφράστηκε σε %, ως ισοδύναμα ατροπίνης.

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολών έγινε ως εξής: 0,4 g δείγματος εκχυλίστηκε δύο φορές με 3 ml 70% (ν/ν) υδατική ακετόνη σε λουτρό υπερήχων για 15 min. 200 μl του εκχυλίσματος αναμίχθηκαν με 800 μl αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu, 2 ml 7,5% Na_2CO_3 και συμπλήρωση με νερό μέχρι τελικού όγκου 10 ml. Μετά από παραμονή στο σκοτάδι για 1 ώρα, καταγράφηκε η απορρόφηση στα 725 nm και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (mg GAE/100 g). Οι ολικές ταννίνες προσδιορίστηκαν από τη διαφορά των ολικών φαινολών πριν και μετά την προσθήκη PVP (Makkar et al. 1993).

Η δραστικότητα του αναστολέα τρυψίνης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την μέθοδο των Kakade et al. (1974). Εν συντομία, 1 g αλεσμένου δείγματος εκχυλίστηκε με 50 ml 0,01N NaOH σε μαγνητικό αναδευτήρα για 1 ώρα περίπου. Το αιώρημα αραιώθηκε έως το σημείο όπου 1 ml να παράγει αναστολή τρυψίνης 40–60%. Δύο ml αραιωμένου εκχυλίσματος αναμίχθηκε με 2 ml διαλύματος τρυψίνης (0.2 mg/mL σε 1 mM HCl) και 5 ml διαλύματος BAPA (benzoyl·D L·arginine-p-nitroanilide) και επωάστηκαν για 10 min στους 37 °C. Εν συνεχεία, προστέθηκαν 1 ml 30% οξικού οξέος και μετά τη φυγοκέντριση, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 410 nm. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μονάδες αναστολέα τρυψίνης ανά mg δείγματος (TIU/mg).

Στατιστική ανάλυση

Σε όλα τα πειραματικά δεδομένα έγινε ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (ANOVA) με βάση το στατιστικό πρόγραμμα Minitab 17 και για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η συγκέντρωση των ολικών αλκαλοειδών των εμπορικών ποικιλιών λούπινου ανεξαρτήτου είδους, ποικίλει από 0,004 έως 0,290%, με μέση τιμή 0,060%, ενώ στις βελτιωμένες σειρές λούπινου το εύρος των ολικών αλκαλοειδών ήταν 0,261 – 0,325%, με μέση τιμή 0,284% (Πίνακας 2). Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των εμπορικών ποικιλιών και των τριών σειρών λούπινου προς βελτίωση, παρατηρείται μια σαφώς υπεροχή των εμπορικών ποικιλιών λούπινου ως προς τη συγκέντρωση των ολικών αλκαλοειδών, εμφανίζοντας 4,7 φορές περίπου μικρότερη συγκέντρωση σε σχέση με τις σειρές λούπινου προς βελτίωση. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι εμπορικές ποικιλίες λευκού λούπινου Multi Italia (0,286%) και Bardo (0,290%) εμφάνισαν εξίσου υψηλές τιμές ολικών αλκαλοειδών με τις βελτιωμένες σειρές. Παρατηρήθηκε ότι το μπλε λούπινο εμφάνισε μικρότερες τιμές ολικών αλκαλοειδών (0,007 – 0,008%) σε σχέση με το λευκό (0,004 – 0,290%), το οποίο συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Kamel et al. (2016). Σε προηγούμενη μελέτη των Kroc et al. (2017), παρατηρήθηκε μια πολύ ευρεία διακύμανση των ολικών αλκαλοειδών (0,016 έως 12,73%) αναλύοντας 367 δείγματα λευκού λούπινου που περιλάμβανε φυσικούς πληθυσμούς, βελτιωμένες σειρές και ποικιλίες.

Πίνακας 2. Συγκέντρωση ολικών αλκαλοειδών (%, ολικών φαινολών και ολικών ταννινών (mg GAE/100 g) και αναστολέα τρυψίνης (TUI/mg) των υπό μελέτη γενοτύπων λούπινου.

Είδος	Γενότυποι	Ολικά αλκαλοειδή	Ολικές φαινόλες	Ολικές ταννίνες	Αναστολέας τρυψίνης
Ποικιλίες	Orus	0,020 ^{ef*}	77,7 ^{jk}	25,9 ^{h}	0,93 $^{a-d}$
	Sulimo	0,054 ^{d}	60,3 ^{l}	30,9 ^{gh}	0,52 ^{fg}
	Ulysse	0,004 ^{f}	83,9 ^{ij}	35,4 ^{gh}	0,56 ^{fg}
	Figaro	0,009 ^{ef}	71,9 ^{k}	35,5 ^{gh}	0,99 ^{a}
	Amiga	0,004 ^{f}	118,6 ^{e}	43,3 ^{fg}	0,91 $^{a-d}$
	Bardo	0,290 ^{b}	414,2 ^{a}	359,7 ^{a}	0,65 ^{ef}
	Multi Italia	0,286 ^{bc}	377,1 ^{b}	298,2 ^{b}	0,89 $^{a-d}$
	Magnus	0,015 ^{ef}	88,3 ^{hi}	27,3 ^{h}	0,84 ^{bcd}
	Fas Sweet	0,035 ^{de}	93,8 ^{gh}	24,1 $_{h}$	0,96 ^{abc}
	Estoril	0,025 ^{ef}	80,1 ^{ijk}	36,8 ^{gh}	0,83 ^{cd}
	Polo	0,007 ^{f}	103,6 ^{f}	70,5 ^{d}	0,78 ^{de}
	Boruta	0,008 ^{f}	99,2 ^{fg}	60,9 ^{de}	0,88 $^{a-d}$
	SV Tennis	0,016 ^{ef}	78,7 ^{jk}	54,2 ^{ef}	0,83 ^{cd}
	ΜΟ	*0,060*	*134,4*	*84,8*	*0,81*
Βελτιωμένες σειρές	ΛΚΑΘ	0,267 ^{bc}	326,6 ^{d}	280,9 ^{c}	0,96 ^{ab}
	ΛΚΜΛ	0,325 ^{a}	366,8 ^{c}	309,5 ^{b}	0,49 ^{g}
	ΛΚΑΠ	0,261 ^{bc}	322,2 ^{d}	272,3 ^{c}	0,83 ^{cd}
	ΜΟ	*0,284*	*338,5*	*287,6*	*0,76*

* Μέσοι όροι (ΜΟ) σε κάθε στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P<0,05$)

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολών και ολικών ταννινών των εμπορικών ποικιλιών λούπινου κυμάνθηκε από 60,3 έως 414,2 mg GAE/100g και 24,1 έως 359,7 mg GAE/100g με μέση τιμή 134,4 και 84,8 mg GAE/100 g, αντίστοιχα, ενώ οι σειρές προς βελτίωση εμφάνισαν εύρος 322,1 – 366,8 mg GAE/100 g, με μέση τιμή 338,5 1 mg GAE/100 g. Η μέγιστη τιμή ολικών φαινολών και ταννινών εμφανίστηκε στην ποικιλία Bardo και ακολουθείται από την ποικιλία Multi Italia, παρατηρώντας την ίδια τάση με την συγκέντρωση των ολικών αλκαλοειδών. Μεταξύ του λευκού και του μπλε λούπινου δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές. Στη συγκεκριμένη μελέτη παρατήσαμε ότι οι σπόροι με πικρή γεύση (υψηλή

συγκέντρωση αλκαλοειδών) περιέχουν περισσότερες φαινολικές ενώσεις και ταννίνες. Παρόμοια συμπεράσματα διαπιστώθηκαν και από τους Krol et al. (2018), μελετώντας τις φαινολικές ενώσεις τεσσάρων ποικιλιών μπλε λούπινου.

Ένας πολύ σημαντικός αντιθρεπτικός παράγοντας των ζωοτροφών είναι και ο αναστολέας τρυψίνης που επηρεάζει την υγεία και τις αποδόσεις των ζώων, εξαιτίας της μείωσης της πεπτικότητας και της μη αξιοποίησης των θρεπτικών συστατικών του λούπινου. Στην περίπτωση όμως των σπόρων λούπινου, η δραστικότητα του αναστολέα τρυψίνης ήταν πολύ μικρή (<1 TUI/mg) (Πίνακας 2). Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ του λευκού και του μπλε λούπινου όσο και μεταξύ των εμπορικών ποικιλιών και των σειρών προς βελτίωση. Η μειωμένη δραστικότητα του σπόρων λούπινου (*L. albus και L. angustifolius*) επισημάνθηκαν και από άλλους ερευνητές (Hove and King, 1979).

Συμπεράσματα

Η χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκαλοειδή είναι ένας από τους βασικούς στόχους στη βελτίωση του λούπινου. Στη συγκεκριμένη μελέτη, οι σειρές λούπινου προς βελτίωση που αναλύθηκαν είχαν επίπεδα αλκαλοειδών > 0,2%, ποσοστό σημαντικά μεγαλύτερο από το ασφαλές όριο κατανάλωσης (<0,02%), αν και ορισμένες εμπορικές ποικιλίες λούπινου (Bardo και Multi Italia) εμφάνισαν παρόμοιες τιμές αλκαλοειδών. Η ίδια τάση παρατηρήθηκε και για τις ολικές φαινόλες, ενώ παρατηρήθηκαν πολύ χαμηλά επίπεδα αναστολέα τρυψίνης για όλους τους σπόρους λούπινου που εξετάστηκαν.

Βιβλιογραφία

Abraham E.M., I. Ganopoulos, P. Madesis, A. Mavromatis, P. Mylona, I. Nianiou-Obeidat, Z. Parissi, A. Polidoros, E. Tani and D. Vlachostergios. 2019. The use of lupin as a source of protein in animal feeding: genomic tools and breeding approaches. International Journal of Molecular Sciences, 20: 851-878.

Buzuk G.N., M.Y. Lovkova, S.M. Sokolova and Y.V. Tyutekin. 2002. Evaluation of the correlation between the content of alkaloids and chemical elements in washington lupine (*lupinus polyphyllus lindl.)* based on statistical analysis and mathematical simulation. Applied Biochemistry and Microbiology, 38: 286-293.

Cowling W.A., B.J. Buirchell and M.E. Tapia. 1998. Lupin. Lupinus ssp. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 23. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Rome.

Fadhil S., M.H. Reza, G. Rouhollah and V.R.M. Reza. 2007. Spectrophotometric determination of total alkaloids in *Peganum harmala* L., using bromocresol green. Research Journal of Phytochemistry, 1: 79-82.

Harrison J.E.M. and W. Williams. 1982. Genetical control of alkaloids in *Lupinus albus*. Euphytica, 31: 357-364.

Hove, E.I. and S. King. 1979. Trypsin inhibitor content of lupin seeds and other grain legume. New Zealand Journal of Agriculture Research, 22: 41-42.

Kakade M.L., J.J. Rackis, J.E. McGhee and G. Puski. 1974. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chemistry, 51: 376-381.

Kamel K.A., W. Swiecicki, Z. Kaczmarek, P. Barzyk. 2016. Quantitative and qualitative content of alkaloids in seeds of a narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.) collection. Genetic Resources and Crop Evolution, 63: 711-719.

Khan M.K., W.Karnpanit, S.M. Nasar-Abbas, V. Huma and Z.-E. Jayasena. 2015. Phytochemical composition n and bioactivities of lupin: a review. International Journal of Food Science and Technology, 50: 2004-2012.

Kroc M., W. Rybinski, P. Wilczura, K. Kamel, Z. Kaczmarek, P. Barzyk, W. Swiecicki. 2017. Quantitative and qualitative analysis of alkaloids composition in the seeds of a white lupin (*Lupinus albus* L.) collection Genetic Resources and Crop Evolution, 64: 1853-1860.
Król A., R. Amarowicz and R. Weidner. 2018. Content of phenolic compounds and antioxidant properties in seeds of sweet and bitter cultivars of lupine (*Lupinus angustifolius*). Natural Product Communications, 13: 1341-1344.
Makkar, H.P.S., M. Bluemmel, N.K. Borowy, K. Becker. 1993. Gravimetric determination of tannins and their correlation with chemical and protein precipitation method. Journal of the Science and Food Agriculture, 61:161-165.
Sbihi H.M., I.A. Nehdi, C.P. Tan and S.I. Al-Resayes. 2013. Bitter and sweet lupin (*Lupinus albus* L.) seeds and seed oils: a comparison study of their compositions and physicochemical properties. Industrial Crops and Products, 49: 573-579.

Comparison of antinutritional factors of three breeding lines of lupine in relation to commercial varieties

M. Irakli[1*], V. Papanikolaou[2], Z. M. Parissi[2], E.M. Abraham[2]
[1] HAO-DEMETER - Institute of Plant Breeding and Genetic Resources, Thermi, 57001 Thessaloniki, Greece
[2] Laboratory of Range Science, School of Agriculture, Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece
*Email: irakli@cerealinstitute.gr

Summary

Lupine (*Lupinus spp.)* is characterized as particularly promising and realistic sustainable alternative source of protein for animal feeding. The presence of antinutritional compounds, mainly toxic alkaloids in lupine seeds has strongly limited its cultivation. The creation of lupine varieties with low levels of antinutritional factors is the main goal of breeding programs. The main aim of the present study was the comparison of antinutritional parameters (total alkaloids, total phenols, total tannins and trypsin inhibition) of three breeding lines in relation of eleven commercial white (*L. albus*) and two narrow-leafed (*L. angustifolius*) lupin varieties. The total alkaloids contents of three studied breeding lines varied from 0.261 to 0.325%, that was 4.7 times higher than the average total alkaloids contents of commercial lupine varieties. All the tested lupine varieties appeared total alkaloids content range of 0.004 – 0.054%. except of two varieties, named Bardo and Multi Italia that observed higher values than the average values of breeding lines. The same trend was noticed for the total phenols and tannins contents. In respect to trypsin inhibition, their levels were low in lupine seeds and no significant differences among the breeding lines and commercial varieties. In conclusion, the three breeding lines are required additional breeding efforts in order to be used as protein source with limited antinutritional factors.

Keywords: legumes, antiquality factors, total alkaloids content, total phenols content, trypsin inhibition