

«ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ»,
«Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Βιοχημείας και
Βιοτεχνολογίας»
«ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

Μεταπτυχιακή Εργασία

**Αξιολόγηση εκχυλισμάτων τριγωνέλλας (*Trigonella-foenum
graecum*)**

της μεταπτυχιακής φοιτήτριας

Γιώτσα Χριστίνας

Λάρισα 2020

**Αξιολόγηση εκχυλισμάτων τριγωνέλλας (*Trigonella-foenum
graecum*)**

Evaluation of Trigonella Extracts(*Trigonella-foenum graecum*)

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

1. **Παπαδοπούλου Καλλιόπη** Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Βιοτεχνολογίας Φυτών
2. **Καρπούζας Δημήτριος** Καθηγητής Περιβαλλοντικής Μικροβιολογίας & Βιοτεχνολογίας
3. **Γκαραγκούνης Κωνσταντίνος** Διδάσκων στην Βιοτεχνολογία Φυτών

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Το Φυτό και η θεραπευτική του αξία.
3. Υλικά και Μέθοδος
4. Συζήτηση
5. Αποτελέσματα
6. Βιβλιογραφία

1. Εισαγωγή

Η τριγωνέλλα ή αλλιώς τσιμένι (*Trigonella-foenum graecum*) είναι γνωστό ως ένα από τα παραδοσιακά και τα περισσότερα πολλά υποσχόμενα φαρμακευτικά βότανα και ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών. Ιστορικά, χρησιμοποιείται ευρέως για περισσότερα από 2500 χρόνια λόγω των διατροφικών και των φαρμακευτικών ιδιοτήτων του. Αναφέρεται ότι είναι εγγενής στη Δυτική Αφρική και τώρα καλλιεργείται εκτενώς στην Ασία και τη Λατινική Αμερική. Οι σπόροι χρησιμοποιούνται ως μπαχαρικά σε όλο τον κόσμο ενώ τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως πράσινα φυλλώδη λαχανικά στη διατροφή.

Η τριγωνέλλα έχει μελετηθεί εκτενώς από δεκάδες επιστήμονες με παραδοσιακές και σύγχρονες τεχνικές έρευνας και χρησιμοποιείται ευρέως για πολλές ιατρικές εφαρμογές παντού στον κόσμο, ως εκ τούτου αποτελεί θέμα πολλών επιστημονικών άρθρων.

Η μελέτη αυτή αναλαμβάνει μια επισκόπηση σε εργαστηριακά εκχυλίσματα τριγωνέλλας για τον προσδιορισμό των χημικών ουσιών που είναι υπεύθυνες για την θεραπευτική του αξία.



Το φυτό

Το *Trigonella foenum-graecum* είναι ένα δικοτυλήδονο φυτό που ανήκει στην οικογένεια του Fabaceae (υποοικογένεια Papilionaceae)

Ο σπόρος, που σπέρνεται σε ένα προετοιμασμένο χώμα, βλαστάνει σε 3 ημέρες, αναπτύσσεται σε όρθιο φυτό με ύψος 30-60 cm, με πρυμναία ένωση τριφυλλικά φύλλα, μασχαλαία λευκά έως κιτρινωπά άνθη και 3-15 cm μακρόστενα μυτερά που περιέχουν 10-20 επιμήκη πρασινωπό-καστανούς σπόρους με μοναδική στεφάνη. Οι σπόροι συλλέγονται 30-35 ημέρες μετά την ανθοφορία ή 155-165 ημέρες μετά τη σπορά.

Το όνομα τριγωνέλλα σημαίνει «τριγωνικός», ίσως εξαιτίας του τριγωνικό σχήμα των λουλουδιών του, ενώ το όνομα του fenugreek σημαίνει «ελληνικός χόρτος»

Οι σπόροι είναι αρωματικοί ως μπαχαρικό αλλά πικροί στην γεύση και μπορούν ανεπιφύλακτα να τρώγονται ωμοί ή μαγειρεμένοι. Η πικρία οφείλεται κυρίως στο έλαιο, τις στεροειδείς σαπωνίνες και τα αλκαλοειδή που περιέχει. Η οσμή μπορεί να μοιάζει με εκείνη του καβουρδισμένου καφέ ή του σιροπιού σφενδάμου.

Όλα τα μέρη του φυτού της τριγωνέλλας είναι απολύτως ασφαλή να καταναλωθούν και έχουν θεραπευτική αξία όπως: Τα φύλλα και οι μίσχοι ώριμων και ανώριμων φυτών -Το αποξηραμένο φυτό-Οι σπόροι -Το έλαιο



Η θεραπευτική του αξία.

Το φυτό *Trigonella foenum-graecum* έχει μελετηθεί ευρέως για τις πολλαπλές βιοδραστικές ιδιότητες που του έχουν αποδοθεί.

Οι σπόροι και τα φύλλα αυτού του φυτού χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς για την αντιδιαβητική, αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη, αντικαρκινική και αντιοξειδωτική δράση. Επιπλέον, οι σπόροι της τριγωνέλλας έχει αναφερθεί ότι έχουν δραστηριότητα σάρωσης ελεύθερων ριζών. (1)

Οι φυτικές ίνες της τριγωνέλλας είναι πολύ σταθερές, με μεγάλη διάρκεια ζωής και ο χρόνος διέλευσης τους από το εντέρου όπως άλλες οι φυτικές ίνες είναι σύντομος. Συνεπώς, βελτιώνει την κανονικότητα των κενώσεων, μειώνει την βιολογική βλάβη του παχέος εντέρου, με λίγο ή καθόλου μετεωρισμός, αυξάνει τη μάζα των κοπράνων, μειώνει τον κίνδυνο δυσκοιλιότητας και κάνει την κένωση πολύ ομαλή και εύκολη. Αυτό μειώνει τον κίνδυνο εκκολπωματίτιδας, αιμορροϊδων και σχισμών.(2)

Επίσης, οι ίνες στη διατροφή βελτιώνουν την υγεία αντικαθιστώντας τις θερμίδες, αυξάνοντας τον χρόνο μάσησης, προκαλώντας γρήγορα κορεσμό (αίσθημα πληρότητας) , τον έλεγχο της υπερκατανάλωσης τροφής και τη συγκράτηση του συνολικού βάρους.

Επιπλέον η τριγωνέλλα αποτελεί σημαντική πηγή βιταμίνης Β1, σιδήρου, πυρίτιο, νάτριο, πρωτεΐνη, αμινοξέα, λιπαρά οξέα και διαιτητικά.

Ο σπόρος έχει φαρμακευτικές ιδιότητες όπως υπογλυκαιμικά, αντικαρκινικά και γαστροπροστατευτικά αποτελέσματα.

Είναι εκτεταμένα γνωστό και επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι περιέχει *φλαβονοειδοσαξονίνες, λιπαρά οξέα και είναι πλούσια πηγή πολυσακχαρίτη γαλακτομαννάνης* που χρησιμοποιείται συχνά για την αύξηση της παροχής γάλακτος σε θηλάζουσες γυναίκες και για τη θεραπεία του καρκίνου του μαστού.

Η τριγωνέλλα έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα, στην ινδική και κινέζικη παραδοσιακή ιατρική για τη θεραπεία ασθενειών και

καταστάσεων, όπως η επιληψία, η παράλυση, η ουρική αρθρίτιδα, χρόνια βήχα, διαβήτη, συμφόρηση των πνευμόνων, φλεγμονή, λοιμώξεις, καθώς και στην θεραπεία των μαλλιών, στη βελτίωση του μαστού και για τα αφροδισιακά αποτελέσματά της. Χρησιμοποιείται επίσης ως αντισυλληπτικό και για την πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων.(3)

Επιπλέον, τα φυτά έχουν αντικαρκινική, αντι-συλληπτική, αντιγηραντική, αντιμικροβιακή, αντιπαρασιτική, γαλακταγωγική και υποχοληστερολαιμική δράση. Έχουν αναφερθεί πολλά βιολογικά ενεργά φυτοχημικά προϊόντα της τριγωνέλλας, συμπεριλαμβανομένων σαπωνινών, κατηγορία γλυκοζυλιωμένων τριτερπενίων που παρουσιάζουν αντιμικροβιακή, αντιϊική και εντομοκτόνες δραστηριότητες . (4)



2. Υλικά και μέθοδοι

Οι εκχυλίσεις της τριγωνέλλας έγιναν στα εργαστήρια του Τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με την καθοδήγηση εργαστηριακού επιστήμονα.

Προετοιμασία φύλλων

Σπόροι τριγωνέλλας τοποθετήθηκαν σε τρυβλίο με κατάλληλο υλικό επώασης στο φυσικό φως, στους 22°C και 60% σχετική υγρασία και βλάστησαν. Τα φύλλα και οι μίσχοι των ανώριμων φυτών (κοτυλήδονου σταδίου) αφού ψήχθηκαν σε υγρό άζωτο στερεοποιήθηκαν και λειοτριβήθηκαν.

Η παγωμένη σκόνη τριγωνέλλας διαχωρίστηκε σε τρία ισόποσα μέρη τα οποία ζυγίστηκαν.

Αναλυτικά αντιδραστήρια και χημικά

Οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι το **Εξάνιο** /Hexane, ο **Οξικός αιθυλεστέρας** /Ethylacetate και η **Μεθανόλη** /Methanol. Ο κάθε διαλύτης έχει διαφορετική πολικότητα, όπως φαίνεται και στον πίνακα και συνεπώς θα δεσμεύσει και διαφορετικούς μεταβολίτες που υπάρχουν στο φυτό.

Διαλύτης/solvent	Χαρακτηρισμός διαλύτη	Dielectric constant
Hexane	Μη Πολικός	1,9
Ethylacetate	Οριακά Πολικός Απρωτικός	6
Methanol	Πολικός Πρωτικός	33

Οι πιο πολικοί διαλύτες θα συγκρατήσουν στο παραγόμενο εκχύλισμα τους μεταβολίτες παρόμοιας πολικότητας, ενώ δεν θα εκχυλίσουν μεταβολίτες διαφορετικής πολικότητας

Διαδικασία εκχύλισης

Η παγωμένη σκόνη τριγωνέλλας ζυγίστηκε και διαχωρίστηκε σε τρία φιαλίδια των 2mL . Στην συνέχεια προστέθηκε στο καθένα διαφορετικός διαλύτης με αναλογία 3:1.

Διαλύτης/solvent	Όγκος διαλύτη	Σκόνη τριγωνέλλας
Εξάνιο /Hexane	615μL	205mg
Οξικός αιθυλεστέρας /Ethylacetate	522μL	174mg
Μεθανόλη /Methanol	450μL	150mg

Ακολούθησε ομογενοποίηση του περιεχομένου των φιαλίδιων με vortex για 30sec και υποβλήθηκαν σε λουτρό υπερήχων (sonication) για 20min. Στα ομογενοποιημένα δείγματα ακολούθησε φυγοκέντριση για 15min σε 17.000g. Τέλος, διαχωρίστηκε (separation) το υπερκείμενο υγρό ενώ το ίζημα απορρίφτηκε. Το extract αποθηκεύτηκε στους -20°C

Προϊόντα της εκχύλισης

Στο κάθε φιαλίδιο υπάρχουν διαφορετικοί μεταβολίτες της τριγωνέλλας που εξήχθησαν από τους διαφορετικούς διαλύτες γι αυτό και έχουν διαφορετικό χρώμα στο ορατό φως αλλά και γενικότερα διαφορετικό περιεχόμενο.

Εκχύλισμα με	Χρώμα εκχυλισμάτων σε ορατό φως
Εξάνιο	Κίτρινο
Οξικός αιθυλεστέρας	Σκούρο πράσινο
Μεθανόλη	Ανοιχτό πράσινο



3. Συζήτηση

Οι μεταβολίτες που μπορεί να υπάρχουν στα 3 εκχυλίσματα διερευνήθηκαν μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικών άρθρων ώστε να γίνει η ταυτοποίηση συγκεκριμένων μορίων της τριγωνέλλας με χαρακτηρισμένη βιοδραστικότητα.

Στην συνέχεια παραθέτουμε τις μεθόδους προσδιορισμού των μεταβολιτών και τους μεταβολίτες που βρέθηκαν στην βιβλιογραφία.

1. Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC).

Η HPLC είναι πιθανώς η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη αναλυτική τεχνική για το χαρακτηρισμό των πολυφαινολικών ενώσεων.

Η ανάλυση HPLC ανίχνευσε την παρουσία φλαβονοειδών όπως του Κερσετίνης, ρουτίνης, και καμφερολίνης (5)

Επίσης, με την HPLC ταυτοποιήθηκε η στεροειδής σαπωνίνη **διοσγενίνη** (7)

2. Τεχνική UHPLC / Q-TOF-MS

Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (UHPLC) συζευγμένη με υβριδικό quadrupole χρόνο-φασματομετρία μάζας (Qtof MS E) είναι μια αποτελεσματική αναλυτική τεχνική για την ταχεία διαλογή και ταυτοποίηση των ενδιαφερομένων ενώσεων. Αυτή η προσέγγιση συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του UHPLC (υψηλό ανάλυση, υψηλή ευαισθησία και διαχωρισμός υψηλής ταχύτητας) με το ακριβές μέτρηση μάζας που προσφέρεται από τη φασματομετρία μάζας TOF.

Με αυτήν την μέθοδο στους σπόρους τριγωνέλλας εντοπίστηκαν **στεροειδής σαπωνίνες** όπως φουροστανόλης, σπιροστανόλης και τριτερπενοειδείς σαπωνίνες. (6)

3. Η Υγρό χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας (LC-MS)

Το ολικό RNA που χρειάζεται αυτή η τεχνική εξήχθει από διαφορετικούς ιστούς της τριγωνέλλας (στελέχη, φύλλα, λουλούδια και ανάπτυξη κορμών σπόρων).

Η LC-MS αποκάλυψε αυτή η παροδική έκφραση τόσο του *Pp CYP* όσο και του *Tf CYP* γονίδια είχε πράγματι ως αποτέλεσμα ετερόλογη παραγωγή **διοσγενίνης**. (4)

4. Αναλυτική χρωματογραφία λεπτής στιβάδας (TLC)

Χρησιμοποιώντας TLC ταυτοποιήθηκαν φλαβονοειδή σε ώριμα φύλλα φυτών και αποξηραμένα φύλλα. Το αποτέλεσμα της ποιοτικής ανάλυσης έδειξε ότι τα ώριμα φύλλα φυτών και το αποξηραμένο φυτικό μέρος της τριγωνέλλας περιέχουν την **κερσετίνη**.

Επίσης, βρέθηκε περιεκτικότητα **φαινόλης** περισσότερο στα αποξηραμένα φύλλα και στα εκχύλισματα από σπόρου (5)

5. Χρωματογραφία συζευγμένη με φασματομετρία μάζας (GC-MS) και υπέρυθη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier (FT-IR)

Η ανάλυση GC-MS του σπόρου της τριγωνέλλας αποκάλυψε ότι το έλαιο είναι πλούσιο σε φλαβονοειδή και ειδικά σε βασικά ωμέγα-6 λιπαρά οξέα (λινελαϊκό οξύ), τα οποία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά για την πρόληψη στεφανιαίων παθήσεων, φλεγμονών και καρκίνου. (2)

6. Οι Φυτοχημικές Δοκιμές

Οι παραδοσιακές μέθοδοι φυτοχημείας απαιτούν εντατική εργασία και λόγω της δομικής πολυπλοκότητας του ακατέργαστου εκχυλίσματος χρησιμοποιούνται για την αδρή ταυτοποίηση των μεταβολιτών.

Σε κάθε φυτοχημική ανάλυση, η αιθυλική αλκοόλη χρησιμοποιείται κυρίως ως πρότυπο για προσδιορίστε διάφορα κατάλοιπα στο εκχύλισμα. Στην συνέχεια γίνεται συνοπτική περιγραφή των δοκιμών.

Αλκαλοειδή: Για να προσδιοριστεί η παρουσία του αλκαλοειδή στο εκχύλισμα λαμβάνονται 2 ml εκχυλίσματος και σε αυτό Προστίθενται 2 ml αντιδραστηρίου Wagner. Παρατηρείται σχηματισμός καφετί κατακρημνίσεων. Έτσι υποδεικνύει το παρουσία αλκαλοειδών.

Καρδιακές γλυκοσίδες: Για να ελεγχθεί η παρουσία γλυκοσίδων, 2 ml εκχυλίσματος διαλύονται με 2 ml χλωροφορμίου προσεκτικά προσθέστε πυκνό θειικό οξύ για να σχηματιστεί ένα στρώμα. Βαθύ κοκκινωπό καφέ χρώμα στη διεπαφή στεροειδούς δακτυλίου υποδεικνύει την παρουσία καρδιακών γλυκοσίδων.

Φλαβονοειδή: Για να γνωρίζουμε την παρουσία Φλαβονοειδών στο σπόρους, 2 ml εκχυλίσματος προστίθενται σε 2 ml οξεικού μολύβδου 10%. Το κιτρινωπό πράσινο χρώμα δείχνει την παρουσία του φλαβονοειδή.

Σαπωνίνες: Για αυτό, διαλύονται 2 ml εκχυλίσματος με 2 ml του αντιδραστηρίου benedicts. Μπλε μαύρο υποδηλώνει την παρουσία σαπωνινών.

Τανίνες: Για να γνωρίζετε την παρουσία των τανινών, είναι 2 ml εκχύλισμα κατεργάστηκε με 0.1% χλωριούχο σίδηρο. Καφέ πράσινο στρώμα δείχνει την παρουσία τανινών.



7. Αποτελέσματα

Η τριγωνέλλα όπως και όλα τα φυτά, σχηματίζουν δευτερογενείς μεταβολίτες για διάφορους σκοπούς, όπως για την προστασία από τα παράσιτα, τις εξωτερικές συνθήκες και ως ορμόνες του ίδιου του φυτού. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες είναι παρόντες μόνο παρεμπιπτόντως και δεν είναι υψίστης σημασίας για τη ζωή των φυτών.

Οι δευτερογενείς μεταβολίτες που υπάρχουν στα τρία εκχυλίσματα της μελέτης μας σύμφωνα με τις πιο πάνω μεθόδους προσδιορισμού είναι: **Αλκαλοειδή, Σαπωνίνες, Τανίνες, Στερόλες, Καρδιακές γλυκοσίδες, Φλαβονοειδή και Φαινόλη**

Μεταβολίτης \ Εκχύλισμα με	Εξάνιο	Οξικός αιθυλεστέρας	Μεθανόλη
Αλκαλοειδή	+	+	+
Σαπωνίνες	+	+	+
Τανίνες	-	-	+
Στερόλες	-	+	+
Καρδιακές γλυκοσίδες	+	+	+
Φλαβονοειδή	-	-	-
Φαινόλη	+	-	+

(+): Παρόν, (-): Απουσία

Πίνακας: Ποιοτική ανάλυση για φυτοχημικά προϊόντα που υπάρχουν σε διάφορα εκχυλίσματα φύλλων *T. foenum-graecum*

Σαπωνίνες

Αυτές οι ενώσεις αντιπροσωπεύουν ένα μέρος των μηχανισμών άμυνας των φυτών κατά της βιοτικής καταπόνησης και κατά συνέπεια, μπορούν να ταξινομηθούν ως φυτοπροστατευτικά. Η τριγωνέλλα είναι μια πλούσια πηγή σε σαπωνίνες όπως η ξυγονίνη, η τειγογενίνη και η διοσγενίνη.

Η **διοσγενίνη** είναι ο πιο σημαντικός στεροειδής μεταβολίτης του. Έχει μοριακό βάρος $414.621 \text{ g mol}^{-1}$ και αποτελείται από 27 άτομα άνθρακα, 42 υδρογόνο και τρία άτομα οξυγόνου.

Η μέγιστη ποσότητα της διοσγενίνης που απαντάται φυσικά στην τριγωνέλλα βρίσκεται στα νεαρά φύλλα και στους ώριμους σπόρους, με ποσοστά που κυμαίνονται από 0,28% έως 0,92%.

Προκλινικές μελέτες διερεύνησαν τις φαρμακολογικές δραστηριότητες της τριγωνέλλας και του μεταβολίτη διοσγενίνη, εστιάζοντας στις αντι-διαβήτη, καρδιοπροστατευτικές, αντικαρκινικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες. (4)

Χρησιμεύει σε διάφορες λειτουργίες που κυμαίνονται από την άμυνα, τη ρύθμιση της φυσιολογίας των κυττάρων σε απάντηση σε ένα περιβαλλοντικό συμβάν, έως τη λειτουργία τους σαν αντισυλληπτικές ορμονικές και των αντι-φλεγμονώδεις παράγοντες. Χρησιμοποιείται επίσης ως αντισυλληπτικό και για την πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων.

Έχει οιστρογονική δραστηριότητα και αντιπροσωπεύει το περισσότερο σημαντικό βιοενεργό φυτοχημικό της τριγωνέλλας, που χρησιμοποιείται ως ακατέργαστο πρόδρομο για τη βιομηχανική σύνθεση μεγάλης κλίμακας σε στεροειδή φάρμακα και ορμόνες όπως τεστοστερόνη, νορεθιστερόνη, γλυκοκορτικοειδή και προγεστερόνη

Τανίνες

Οι τανίνες αποτελούνται από ένα μείγμα γλυκοζιδάσεων, που περιέχει είτε ελλαγικό οξύ είτε κατεχόλη. Είναι οργανικές ενώσεις υψηλού μοριακού βάρους με τη χαρακτηριστική ιδιότητα να σχηματίζουν σταθερούς συνδυασμούς με τις πρωτεΐνες. Αυτό προσδίδει την αίσθηση στυπτικότητας κατά τη γευστική δοκιμασία της τριγωνέλλας.

Καρδιακές γλυκοσίδες

Οι ενώσεις αυτές αποτελούνται από στεροειδή πυρήνα ενωμένο με λακτονικό δακτύλιο. Τα σάκχαρα των καρδιοτονωτικών γλυκοζιτών είναι η διγλιτοξόζη, η γλυκόζη και η ραμνόζη

Οι καρδιακές γλυκοσίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην θεραπεία της καρδιακής ανεπάρκεια, της κολπική μαρμαρυγή και ειδικά σε συνδυασμό με β-αδρενεργικούς αποκλειστές, στη θεραπεία της στηθάγχης σε ασθενείς με καρδιομεγαλία και καρδιακή ανεπάρκεια.

Στερόλες

Οι στερόλες αποτελούν φυσιολογικά συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος των φυτικών κυττάρων. Ανήκουν στην ευρύτερη ομάδα των ισοπρενοειδών λιπιδίων. Βρίσκονται ελεύθερες, ως στερόλες και στανόλες, ή συζευγμένες ως εστέρες ή γλυκοζίτες. Είναι οι στερόλες με 28 ή 29 άτομα άνθρακα και, όπως και η χοληστερόλη, με την οποία έχουν συγγενή δομή και βιοσύνθεση, αποτελούνται από ένα τετρακυκλικό κυκλοπεντανο φεναθρένιο και μία πλευρική ανθρακική αλυσίδα στον άνθρακα. Η αυξημένη πρόσληψη φυτικών στερολών μειώνει τη χοληστερόλη του αίματος.

Φλαβονοειδή

Ο όρος φλαβονοειδή χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα ευρύ σύνολο φυσικών προϊόντων που σχηματίζουν έναν ανθρακικό σκελετό με 15 άτομα άνθρακα διατεταγμένα σε δύο αρωματικούς δακτυλίους που ενώνονται με μία γέφυρα τριών ανθράκων (C6-C3-C6). Πολλά φλαβονοειδή έχουν σπασμολυτικές, αντιαλλεργικές, διουρητικές και ανθελμινθικές δράσεις. Η συμβολή τους στην ανθρώπινη υγεία έχει αποδειχθεί σε πολλές περιπτώσεις ευεργετική, καθώς ενεργοποιούν ένζυμα τα οποία μειώνουν την πιθανότητα εμφάνισης συγκεκριμένων τύπων καρκίνου, καρδιακών παθήσεων και εκφυλιστικών παθήσεων που σχετίζονται με τη γήρανση. Κάποιες από αυτές τις ουσίες συμβάλλουν επίσης στην καλύτερη υγεία των δοντιών και τη μείωση της εκδήλωσης κοινών ασθενειών όπως η γρίπη. Ο βασικός λόγος που καθιστά τα φλαβονοειδή ευεργετικά για την υγεία είναι οι αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες.

Μια σειρά μελετών έχουν αποδείξει τις θετικές επιδράσεις των φλαβονοειδών στην υγεία, όπως η καταπολέμηση φλεγμονών, η

ανακοπή της ανάπτυξης καρκινικών κυττάρων και η προστασία της καρδιάς.

Το λινελαϊκό οξύ έχει αναγνωριστεί ως σημαντική διατροφή στο ανθρώπινο σώμα λόγω της έντονης αντικαρκινικής δραστηριότητας ιδιαίτερα όσον αφορά τη θεραπεία του καρκίνου του μαστού. Η δεύτερη υψηλότερη ένωση (παλμιτικό οξύ) είναι γνωστή για τη βιολογική και αντιοξειδωτική της δράση. Το παλμιτικό οξύ είναι γνωστό ως ένα από τα πιο κοινά κορεσμένο λιπαρό οξύ με σκελετό άνθρακα 16 ατόμων που βρίσκεται σε φυτά, ζώα και μικροοργανισμών. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο τροφίμων και αντιφλεγμονώδη, την καθημερινή πρόσληψή του μπορεί να οδηγήσει σε μια υγιέστερη ζωή

Φαινόλη

Οι φαινόλες είναι οι οργανικές αρωματικές ενώσεις οι οποίες περιέχουν τουλάχιστον έναν βενζολικό δακτύλιο. Οι φαινόλες έχουν αντιοξειδωτική δράση, προστατεύοντας τον οργανισμό από την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων και καρκίνου. Άλλες βιολογικές ιδιότητές τους είναι οι αντιφλεγμονώδεις και οι θρομβολυτικές δράσεις τους.

Αλκαλοειδή

Τα αλκαλοειδή αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία οργανικών ενώσεων που έχουν στο μόριό τους ετεροκυκλικό άζωτο σε αρνητική οξειδωτική κατάσταση. Εντοπίζονται φυσικώς κυρίως σε κάποια φυτά (π.χ. στα μηκωνοειδή) και μερικές φορές και σε ζώα. Παρουσιάζουν ενδιαφέρον κυρίως λόγω της φυσιολογικής τους δράσης με μακρόχρονη ιστορία επί φαρμακευτικών ιδιοτήτων αλλά και δηλητηριωδών σε μεγαλύτερη δόση, ως ναρκωτικά ή παραισθησιογόνα.



Fenugreek

5. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδηλώνουν ότι σε όλα τα διαφορετικά μέρη του φυτού, δηλαδή σπόρους, φύλλα, στέλεχος ώριμου και κοτυληδονικού σταδίου φρέσκου και ξηρού φυτού υπάρχουν πολύτιμες βιοδραστικές ουσίες.

Τα εκχυλίσματα μεθανόλη περιέχουν περισσότερα φυτοχημικά σε σύγκριση με τα εκχυλίσματα εξάνιου και οξικού αιθυλεστέρα και ως εκ τούτου είναι η πρώτη επιλογή διαλύτη σε καθοδικά πειράματα για την εφαρμογή εκχυλισμάτων σε κυτταρικές σειρές.

Το *Trigonella-foenum graecum*) είναι ένα από τα πιο ελπιδοφόρα φαρμακευτικά βότανα από την αρχαιότητα. Τα διάφορα ευεργετικά χαρακτηριστικά για την υγεία της τριγωνέλλας, που έχουν τη δυνατότητα θεραπευτικής εφαρμογής είναι απαραίτητο να τα απομονώσουμε ανεξερεύνητη πηγή για την ανάπτυξη πιθανών νέων ενώσεων και συνεπώς για το όφελος του ανθρώπου.

Οι φαρμακευτικοί κατασκευαστές θεωρούνται την τριγωνέλλα ως μοριακό εργοστάσιο, δεδομένου ότι έχουν την ικανότητα να συνθέτουν την τεράστια ποικιλία υποπροϊόντα που ονομάζονται " βιοδραστικές ενώσεις ".

Η άποψη αυτών των πολλά υποσχόμενων ωφέλιμων φυσιολογικών αποτελεσμάτων είναι ότι η τριγωνέλλα αξίζει να θεωρηθεί ως ένα φυσικό και απαραίτητο συστατικό στην καθημερινή μας διαίτα.



Βιβλιογραφία

1. Srinivasan, K. **Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physiological effects**. *Food Rev. Int.* 2006, 22 (2), 203-224.
2. S. Akbari, NH Abdurahman, RM Yunus, OR Alara, OO Abayomi, **Extraction, characterization and antioxidant activity of fenugreek (*Trigonella-Foenum Graecum*) seed oil**, *Materials Science for Energy Technologies* (2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.mset.2018.12.001>
3. Spandan and Pooja Shah CHAUDHAR **Review on Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and its Important Secondary Metabolite Diosgenin** <https://doi.org/10.15835/nbha46110996>
4. Bastien Christ, Chengchao Xu , Menglong Xu , Fu-Shuang Li **Repeated P450-mediated cytochrome evolution spiroketal steroid biosynthesis in plants**. *NATURE COMMUNICATIONS* | (2019) 10: 3206 <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11286-7>
5. Tailor Varsha, Ankita Jain **COMPARATIVE QUANTITATIVE ESTIMATION OF SECONDARY METABOLITES AND HPLC ANALYSIS IN DIFFERENT PLANT PARTS OF TRIGONELLA FOENUM GRACEUM** *International Journal of Applied Research*, 2347-4580, Aug 2018, 75-84
6. Li-ping Kang, Yang Zhao, Xu Pang, He-shui Yu **Characterization and identification of steroidal saponins from seeds *Trigonella foenum-graecum* by ultra high-performance liquid chromatography and hybrid time-of-flight mass spectrometry** *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 74 (2013) 257–267
7. Spandan Chaudhary, Surendra K. Chikara, Mahesh C. Sharma **Elicitation of Diosgenin Production in *Trigonella foenum-graecum* (Fenugreek) Seedlings by Methyl Jasmonate** *Int. J. Mol. Sci.* **2015**, 16(12), 29889-29899; <https://doi.org/10.3390/ijms161226208>
8. Mallik A, Bhattacharjee C. ***Trigonella foenum-graecum* : A review on its traditional uses, phytochemistry and pharmacology**. *International Journal of Advances in Scientific Research* 2019 Doi: <https://ssjournals.com/index.php/ijasr/article/view/5217>
9. Ling-Biao Gu , Xiao-Ning Liu , Hua-Min Liu **Extraction of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Seed Oil Using Subcritical Butane: Characterization and Process Optimization** *Molecules* **2017**, 22(2),228; <https://doi.org/10.3390/molecules22020228>



