

Πολυσακχαρίτες των ανώτερων φυτών

Ομογενείς πολυσακχαρίτες

1. Άμυλο
 - A. Κύριες πηγές αμύλου
 1. Αμυλούχα δημητριακά
 2. Άμυλα από κονδύλους και ριζώματα
 3. Άμυλα από σπέρματα
 4. Χαρακτηριστικά και δοκιμές των αμύλων
 - B. Παραγωγή του αμύλου
 - Γ. Δομή και σύνθεση: Αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη
 - Δ. Ιδιότητες του αμύλου
 - E. Τροποποιημένα άμυλα
 - Φ. Χρήσεις των αμύλων
2. Κυτταρίνη
 - A. Πηγές και δομή
 - B. Βαμβακόφυτο και βαμβάκι
 - Γ. Κυτταρίνη και ημισυνθετικά παράγωγα
3. Διαιτητικές ίνες
 - A. Ορισμός
 - B. Κύρια συστατικά των διαιτητικών ινών τοιχωματικής προέλευσης
 - Γ. Πηγές διαιτητικών ινών
 - Δ. Βιολογικά αποτελέσματα των τροφικών ινών
 - E. Δοκιμή: Προσδιορισμός των διαιτητικών ινών
 - Φ. Χρήσεις των διαιτητικών ινών
4. Φρουκτάνες
 - A. Γενικότητες
 - B. Δρόγες περιέχουσες ινουλίνη
 - Γ. Δρόγες περιέχουσες φρουκτάνες εκτός από ινουλίνη
5. Βιβλιογραφία

Στο κεφάλαιο αυτό θα συζητήσουμε μόνο τις γλυκάνες (κυτταρίνη και άμυλο) και τις φρουκτάνες. Η μελέτη των διαιτητικών ινών θα γίνει παράλληλα με την κυτταρίνη. Πράγματι, η σύνθεση αυτών των αδιάλυτων ινών είναι πολύπλοκη και η κυτταρίνη είναι συνήθως το κυρίαρχο συστατικό τους.

1. Άμυλο

Το άμυλο αποτελεί την κύρια αποθηκευτική ουσία στα φυτά, και ταυτόχρονα μία απαραίτητη πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο και για αναρίθμητα ζώα. Παρόν σε όλα τα φυτικά όργανα, συγκεντρώνεται κατά προτίμηση στα εξής:

- στα σπέρματα των δημητριακών (βρώμη, σιτάρι, καλαμπόκι, κριθάρι, ρύζι, σίκαλη και το σόργο, μεταξύ άλλων), στα όσπρια (φασόλια, μπιζέλια, ρεβίθια, κουκιά, φακές, και άλλα), ή σε άλλα είδη (καστανιές) κ.λ.π.
- σε καρπούς: αρτόδεντρο (*Artocarpus communis* Forst., Moraceae), και μπανάνα (ιδίως η αμυλώδης ποικιλία plantain) (*Musa paradisiaca* L., Musaceae), κ.λπ.
- στα υπόγεια τμήματα διαφόρων ειδών-στις κονδυλοποιημένες ρίζες των φυτών της πατάτας, της Manihot (ταπιόκα ή άμυλο μανιόκας-cassava) στις γλυκοπατάτες, δισκορέες (γιαμ), στα ριζώματα του φυτού κολοκάσι (*Colocasia esculenta*, γνωστό και ως taro ή dasheen), κλπ
- ακόμη και στην ψίχα, όπως είναι η περίπτωση του σάγο, που παράγεται από τον στύπο του φοίνικα *Metroxylon sagu* Rottb. (= *M. rumphii* Martius).

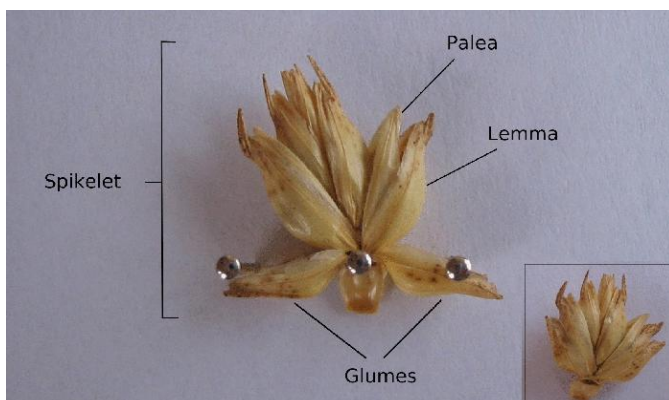
Με την παγκόσμια παραγωγή να υπολογίζεται σε 22,5 εκατ. μετρικούς τόνους, το άμυλο αποτελεί σημαντικό βιομηχανικό προϊόν που βρίσκει πολλαπλές εφαρμογές: μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης πηγαίνει για μη διατροφική χρήση (π.χ., κλωστοϋφαντουργία, χαρτί, χαρτόνι), ενώ ένα σημαντικό ποσοστό για τη φαρμακευτική και χημική βιομηχανία.

A. Κύριες πηγές αμύλου

Το άμυλο είναι ένα σχεδόν καθολικό συστατικό των φυτών: θα περιοριστούμε εδώ στις πηγές αμύλου με μεγάλο βιομηχανικό ενδιαφέρον, στις πηγές που σχετίζονται με τις φαρμακοποιίες και σε μερικά σημαντικά παραδείγματα. Τα προϊόντα αυτά-αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα δημητριακά-έχουν χρήσεις που δεν είναι κατ' ουσίαν φαρμακευτικές και αποτελούν το αντικείμενο μιας πλούσιας βιβλιογραφίας για τον ενδιαφερόμενο αναγνώστη.

1. Δημητριακά που παράγουν άμυλο

Τα μέλη της οικογένειας Poaceae (που ονομάζονται συνήθως αγρωστώδη) είναι γενικά



πωδή φυτά, σπάνια ξυλοποιημένα, και είτε είναι ετήσια ή πολυετή. Οι άξονες είναι απλοί, κοίλοι (κούφιοι), και φέρουν δίστοιχα φύλλα με παράλληλη νεύρωση. Οι ταξιανθίες είναι στάχεις. Το άνθος είναι περιορισμένο σε τρεις στήμονες και σε ένα ψευδο-μονομερή γυναικώνα. Ο καρπός των Poaceae (εξαιρούνται τα Bambusoideae) είναι καρύοψη, δηλαδή, ένα αχάινιο όπου το σπερματικό περίβλημα είναι ενωμένο με το περικάρπιο. Το έμβρυο είναι μικρό, στη βάση, και εξωτερικό σε σχέση με το albumen. Το μέγεθος των καρπών ποικίλλει μεταξύ των ειδών, και οι

καρποί μπορεί να είναι γυμνοί ή να περιβάλλονται από προσκολλημένα ή συνενωμένα paleas (κριθάρι, βρώμη).

Η εγκάρσια τομή της καρύοψης δείχνει από το εξωτερικό προς το εσωτερικό:

-ένα περικάρπιο με σκληρεγχοματικά κύτταρα που αδειάζουν κατά την ωρίμανση

-ένας ενδοκάρπιο με εγκάρσια και σωληνοειδή κύτταρα

-ένα λεπτό σπερματικό χιτώνα που καλύπτει ένα στρώμα κυττάρων που είναι πλούσια σε λιπίδια και αλευρόνες

-ένα albumen με μεγάλα αμυλώδη κύτταρα.

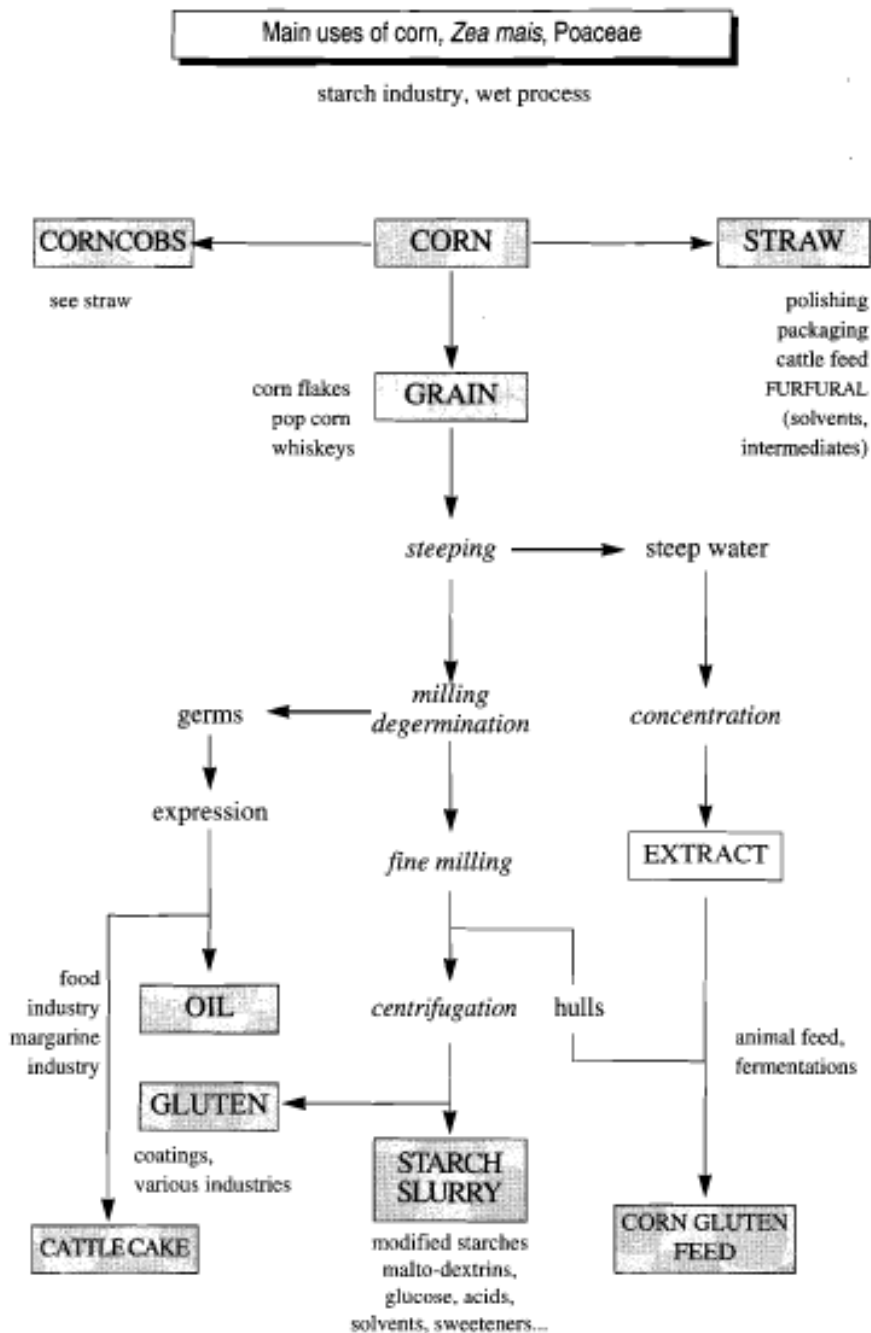
Χημική σύνθεση του σπέρματος (μη σακχαριδικά συστατικά). Η περιεκτικότητά του σε νερό είναι συνήθως περίπου 10%. Το ποσοστό των ανόργανων συστατικών είναι χαμηλό, ιδιαίτερα στο καλαμπόκι. Ο φώσφορος και ο σίδηρος βρίσκονται σε σημαντικές ποσότητες στο ρύζι και το σιτάρι, αλλά από την άλλη πλευρά, όλα τα σιτηρά είναι φτωχά σε ασβέστιο. Τα λιπίδια (τριγλυκερίδια, λεκιθίνες, παράγωγα στερολών) αποθηκεύονται κυρίως στο έμβρυο, και η περιεκτικότητα σε λιπίδια σε σχέση με το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 2 έως 5%. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες κυμαίνεται ευρέως από 8% (ρύζι) ως 15% (σίτος). Ωστόσο, αυτές οι πρωτεΐνες παρουσιάζουν έλλειψη σε συγκεκριμένα αμινοξέα, η οποία περιορίζει σχετικά τη διαιτητική αξία τους. Η βιολογική αξία κατά αύξουσα σειρά είναι: εξευγενισμένο σιτάρι, καλαμπόκι, κεχρί, ολόκληρο σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, ρύζι και κυρίως καφέ ρύζι. Όλα τα δημητριακά είναι ανεπαρκή σε βιταμίνη Α, και η διαδικασία εξευγενισμού απομακρύνει ένα μεγάλο μέρος της ομάδας βιταμινών Β που υπήρχε αρχικά στο πλήρες σπέρμα. Παρ' όλα αυτά, η καλλιέργεια των Poaceae ήταν αυτή που οδήγησε στη γέννηση της γεωργίας κατά τη νεολιθική εποχή, καθώς κάθε ένας από τους μεγάλους ανθρώπινους οικισμούς συνέδεε τη μοίρα του με κάποιο από τα κύρια δημητριακά. Στις μέρες μας, ακόμη το 80% των θερμίδων που απαιτούνται για την ανθρωπότητα παρέχονται από δημητριακά.

• **Σιτάρι (*Triticum sp.*), Ρύζι (*Oryza sp.*), Καλαμπόκι (*Zea mais L.*)**

Αυτά τα φυτά που καλλιεργούνται σε μεγάλο βαθμό παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη φαρμακευτική για το άμυλο τους, καθώς επίσης και για το λιπιδικό κλάσμα τους (έλαιο φύτρων σιταριού), για τις ίνες τους (πίτουρο σιταριού) ή τις περιεχόμενες ίνες τους (καστανό ρύζι), για τη γλουτένη ή ζεΐνη (zein) (επικάλυψη δισκίων), για το ασαπνωποίητο κλάσμα του αραβοσιτέλαιου (που προτείνεται για τη θεραπεία της περιοδοντίτιδας), για τα «μουςτάκια» του καλαμποκιού¹ (παραδοσιακά χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν τις νεφρικές και πεπτικές απεκκριτικές λειτουργίες, για να διευκολυνθεί η νεφρική απέκκριση του νερού, και ως συμπλήρωμα στις δίαιτες απώλειας βάρους), καθώς και για τα προϊόντα μετασχηματισμού του αμύλου: δεξτρίνη, σάκχαρα, πολυαλκοόλες, και υποπροϊόντα που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για ζυμώσεις ή για τη χημική βιομηχανία. Για παραδείγματα, δείτε τον παρακάτω πίνακα για μια περίληψη των πολλών προϊόντων από το καλαμπόκι και από τη βιομηχανία αμύλου.

¹ «Η μονογραφία της γαλλικής φαρμακοποιίας (1997) σχετικά με το καλαμπόκι (οι στύλοι του καλαμποκιού (corn silk) ή μουςτάκια καλαμποκιού) διευκρινίζει ότι δεν περιέχει λιγότερο από 1.5% κάλιο, όπως προσδιορίζεται με φλογοφωτομετρία για το υδατοδιαλυτό κλάσμα του υπολείμματος κάυσης. Η συνολική τέφρα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 7%.

Κεραμίδια και γλυκοζυλοκεραμίδια εξαγόμενα από το σιτάρι και το ρύζι μπορεί να αποτελέσουν εναλλακτική λύση για τα ζωικά κεραμίδια (Τα κεραμίδια είναι σφινγκοσίνες Ν-ακετυλιωμένες από ένα λιπαρό οξύ. Η βιομηχανία καλλυντικών, τα χρησιμοποιεί για την υποτιθέμενη ικανότητά τους να προλαμβάνουν ή να επιβραδύνουν τη γήρανση του δέρματος).



Άλλα δημητριακά:

με διαιτητικό ενδιαφέρον

Είναι αρκετά πολυάριθμα και η μελέτη τους είναι πάρα πολύ σύνθετη για να εξεταστεί εδώ: βρώμη (*Avena sativa* L. Η οποία μπορεί να πωληθεί με την ακόλουθη ένδειξη: «συμπωματική αντιμετώπιση της δυσκοιλιότητας», κεχριά (millets) (διάφορα είδη *Digitaria*, *Eleusine*, *Echinochloa*,

Panicum, Paspalum, Pennisetum, Setaria), σίκαλη (*Secale cereale* L.), σόργο (*Sorghum bicolor* L.), άγρια ρύζια (*Zizania aquatica* L., *Z. latifolia* [Griseb] Stapf).

με φαρμακευτικό ενδιαφέρον

• ΚΡΙΘΑΡΙ,

Hordeum vulgare L.

Το κριθάρι ήταν πιθανώς το πρώτο δημητριακό που καλλιεργήθηκε (7.000 πΧ) στη Μέση Ανατολή. Πέρα από τη βιολογική αξία του και τη σημασία του ως τροφή, το κριθάρι βρίσκει ακόμα και σήμερα μερικές εφαρμογές στη φαρμακευτική.

1. Διασάση από βλαστημένο κριθάρι: αποτελείται από τις αμυλάσεις που λαμβάνονται από το βλαστημένο κριθάρι από διαβροχή με νερό. Αυτή περιέχει περισσότερο από μια αμυλασική μονάδα ανά mg. Με άλλα λόγια έχει μια ενζυματική δραστηριότητα που, σε καθορισμένες συνθήκες, ελευθερώνει με υδρόλυση ενός διαλυτού αμυλούχου υποστρώματος ένα micromole αναγωγικού σακχάρου ανά λεπτό.



2. Βύνη ή βυνοποιημένο κριθάρι. Αυτή το προϊόν παραλαμβάνεται επιτρέποντας στους σπόρους να βλαστήσουν σε συνθήκες υγρασίας. Μετά από αρκετές ημέρες, ο βλαστημένος σπόρος ξηραίνεται, απαλλάσσεται από τα ριζίδια, και αλέθεται. Η βύνη είναι εύκολο να αφομοιωθεί δεδομένου ότι η βλάστηση έχει υδρολύσει το άμυλο σε δεξτρίνη και μαλτόζη, και τις πρωτεΐνες σε πολυπεπτίδια και αμινοξέα επιπλέον. Επιπλέον η βύνη είναι πλούσια σε αμυλάση. Η βύνη χρησιμοποιείται στις παιδικές τροφές (βρεφικές συνταγές και δημητριακά) και για τους ασθενείς με τις πεπτικές δυσλειτουργίες.

3. Χορδενίνη (Hordenine) ή N,N-διμεθυλοτυραμίνη. Βρίσκεται στα ριζίδια, είναι ασθενές συμπαθομιμητικό και δρα κυρίως στο έντερο. Έχει χρησιμοποιηθεί στη συμπτωματική αντιμετώπιση της διάρροιας στους ενήλικους και τα παιδιά. Αν και η συμπαθομιμητική της δράση είναι ήπια, απαιτείται προσεκτική χρήση αυτής της ουσίας στους ασθενείς με υπέρταση και εκείνους που λαμβάνουν αναστολείς MAO.

2. Άμυλα από κονδύλους και ριζώματα

• ΠΑΤΑΤΑ,

Solanum tuberosum L., Solanaceae

Οι κόνδυλοι των πατατών αποτελούν, μετά από το καλαμπόκι, τη δεύτερη μεγαλύτερη πηγή αμύλου παγκοσμίως. Το τρίψιμο των κονδύλων και διαδοχικά πλυσίματα παράγουν έναν πολτό αμύλου. 100 Κιλά πατάτας παράγουν 15 έως 23 κιλά αμύλου. Το ένζυμο-εμπλουτισμένο άμυλο πατάτας δίνει μια γέλη με υφή συγκρίσιμη με αυτή των λιπών: στη βιομηχανία τροφίμων, αντικαθιστά μερικώς τα έλαια και τα λίπη στα προϊόντα λίγων θερμίδων. Το ένζυμο-εμπλουτισμένο, ακετυλιωμένο, και ψεκασμένο άμυλο, είναι υποκατάστατο του Αραβικού κόμμεως, ένα συνδετικό υλικό, και ένας παράγοντας σχηματισμού μεμβράνης.

- Άλλοι κόνδυλοι παράγονται και καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο για τη διαιτητική αξία τους, παραδείγματος χάριν διοσκορέες, manihot, διάφορες μαραντίες, και γλυκές πατάτες.

Οι διοσκορέες είναι παντροπικά Dioscoreaceae του γένους *Dioscorea* (*D. alata* L., *D. batatas* Decne, *D. bulbifera* L., *D. x cayenensis* Lam., *D. esculenta* [Lour.] Burkill., *D. opposita* Thumb., και άλλα). Είναι μάλλον φτωχές σε πρωτεΐνες (1-3% του φρέσκου υλικού) και σε λιπίδια (<0.3% του φρέσκου υλικού). Αυτοί οι κόνδυλοι είναι μερικές φορές ογκώδεις (αρκετά δεκάδες κιλά) και είναι πολύ πλούσιοι σε άμυλο: 25-30% του φρέσκου κονδύλου (80-90% του ξηρού βάρους). Οι διοσκορέες τρώγονται βρασμένες, ολόκληρες ή πουρές, μπορούν να ξηραθούν, και κατόπιν να μετατραπούν σε γεύμα ή νιφάδες. Πάνω από το 95% των 30 εκατομμυρίων μετρικών τόνων που παράγονται στον κόσμο παράγονται στην Αφρική (π.χ., Νιγηρία, Ακτή του Ελεφαντοστού, Μπενίν, Γκάνα²).

Manihot, *Manihot esculenta*, Crantz (Euphorbiaceae), είναι μια από τις σημαντικότερες αμυλούχες τροφές των τροπικών ζωνών της γης σε όλες τις ηπείρους. Μετά από την αποφλοιώση, τεμαχίζονται, και ψήνονται-κάτι που μειώνει ουσιαστικά την περιεκτικότητα σε κυανογόνους γλυκοσίδες - χρησιμοποιείται για την παρασκευή κυρίων πιάτων (*gari* [Αφρική], *farinha* [Νότια Αμερική]). Χρησιμοποιείται επίσης για την παρασκευή αλεύρων, τσιπ, και ακατέργαστων ή επεξεργασμένων αμύλων (ταπιόκα). (Παγκόσμια παραγωγή: 165 εκατομμύριο μετρικοί τόνοι Νιγηρία, Βραζιλία, Ταϊλάνδη, Ζαΐρ, Ινδονησία, μεταξύ άλλων.) Ο φρέσκος ξεφλουδισμένος βολβός περιέχει άμυλο 35%, 0.5-1.5% πρωτεΐνες και 0.3% λιπίδια.



Ορισμένα άμυλα από κονδύλους εισάγονται στη μορφοποίηση αλεύρων προοριζόμενων για βρεφικές τροφές: τέτοια είναι η περίπτωση της μαραντία (*arrowroot*), ένας όρος που υποδεικνύει κανονικά το άλευρο που λαμβάνεται από τον κόνδυλο του *Maranta arundinacea* L. (Marantaceae) ή των Δυτικών Ινδιών ή St Vincent. Ο όρος ισχύει επίσης για τα προϊόντα από *Canna edulis* L. Ker-Gawler (Cannaceae) ή μαραντία του Queensland. Η βιβλιογραφία αναφέρει επίσης τη μαραντία της Φλώριδας, εδώδιμη μόνο μετά από βράσιμο (*Zamia ssp*, Cycadaceae), μαραντία της Ταϊτή ή μαραντία των ανατολικών ινδιών (κόνδυλος του *Tacca leontopetaloides* [L.] Kuntze, Taccaceae). Η *Curcuma angustifolia* Roxb. αναφέρεται μερικές φορές ως ινδική μαραντία. Η Βραζιλιάνικη μαραντία (*Ipomea batatas* [L.] Lam., Convolvulaceae), δεν είναι τίποτα άλλο παρά η γλυκοπατάτα η οποία καταναλώνεται ευρέως στην Κίνα, μια χώρα που συμβάλλει πάνω από 90% στην παγκόσμια παραγωγή η οποία είναι 120 εκατομμύριο μετρικοί τόνοι.

Σε μερικές περιπτώσεις, τα ριζώματα αντί των κονδύλων εκτιμώνται για τη διαιτητική αξία τους: ιδιαίτερα πλούσια σε άμυλο, είναι τα ριζώματα διαφόρων τροπικών Araceae των γενών *Colocasia* (*C. esculenta* [L.] Schott = taro), *Xanthosoma* (*X. sagittifolium* [L.] Schott = tannia), *Cyrtosperma*, *Alocasia*, και *Amorphophallus*. Αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό μέρος της ανθρώπινης διατροφής στα νησιά του Ειρηνικού (παγκόσμια παραγωγή > 6.5 εκατομμύρια μετρικοί τόνοι: Νιγηρία, Γκάνα, Κίνα, μεταξύ των άλλων). Οι υδατάνθρακες από αυτά τα ριζώματα

² FAO (<http://www.fao.org/>). Για τις στατιστικές στα γαλλικά, <http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl?SUA&Language=français> Production.Crops.Primary&Domain

αντιπροσωπεύουν 15-30% του βάρους του φρέσκου κονδύλου και αποτελούνται από άμυλο 80%. Η παρουσία ραφίδων οξαλικού ασβεστίου ή τοξικών πρωτεϊνών ή και των δυο καθιστά απαραίτητο το προμαγείρεμα.

3. Άμυλα από σπέρματα (σπόρους)

Αυτοί είναι ουσιαστικά σπέρματα Fabaceae, αποκαλούμενοι συνήθως όσπρια: μπιζέλια (*Pisum sativum* L.), ρεβύθια (*Cicer arietinum* L.), κουκιά (*Vicia faba* L.), φακές (*Lens culinaris* Medikus), φασόλια³ (*Phaseolus vulgaris* L., *P. acutifolius* A. Gray, *P. coccineus* L., *P. lunatus* L.), *Cajanus cajan* [L.] Millsp.), και άλλα. Αυτά τα είδη, είναι στενά συνδεδεμένα, και αναρίθμητες ποικιλίες τους καλλιεργούνται παγκοσμίως. Στα σπέρματα, το άμυλο αποτελεί το 45-70% του ξηρού βάρους. Αυτό το άμυλο, είναι γενικά πλούσιο σε αμυλόζη (25-45%), δεν είναι ο μόνος υδατάνθρακας σε αυτά τα σπέρματα: περιέχουν συνήθως ολιγοσακχαρίτες οι οποίοι δεν πέπτονται από τον άνθρωπο, και οι οποίοι διασπώνται από τα βακτηρίδια του εντέρου και είναι, εν μέρει, η αιτία των αερίων του εντέρου που συνδέονται συχνά με την κατανάλωση ξηρών οσπρίων.

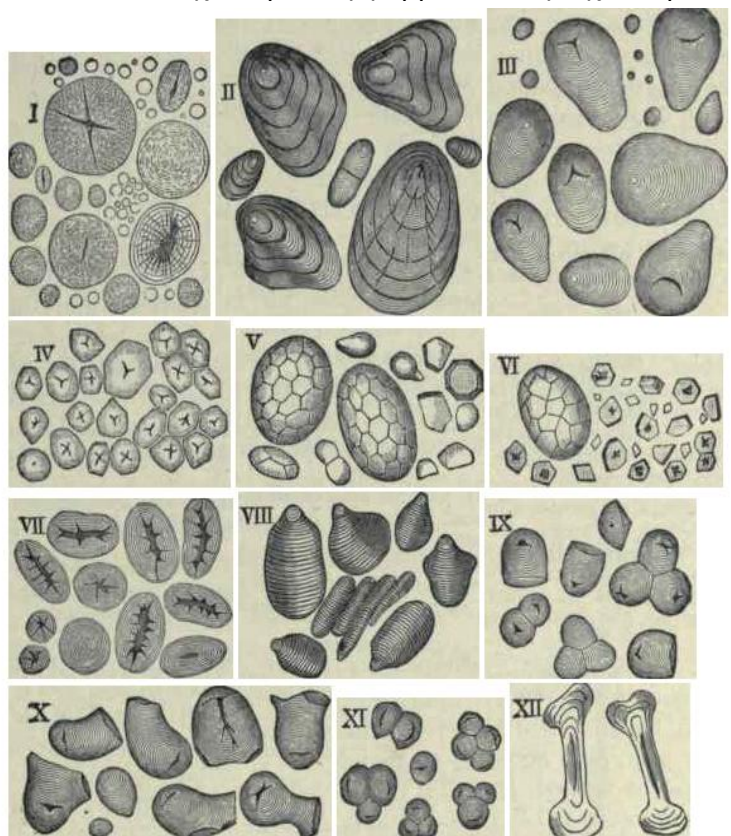
4. Χαρακτηριστικά και δοκιμές των αμύλων

Χαρακτηριστικά. Η 3η έκδοση της ευρωπαϊκής φαρμακοποιίας αφιερώνει τέσσερις μονογραφίες σε εκείνα τα άμυλα που χρησιμοποιούνται συχνότερα στη φαρμακευτική τεχνολογία:

άμυλο σίτου, άμυλο καλαμποκιού, άμυλο πατάτας και άμυλο ρυζιού. Επίσης περιγράφει το νάτριο καρβοξυμεθυλάμυλο (τύπος A και B, δηλ., άλατα νατρίου του μερικώς Ο-καρβοξυ-μεθυλιωμένου δικτυωμένου άμυλου πατάτας.

Τα άμυλα είναι πολύ λεπτές σκόνες, λευκές (αν και το άμυλο καλαμποκιού μπορεί να είναι ελαφρώς κίτρινο), αδιάλυτες στο νερό και οι οποίες τρίζουν με την πίεση δάχτυλων. Η διαφοροποίηση τους απαιτεί μια προσεκτική μικροσκοπική εξέταση: αμυλόκοκκοι μεταβλητού μεγέθους (2-45 μm) με πυρήνα και μόλις ορατές ραβδώσεις για το άμυλο σίτου, γωνιακοί (2-23 μm) ή στρογγυλεμένοι (25-32 μm) αμυλόκοκκοι με κεντρικό πυρήνα και χωρίς ομόκεντρες ραβδώσεις για το

άμυλο καλαμποκιού, μεγάλοι ωσειδείς κόκκοι (30-100 μm) με έκκεντρο πυρήνα και ομόκεντρες ραβδώσεις για το άμυλο πατάτας, μικροί πολυέδροι κόκκοι (2-5 μm, συχνά ενωμένοι) με κεντρικό



³ Πολλά όσπρια καλούμενα beans δεν ανήκουν στο γένος *Phaseolus*. Η ίδια σύγχυση ισχύει και για τα καλούμενα peas (μπιζέλια) που είναι συχνά από είδη έξω από τα γένη *Pisum* και *Cicer*: Αυτά τα παραδείγματα δείχνουν την ανάγκη της χρησιμοποίησης της βοτανικής λατινικής ονοματολογίας.

πυρήνα και χωρίς ραβδώσεις για το άμυλο ρυζιού. Κάτω από το πολωμένο φως, όλα τα άμυλα παρουσιάζουν μαύρο σταυρό που κεντροθετείται στον πυρήνα.

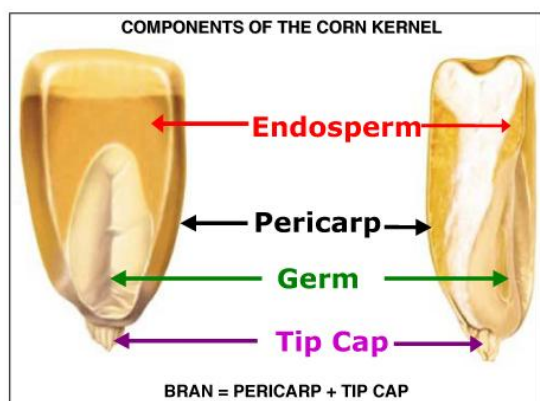
Δοκιμές. Τα άμυλα προσδιορίζονται από τη δυνατότητά τους να σχηματίζουν κολλοειδή διαλύματα και να χρωματίζονται με βαθύ μπλε χρώμα παρουσία ιωδίου. Τα άμυλα πρέπει να περνούν διάφορες δοκιμασίες: οξύτητας, ξένων υλών (πχ, τεμάχια μεμβρανών κυττάρων ή πρωτόπλασμα: ίχνη, ή για τα άμυλα για τις προμιξίσεις, <0.1%), απώλεια στην ξήρανση <15%, πατάτα <20%), θειούχος τέφρα <0.6%, ρύζι <1%, πατάτα <0.6%). Τα άμυλα για προμιγματα πρέπει επιπλέον να έχουν ένα συγκεκριμένο μέγεθος κόκκων (υπόλειμμα λιγότερο από 5% σε κόσκινο 250). Τα άμυλα μπορούν να μετατραπούν σε προζελατινοποιημένα άμυλα (ΕΥΡ. ΦΑΡΜ, 3^η ΕΚΔ., συμπλ 1998).

B. Παραγωγή του αμύλου

Το άμυλο εξάγεται κυρίως από το καλαμπόκι και από τους κονδύλους της πατάτας, και δευτερευόντως από το σίτο και τη μανιόκα (συν. κασσάβα, γιούκα).

Το άμυλο καλαμποκιού παράγεται ως εξής (υγρή διαδικασία):

Μετά από την απομάκρυνση των ακαθαρσιών (κεντρικός άξονας, διάφορα υπολείμματα) με κοσκίνισμα και αερισμό, οι κόκκοι του καλαμποκιού μαλακώνουν με βύθιση για 30 έως 48 ώρες σε νερό που θερμαίνεται στους 50°C και προστίθεται διοξείδιο του θείου. Το νερό ανακτάται και είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, διαλυτούς υδατάνθρακες, γαλακτικό οξύ, βιταμίνες, και ανόργανα. Αυτό το νερό χρησιμεύσει ως βάση για καλλιεργητικά υλικά για βιομηχανικές ζυμώσεις όπως η παραγωγή αντιβιοτικών από μικροοργανισμούς (υγρό καλαμποκιού). Το περίσσειμα, αναμιγνύεται με το φλοιό, και αξιοποιείται στην παραγωγή ζωοτροφών (τροφή γλουτένης καλαμποκιού).



Η άλεση του μαλακωμένων κόκκων στο υδατικό μέσο επιτρέπει την απομάκρυνση, με βάση τις διαφορές στην πυκνότητα, του εμβρύου (germ), το οποίο είναι πηγή ενός ελαίου με διατροφικό ενδιαφέρον (corn germ oil). Το υπόλοιπο σαν ζυμάρι μίγμα, που αποτελείται από το τμήμα του κόκκου χωρίς το έμβρυο, αλέθεται λεπτά και μετά από κοσκίνιση, φυγοκεντρείται και έτσι διαχωρίζονται οι πρωτεΐνες (γλουτένη καλαμποκιού) και το άμυλο.

Σε αυτή τη φάση, το άμυλο είναι ένα γαλακτώδες εναιώρημα. Η μικρή συντηρησιμότητα αυτής της μορφής και το κόστος της μεταφοράς της εξηγούν γιατί το μεγαλύτερο μέρος του προϊόντος μεταποιείται επιτόπου με ξήρανση. Εκατό κιλά καλαμποκιού παράγουν περίπου 63 κιλά αμύλου.

Γ. Δομή και σύνθεση: αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη

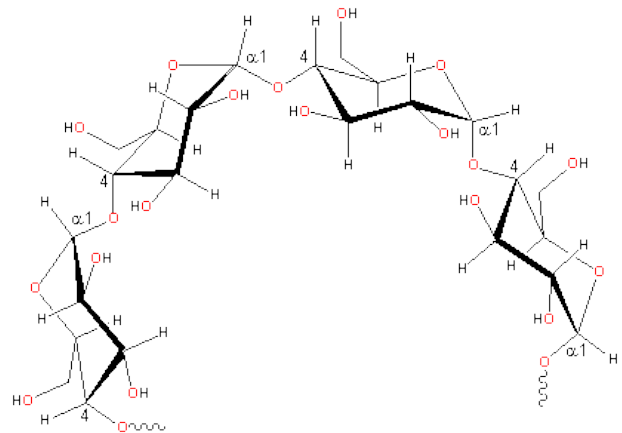
Στη φυσική του μορφή, το άμυλο (ή ακριβέστερα τα άμυλα, δεδομένου ότι η σύνθεσή τους ποικίλλει ανάλογα με τη βοτανική προέλευσή τους) προκύπτει ως δομή που οργανώνεται αργά από κατευθυνόμενη βιοσύνθεση: τον αμυλόκοκκο. Η ημι-κρυσταλλικότητα του αποδεικνύεται από την εμφάνιση του, κάτω από πολωμένο φως. Η μορφή του αμυλόκοκκου, το μέγεθός του, η θέση

του πυρήνα ποικίλλουν ανάλογα με τα είδη και επομένως είναι σημαντικά στοιχεία για τη μικροσκοπική ταυτοποίηση (δείτε ανωτέρω).

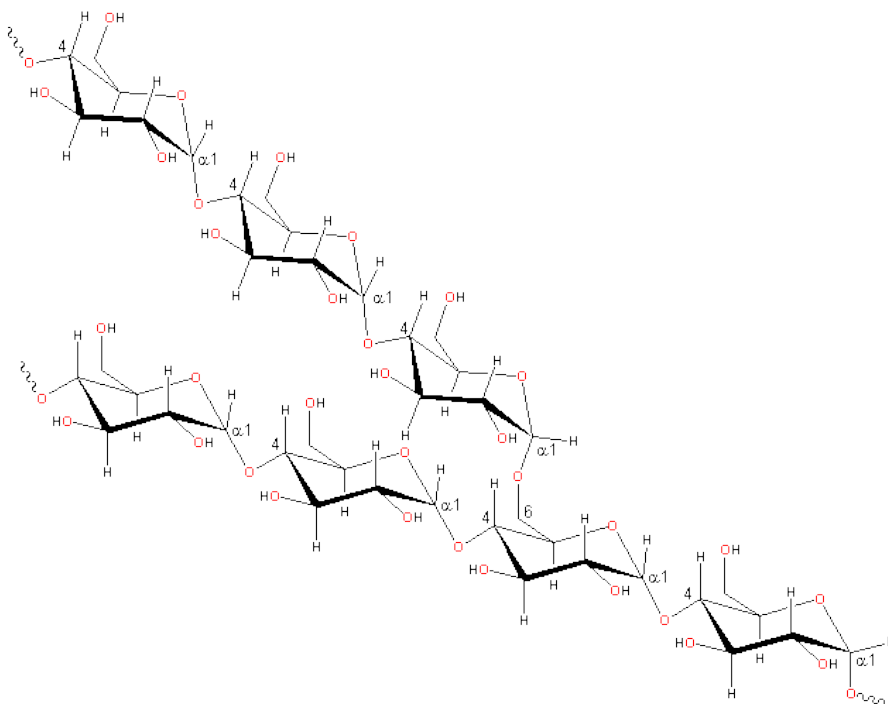
Οι κόκκοι αμύλου αντιστοιχούν σε σχεδόν καθαρό ομοπολυμερές γλυκόζης (98-99%). Άλλα συστατικά είναι λιποειδή (0.1-0.7% ανάλογα με τη βοτανική προέλευση), πρωτεϊνικά (0.05-0.5%), και ανόργανα (η τέφρα κυμαίνεται από 0.05 έως 0.3%).

Το γλυκοσιδικό μέρος του αμυλόκοκκου είναι ένα μίγμα δύο πολυμερών σωμάτων: της αμυλόζης, που είναι ουσιαστικά γραμμικό, και της αμυλοπηκτίνης, που είναι ένα δενδροειδές μόριο. Τα άμυλα διαφοροποιούνται σαφώς από τη σχετική περιεκτικότητα σε αμυλόζη (16-17% στο ρύζι, 20% στην πατάτα, 23-24% στο κριθάρι, 25-28% στο σίτο, μέχρι 35% στα λεία μπιζέλια. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις φτάνει 65-70% (αμυλοκαλαμπόκι, amylo maize), ή αντίθετα λιγότερο από 1% στο waxy corn (κινέζικο καλαμπόκι).

- Η αμυλόζη αποτελείται από μονάδες D-γλυκόζης σε 4C_1 διαμόρφωση (η σταθερότερη) που συνδέεται σχεδόν αποκλειστικά με α -(1->4) δεσμούς. Σημειώστε την ύπαρξη ενός μικρού αριθμού από μικρές α -(1->6) διακλαδισμένες αλυσίδες. Ο μέσος βαθμός πολυμερισμού ποικίλλει με τη βοτανική προέλευση και τον τρόπο παραγωγής από 500 έως 6000.



- Η αμυλοπηκτίνη αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό των αμύλων και είναι ένας από τους μεγαλύτερους γνωστούς πολυσακχαρίτες, δεδομένου ότι το μοριακό βάρος του μπορεί να φθάσει, σε ορισμένες ποικιλίες, σε 10^7 σε 10^8

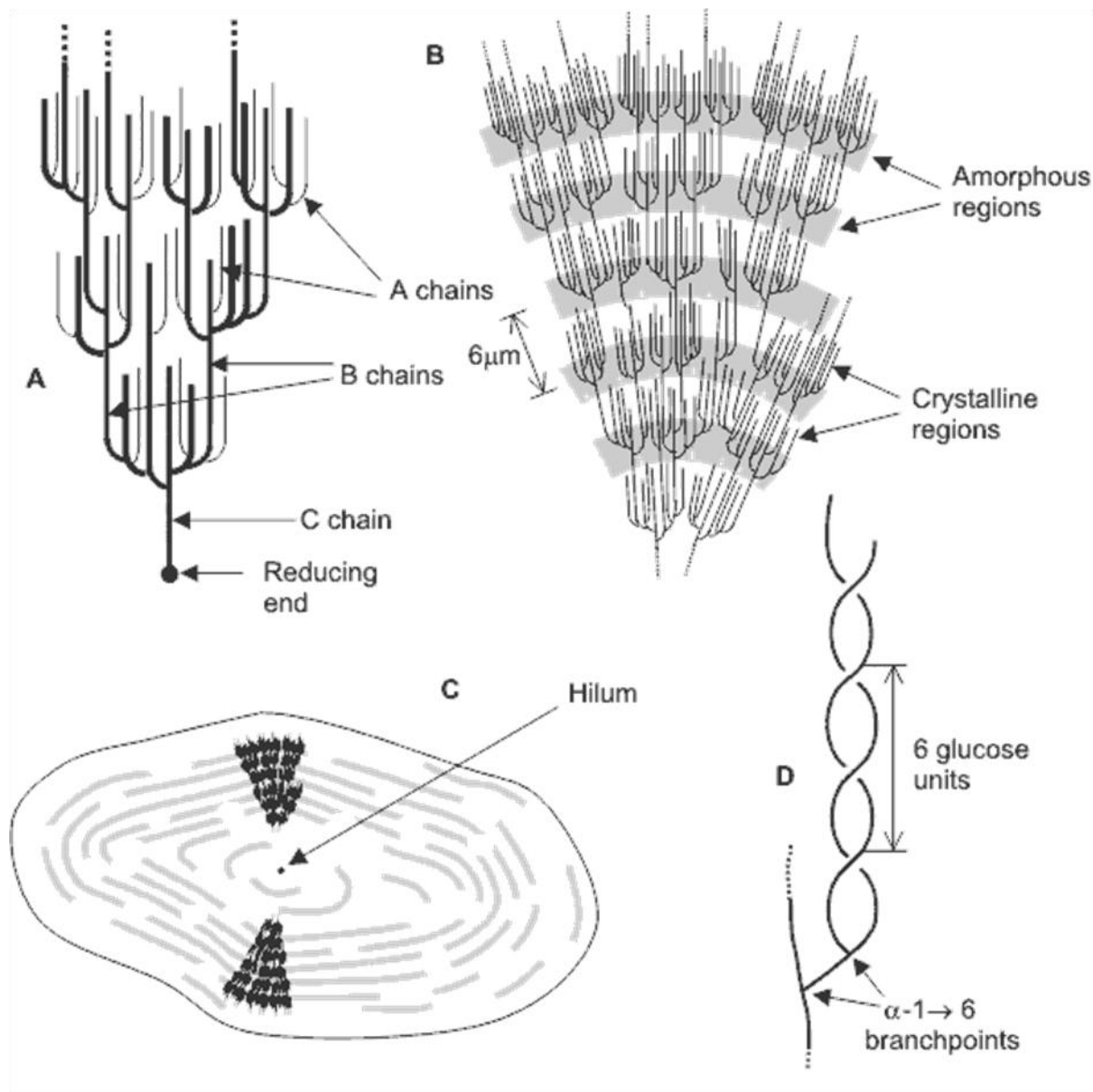


- Η δομή της έχει δενδροειδή μορφή: γραμμικές α -(1->4) αλυσίδες με 15 ως 60 μονάδες, ακολουθώντας μια τρισχιδή κατανομή, συνδέονται η μια στην άλλη με α -(1->6) δεσμούς που αντιπροσωπεύουν περίπου 5-6% όλων των δεσμών.

Διάφορα δομικά πρότυπα έχουν προταθεί: ο πιο κλασικός (δείτε το σχήμα) περιλαμβάνει τρεις τύπους αλυσίδων: A, B, και C. Οι A αλυσίδες δεν διακλαδίζονται

και είναι συνδεδεμένες από το αναγωγικό τους τέλος πάνω στις αλυσίδες B. Οι αλυσίδες B είναι υποκατεστημένες σε μια ή περισσότερες από τις C-6 ομάδες υδροξυλίου τους από αλυσίδες A, και

συνδέονται από το αναγωγικό τέλος τους με την αλυσίδα C. Αυτή η αλυσίδα C είναι ο μόνος τύπος με ένα ελεύθερο αναγωγικό τέλος. Οι διακλαδισμένες ζώνες είναι άμορφες, ενώ οι ζώνες που αντιστοιχούν στις κοντές γραμμικές αλυσίδες είναι κρυσταλλικές (είναι σε θέση να σχηματίσουν μια ελικοειδή δομή). Η σχετική αναλογία κοντών και μακριών αλυσίδων και ο μέσος αριθμός «δέντρων» που συνδέονται στη μακριά αλυσίδα ποικίλλουν ανάλογα με την πηγή του αμύλου (π.χ., κόνδυλοι, δημητριακά).



- Σε μερικά άμυλα (ζαρωμένο μπιζέλι, μερικοί γενότυποι κριθαριού, και κάποιο καλαμπόκι πλούσιο σε αμυλόζη), υπάρχει μια σημαντική ποσότητα μιας γλυκάνης με ενδιάμεση δομή μεταξύ αμυλόζης και αμυλοπηκτίνης.

Δ. Ιδιότητες του αμύλου

Λόγω του ουσιαστικά γραμμικού χαρακτήρα της, και λόγω της ομοιογένειας των γλυκοσιδικών δεσμών της, η αμυλόζη μπορεί να υιοθετήσει μια ελικοειδή διαμόρφωση, και μπορεί να συμπλέξει υδροφοβικά μόρια όπως το ιώδιο και τα λιπαρά οξέα, καθώς επίσης και αλκοόλες, λιπίδια, και

γαλακτωματοποιητές. Η αντίδραση της αμυλόζης με το ιώδιο είναι η βάση του αναλυτικού χαρακτηρισμού του αμύλου. Ο σχηματισμός των συμπλόκων με την εισαγωγή αλειφατικών αλκοολών στην υδροφοβική ελικοειδή κοιλότητα του μορίου της αμυλόζης μπορεί, σε κάποιες συνθήκες, να επιτρέψει της κλασμάτωση της αμυλόζης και της αμυλοπηκτίνης⁴.

Η αμυλοπηκτίνη είναι υπεύθυνη για τη κρυσταλλικότητα του αμύλου. Ποικίλλει ανάλογα με την πηγή αμύλου (π.χ., άμυλο δημητριακών του τύπου Α, άμυλο κονδύλων και επαναδιαταγμένο άμυλο τύπου Β) και εξαρτάται από τον τρόπο συσσώρευσης των διπλών ελίκων (εξαγωνική ή μονοκλινής συμμετρία), καθώς επίσης και από το βαθμό υδάτωσης.

Συμπεριφορά αμύλου παρουσία ύδατος. Στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, ο αμυλόκοκκος δεν είναι διαλυτός στο ύδωρ αλλά κατακρατεί ένα μεγάλο ποσό νερού. Στους 55-60°C, οι κόκκοι διογκώνονται αμετάκλητα, η κοκκώδης δομή καταστρέφεται, και η διαύγεια εξαφανίζεται: η ζελατινοποίηση εμφανίζεται. Με περαιτέρω θέρμανση (μέχρι τους 100°C), τα μόρια αμυλόζης διαχέονται στο μέσο: αυτό είναι η διαλυτοποίηση, ο σχηματισμός ενός αμυλώδους διαλύματος, ή ενός σύνθετου συστήματος διογκωμένων κόκκων αμύλου μέσα σε μια μήτρα διαλυτοποιημένων μακρομορίων αμυλόζης. Κατά την ψύξη, τα μακρομόρια αναδιοργανώνονται και ένα πήκτωμα διαμορφώνεται: αυτό είναι η επαναδιάταξη του αμύλου, η οποία συνοδεύεται τελικά από συναίρεση. Οι κινητικές επαναδιάταξης του αμύλου μπορούν να τροποποιηθούν από διάφορους συνδυασμούς (π.χ., με άλλους πολυσακχαρίτες, λιπίδια).

Ε. Τροποποιημένα άμυλα

Προκειμένου να τροποποιηθούν οι ρεολογικές ιδιότητες των πηκτωμάτων, και επομένως για να επεκταθούν οι πιθανές χρήσεις του αμύλου, είναι δυνατό να τροποποιηθεί η αρχική δομή με διάφορους τρόπους:

1. Με τη ρύθμιση των σχετικών ποσοστών της αμυλοπηκτίνης και της αμυλόζης
2. Με φυσική επεξεργασία: προζελατινοποιημένο (από προκαταρκτικό μαγείρεμα και αφυδάτωση), εξωθημένο ή συμπιεσμένο άμυλο
3. Με χημική τροποποίηση, η οποία εκμεταλλεύεται τη δραστικότητα των δευτεροταγών και πρωτοταγών υδροξυλίων:
 - οξείδωση από υποχλωριώδες νάτριο,
 - εστεροποίηση από οξικό ανυδρίτη (οξικοί εστέρες αμύλου), ή από φωσφορικό οξύ (φωσφορικό άμυλο),
 - εστεροποίηση προς υδροξυαλκυλο άμυλα (μη ιονικά άμυλα), προς καρβοξυμεθυλο άμυλο (ανιονικό), και «κατιοντοποίηση» με την ενσωμάτωση τριτογενών αμινών ή τεταρτοταγών αμμωνιακών αλάτων,
 - υδρογόνωση, η οποία εφαρμόζεται στην πραγματικότητα στους ολιγοσακχαρίτες από αποπολυμερισμό (δείτε πολυαλκοόλες)
4. Με δικτύωση-πλεγμάτωση (reticulation). Το άμυλο κατεργάζεται σε θερμοκρασία κάτω από αυτήν της ζελατινοποίησης με επιχλωρυδρίνη, φορμαλδεΐδη, οξυχλωριούχο φωσφόρο, ή ανυδρίτες οξέων, τα οποία προκαλούν το σχηματισμό ενός μικρού ποσοστού ενδομοριακών γεφυρών. Η δικτύωση μειώνει τη διόγκωση, αυξάνει την αντίσταση και επιτρέπει τη αποστείρωση.

⁴ Αυτό είναι η ίδια ιδιότητα που προστατεύει το ψωμί από το τάγγισμα: σε αυτήν την περίπτωση το παγιδευμένο μόριο είναι ένα μονογλυκερίδιο λιπαρού οξέος, αλλά ο μηχανισμός παραμένει σκοτεινός.

5. Με ελεγχόμενο αποπολυμερισμό. Η μερική υδρόλυση του αμύλου μπορεί να επιτευχθεί σε όξινες συνθήκες, και σήμερα ολοκληρώνεται συχνά ενζυματικά. Χρησιμοποιούνται αποδιακλαδιστικά ένζυμα (τύπου pullulanase ή isoamylase) που διασπούν τους α-(1->6) δεσμούς, ή αμυλάσεις (α-αμυλάση, η οποία παράγει ολιγοσακχαρίτες ή β-αμυλάση, η οποία προκαλεί μια επαναλαμβανόμενη υδρόλυση από το μη αναγωγικό τέλος της γραμμικής αλυσίδας και παράγει μαλτόζη), ή τις αμυλογλυκοζιδάσεις (εξωένζυμα που υδρολύουν κατά τρόπο επαναλαμβανόμενο τους 1->4 δεσμούς, εξίσου καλά με τους 1->6 δεσμούς, και παράγουν γλυκόζη). Ο τομέας της εφαρμογής αυτών των ενζυματικών τεχνικών είναι στην πραγματικότητα η παραγωγή μαλτοδεξτρινών (δεξτρίνοποίηση), η παραγωγή σιροπιού γλυκόζης και προϊόντων υδρόλυσης (σακχαροποίηση μαλτοδεξτρινών) και η παραγωγή φουκτόζης (ισομερίωση).

Φ. Χρήσεις των αμύλων

Στη φαρμακευτική, η κύρια χρήση των αμύλων και των παραγώγων του είναι ως πρόσθετα στη μορφοποίηση δισκίων: ως αραιωτικά, συνδετικά, αποσαθρωτικά, αντισυγκολλητικά. Το άμυλο είναι επίσης πρώτη ύλη για την αντίδραση που παράγει δεξτρίνες, κυκλοδεξτρίνες, πολυαλκοόλες, glucosates, και γενικότερα, βιομηχανικά βιοϋλικά (π.χ., ζυμώμενα προϊόντα, κόμι xanthan).

Εκτός από τις πολλαπλές χρήσεις στην τεχνολογία τροφίμων, τα άμυλα βρίσκουν αναρίθμητες εφαρμογές και σε άλλους τομείς: παραγωγή χαρτιού (καταναλώνει σχεδόν το μισό από το «μη φαγώσιμο» άμυλο), βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας, κόλλες και προσκολλητικά υλικά, επεξεργασία ύδατος και μεταλλευμάτων, και άλλα.

2. ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ

A. Πηγές και δομή

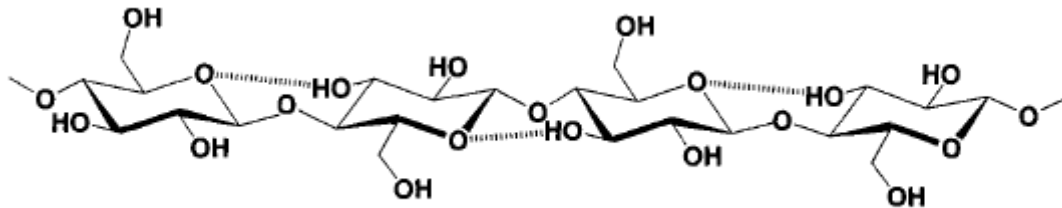
Η κυτταρίνη είναι αναμφισβήτητα το πιο καθολικά διαδεδομένο βιοπολυμερές. Είναι σπάνιο στα προκαρυωτικά, παρόν δε σε έναν αριθμό θαλλοφύτων, περιέχοντα χλωροφύλλη (άλγη) ή όχι (μυκόφυτα). Αποτίθεται ως μικροϊνίδια στο κυτταρικό τοίχωμα όλων των κορμοφύτων.

Αποτελεί συστατικό του ξύλου, εμφανίζεται ως το σημαντικότερο μέρος των υφάνσιμων φυτικών ινών (λινάρι, κάνναβη, γιούτα, ramie, κλπ), και απαντάται σχεδόν καθαρή στο τρίχωμα που καλύπτει το σπέρμα του βαμβακόφυτου. Ένα από τα σπάνια βακτηρίδια ικανά για τη σύνθεση της –το *Acetobacter xylinum*– ίσως αποτελέσει, με την ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας, μια πηγή καθαρής μικροϊνιδιακής κυτταρίνης.

Η κυτταρίνη που χρησιμοποιείται σήμερα προέρχεται από ξύλο με όξινη ή αλκαλική επεξεργασία (για τη βιομηχανία χαρτιού) και από τρίχωμα βαμβακιού (για τη χημική βιομηχανία). Τα προϊόντα αποικοδόμησης του αχύρου μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή κυτταρίνης. Η ίνα βαμβακιού χρησιμοποιείται άμεσα από τη βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας. Άλλες διαδικασίες, που αναπτύσσονται αυτήν την περίοδο σε πειραματικό επίπεδο, επιτρέπουν την ανάκτηση της κυτταρίνης και άλλων συστατικών του ξύλου (ημικυτταρίνη, λιγνίνη). Τέτοια είναι η περίπτωση της εξαγωγής με θερμή μεθανόλη που ακολουθείται από επεξεργασία με μεθανολικό υδροξειδιο του νατρίου, και επεξεργασία με υδρατμούς 200-250 °C και πίεση 35-40 bar που ακολουθείται από βίαιη επιστροφή στην κανονική πίεση. Αυτή η διαδικασία παράγει μια

κυτταρίνη ελεγχόμενου βαθμού πολυμερισμού (DP), μονο-και ολιγοσακχαρίτες, διαλυτές φαινόλες, και λιγνίνη.

Δομή. Η κυτταρίνη είναι ένα γραμμικό πολυμερές, φιαγμένο από μονάδες D-γλυκόζης ενωμένες με β-(1->4) δεσμούς. Τα μόρια της D-γλυκοπυρανόζης βρίσκονται σε διαμόρφωση ανακλίνδρου 4C_1 . Οι ομάδες υδροξυλίου, η υδροξυμεθυλο ομάδα, και ο γλυκοσιδικός δεσμός είναι όλα σε ισημερινή θέση σε σχέση με το δακτύλιο. Όλα τα υδρογόνα είναι αξονικά. Η β φύση του δεσμού προκαλεί 180° περιστροφή της κάθε μονάδας (το βασικό μοτίβο είναι η cellobiose) και αυτό δίνει στο μόριο μια δομή όμοια με κορδέλλα που σταθεροποιείται από ενδομοριακούς



δεσμούς υδρογόνου, ιδιαίτερα μεταξύ της ομάδας υδροξυλίου C-3 και του ενδοκυκλικού ατόμου οξυγόνου της γειτονικής μονάδας. Οι διαμοριακοί δεσμοί υδρογόνου συνδέουν τις αλυσίδες σε μικροϊνίδια με προφανή κρυσταλλική δομή στη φασματομετρία περίθλασης ακτίνων X (που αποκαλύπτει την ύπαρξη άμορφων περιοχών). Ο βαθμός πολυμερισμού ποικίλλει από 300 έως 15.000 (με άλλα λόγια το μοριακό βάρος ποικίλλει από 5×10^4 ως 2.5×10^6) ανάλογα με τη βοτανική προέλευση, τον ιστό, και τη διαδικασία παραγωγής. Στους δευτερογενή τοιχώματα των ανώτερων φυτών, ο DP είναι 6.000 έως 10.000 ενώ στις κλειστές κάψες βαμβακιού, μπορεί να φτάσει το 15.000.

B. Βαμβακόφυτο και βαμβάκι: *Gossypium ssp*, Malvaceae



Ο ευρωπαϊκή φαρμακοποιία (3^η έκδοση) αφιερώνει διάφορες μονογραφίες στο βαμβάκι, στην κυτταρίνη, και στα προϊόντα που παράγονται από αυτά: βαμβάκι (μη λευκασμένο λαναρισμένο, απορροφητικό και υπεραπορροφητικό, κανονικό ή αποστειρωμένο), σκόνη κυτταρίνης και μικροκρυσταλλική κυτταρίνη, νήματα κυτταρίνης, οξική κυτταρίνη και οξικοφθαλική, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, υδροξυαιθυλοκυτταρίνη, υδροξυπροπυλοκυτταρίνη, μεθυλοκυτταρίνη. Το βαμβακόφυτο είναι ένα ευρέως καλλιεργούμενο φυτό, και το βαμβάκι είναι ένα προϊόν ιδιαίτερης οικονομικής σπουδαιότητας, έτσι δεν αποτελεί έκπληξη

ότι και τα δύο αποτελούν το αντικείμενο πολυάριθμων κειμένων και δημοσιεύσεων και συνεχίζουν να αποτελούν τα αντικείμενα εκτεταμένης επιστημονικής εργασίας. Η σημασία του βαμβακιού στο φαρμακευτική (τουλάχιστον υπό τη θεραπευτική έννοια) μας οδηγεί στο να αναφερθούμε σύντομα σε μερικά στοιχεία.

Βαμβακόφυτα. Οι διαφορετικές φυλές και οι ποικιλίες των βαμβακόφυτων που καλλιεργούνται τη σημερινή εποχή ανήκουν σε τέσσερα είδη: δύο ασιατικά διπλοειδή με παχιές και κοντές ίνες (*G. arboreum* L., *G. herbaceum* L.) και δύο αμερικάνικες τετραπλοειδείς (αμφιδιπλοειδείς) (*G. hirsutum* L. με μεσαίου μεγέθους ίνες και το *G. barbadense* L. με μακριές ίνες). Τα βαμβακόφυτα είναι πολυετείς θάμνοι, με φύλλα με τέσσερις έως επτά περισσότερο ή λιγότερο βαθείς λοβούς. Το άνθος, βρίσκεται επάνω από τρία ευρέα οδοντωτά βράκτια, έχει κρεμ έως κίτρινα πέταλα που κοκκινίζουν



Gossypium herbaceum L.

σύντομα μετά την άνθιση, και είναι σηματοδοτημένα εκτός από το *G. hirsutum* - με μια κόκκινη κηλίδα στη βάση των πετάλων. Οι στήμονες είναι πολυάριθμοι, και όλοι σύμφυτοι σε ένα σωλήνα κατά το μεγαλύτερο μέρος του μήκους τους. Ο καρπός (κάρυο) είναι μια κάψα με τρία έως πέντε πολυσπερματικούς τομείς, και είναι σφαιρική, ωοειδής ή απιοειδής (4-8 × 3-4 cm.). Τα σπέρματα (6-12 ανά διαμέρισμα) φέρουν μακρύ τρίχωμα ή αλλιώς ίνες.

Ίνες. Υπάρχουν στην επιφάνεια του σπέρματος και μπορεί να συνοδεύονται από ένα κοντό τρίχωμα: αυτοί είναι οι αποκαλούμενοι επενδυμένοι σπόροι, ενώ εάν το τρίχωμα είναι απόν, καλούνται γυμνοί σπόροι. Το χρώμα των ινών είναι άσπρο, κρέμ, ανοικτό καφέ, ή μερικές φορές πρασινωπό. Οι τρίχες προκύπτουν από ένα επιδερμικό κύτταρο και είναι μονοκυττάρια. Είναι πολύ επιμηκυσμένες (το μήκος, επηρεάζεται από το βαθμό υδάτωσης, και ποικίλλει από 15 έως 40 nm ενώ η διάμετρος είναι γενετικά καθορισμένη στα 12-25 μm), έχουν ένα λεπτό τοίχωμα με κηρώδη επιδερμίδα, και είναι διπλωμένες αρκετές φορές μέσα στον όγκο του καρπιδίου. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης η τρίχα αυξάνει σε πάχος από την προσθήκη, στην εσωτερική επιφάνεια του τοιχώματος, διαδοχικών στρωμάτων κυτταρίνης. Στην ωριμότητα, το κεντρικό πρωτόπλασμα αδειάζει, η ίνα γίνεται συνεστραμμένη, και αυτό καθορίζει τις υφαντικές ιδιότητές της.

Χημικά, η ίνα αποτελείται από κυτταρίνη (95±4%), πρωτεΐνες (1.6±0.3%), κηρούς (0.9±0.3%), και πηκτίνες. Η κυτταρίνη αντιπροσωπεύει το 23 ως 37% ολόκληρου του ξηρού σπέρματος. Επιπλέον, το σπέρμα περιέχει 19-25% πρωτεΐνες, 10-28% λιπίδια, και γκοσσυπόλη μέχρι 1%, ένα σεσκιτερπένιο που είναι τοξικό για την πλειοψηφία των ζωικών ειδών.

Επεξεργασία των σπόρων. Μετά από μια αρχική ξήρανση, είτε φυσικά είτε με ρεύμα θερμού αέρα, ο βαμβακόσπορος καθαρίζεται, ελευθερώνεται από τα υπολείματα των καψών και εκκοκίζεται. Οι ίνες ταξινομούνται έπειτα ανάλογα με την εμπορική τους ποιότητα. Εάν οι σπόροι είναι

επενδυμένοι το τρίχωμα τους ανακτάται για διάφορες χρήσεις (π.χ., γέμισμα, καλύμματα, πιλήματα) και για τη χημική βιομηχανία.

Το επόμενο βήμα είναι η ανάκτηση του βαμβακελαίου: η άλεση του σπέρματος οδηγεί σε νιφάδες και στη συνέχεια το ελεγχόμενο βράσιμο των νιφάδων καθιζάνει τις πρωτεΐνες, απομακρύνει τη γκοσσυπόλη, και βελτιώνει την επακόλουθη εξαγωγή του βαμβακελαίου. Το βαμβακέλαιο, είτε εξάγεται με έκθλιψη είτε με οργανικούς διαλύτες, απελευθερώνεται από βλέννες, εξουδετερώνεται, πλένεται, αποχρωματίζεται, και αποσμείται πριν διατεθεί για κατανάλωση. Η βαμβακόπιτα οδηγείται προς ζωοτροφή (τα μηρυκαστικά αποτοξινώνουν τη γκοσσυπόλη σε κάποιο βαθμό). Ως τροφή, εφ' όσον είναι χωρίς γκοσσυπόλη και μη μολυσμένη με αφλατοξίνες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο και από άλλα μη-μηρυκαστικά.

Επίσημα βαμβάκια. Τα βαμβάκια που απαριθμούνται στις φαρμακοποιίες έχουν ένα μήκος ινών ίσο με ή μεγαλύτερο από 10 mm και πρέπει να περνούν ορισμένες δοκιμές: απουσία ξένων ινών, απώλεια στην ξήρανση, θειούχος τέφρα κ.λπ.

Στην περίπτωση του απορροφητικού βαμβακιού (καθαρισμένο, λευκασμένο και προσεκτικά λαναρισμένο βαμβάκι), ελέγχεται η ουδετερότητα, καθώς επίσης και η απουσία χρωστικών (που ελέγχεται με εκχύλιση με αιθανόλη 96°) και επιφανειοδραστικών ουσιών. Πρέπει να περιέχει όχι περισσότερο από 0.5% ουσίες διαλυτές στο νερό ή στο διαιθυλαιθέρα. Ένα αυστηρό πρωτόκολλο επιτρέπει τη μέτρηση της απορροφητικότητάς του: δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 23 g ύδατος ανά g βαμβακιού.

Το αλεύκαντο λαναρισμένο βαμβάκι πρέπει να παρουσιάσει ελάχιστη υδροφοβικότητα και χαμηλή απορροφητικότητα (λιγότερο από 20% του βάρους του). Επιπλέον, απαιτείται μια εκτίμηση της μικροβιακής του μόλυνσης (συνολικός αριθμός βιώσιμων αεροβίων, *Pseudomonas aeruginosa* και *Escherichia coli*).

Άλλα προϊόντα. Το χειρουργικό νήμα κυτταρίνης αποτελείται από απομονωμένες ίνες, όχι σε δέσμες, εξαγμένες βιομηχανικά από ξύλο με θερμοχημική διαδικασία που ακολουθήθηκε από λεύκανση. Πρέπει να περάσει δοκιμές πολύ παρόμοιες με εκείνες που εφαρμόζονται στο απορροφητικό βαμβάκι.

Η σκόνη κυτταρίνης χρησιμοποιείται ως φαρμακευτική πρόσθετο, ως αραιωτικό δισκίων, αποσθρωτικό, και ως σταθεροποιητής σε εναιωρήματα.

Γ. Κυτταρίνη και ημισυνθετικά παράγωγα

Η κυτταρίνη, είναι ένα πολυυδροξυλιωμένο πολυμερές σώμα που μπορεί εύκολα να εστεροποιηθεί και να αιθεροποιηθεί.

Η εστεροποίηση παράγει προϊόντα (νιτρική κυτταρίνη, οξική κυτταρίνη) με πολλαπλές χρήσεις (κατασκευή εκρηκτικών υλών και πλαστικοποιητών, φιλμ, φίλτρα (φίλτρα τσιγάρων), μεμβράνες διάλυσης, κτλ). Οι οξικοφθαλικοί εστέρες σχηματίζουν μεμβράνες με γαστρική αντοχή. Ο φθαλικός εστέρας της υδροξυπροπυλομεθυλοκυτταρίνης χρησιμοποιείται επίσης (για μικροενκαψυλίωση και την παρατεταμένη αποδέσμευση από microgranules).

Η αιθεροποίηση παράγει υδατοδιαλυτά πολυμερή με πολυάριθμες τεχνολογικές εφαρμογές: τις μεθύλο, αιθύλο, προπυλο- και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνες. Αυτά τα μόρια λαμβάνονται από τη επίδραση ενός αλκυλαλογονιδίου στην κυτταρίνη που πρώτα έχει υποστεί

επίδραση ενός αλκαλικού παράγοντα. Συχνά, προστίθεται οξείδιο αιθυλενίου ή οξείδιο προπυλενίου στο μέσο αντίδρασης και αυτό οδηγεί σε μικτούς αιθέρες: μεθυλυδροξυαιθυλο-και μεθυλυδροξυπροπυλοκυτταρίνες.

Για όλα αυτά τα παράγωγα, η διαλυτότητα στο νερό εξαρτάται από το βαθμό υποκατάστασης των ομάδων υδροξυλίου του φυσικού πολυμερούς. Τα περισσότερα διαλύονται στο νερό σχηματίζοντας πολύ ιξώδη διαλύματα, γεγονός που οδηγεί στην ευρεία χρήση τους στη φαρμακευτική τεχνολογία και κοσμητολογία ως παράγοντες σχηματισμού μεμβράνης, πυκνωτικά, σταθεροποιητές, συνδετικά, λιπαντικά σε ταμπλέτες, πηκτώματα, κρέμες, λοσιόν, οδοντόπαστες, προϊόντα make-up και άλλα. Επιπλέον, μια κατάλληλη επιλογή πολυμερούς επιτρέπει στον τεχνολόγο φαρμακοποιό να σχεδιάσει συγκεκριμένα επιστρώματα (εντερικά επιστρώματα, microgranules παρατεταμένης αποδέσμευσης) και να επιτύχει μικροενκαψίωση.

Καρμελόζη (Carmellose). Η καρμελόζη είναι ένας υδατοδιαλυτός ιονικός αιθέρας, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, που παρασκευάζεται εύκολα από την επίδραση του μονοχλωροξικού οξέος σε αλκαλική κυτταρίνη σε 2-προπανόλη. Ο βαθμός υποκατάστασης (degree of substitution, DS) συνήθως κυμαίνεται από 0.5 ως 1.2⁵. Παρά μερικές ασυμβασίες (συμπεριλαμβανομένων των τρισθενών κατιόντων, αντιβιοτικών, και αλακαλοειδών), είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται σαν βοηθητικό για την άμεση και υγρή συμπίεση των δισκίων και σαν σταθεροποιητής σε εναιωρήματα. Επίσης, σε διάφορες χώρες, χρησιμοποιείται σαν συστατικό δίαιτας λίγων θερμίδων (αναστολή όρεξης).

Υπρομελόζη (Hyprromellose). Η υπρομελόζη ή υδροξυπροπυλοκυτταρίνη χρησιμοποιείται, μεταξύ άλλων, ως οφθαλμικό διάλυμα για να βελτιώσει το αίσθημα άνεσης με τους σκληρούς και μαλακούς φακούς επαφής (αλλά όχι με τους υδρόφιλους φακούς), και με τους τεχνητούς οφθαλμούς. Είναι επίσης διαθέσιμη ως μικροσκοπικοί λεπτοί κύλινδροι που εισάγονται στο εσωτερικό του επιπεφυκότος για να σταθεροποιήσει τη δακρυϊκή μεμβράνη (για τις βαριές μορφές του συνδρόμου ξηροφθαλμίας). Η μεθυλοκυτταρίνη χρησιμοποιείται επίσης στις οφθαλμικές σταγόνες με παρόμοιες ενδείξεις και τοπικά για να προστατεύσει το κερατοειδούς επιθήλιο κατά τη διάρκεια της διερεύνησης της λειτουργίας των οφθαλμών.

Άλλα φυτά με κυτταρινικού τύπου ίνες

Θα αναφέρουμε, χωρίς πολλές λεπτομέρειες, μερικά φυτά που εκτιμούνται παραδοσιακά για τις ίνες τους:

1. Δέντρο καπók ή δέντρο μεταξοβαμβακιού στην Ινδονησία και την Ταϊλάνδη (*Ceiba pentandra* [L.] Gaertner) και δέντρο μεταξοβαμβακιού (*Bombax ceiba* L., Malvaceae). Το τρίχωμα του ενδοκαρπίου της κάψας είναι πολύ πλούσιο σε κυτταρίνη, και οι τρίχες δεν μπορούν να περιστραφούν. Η κεντρική κοιλότητα των ινών είναι γεμάτη με αέρα, και αυτό οδηγεί σε μεγάλη ικανότητα επίπλευσης (παραδείγματος χάριν το καπók χρησιμοποιείται ως γέμισμα σωσιβίων)
2. Λινάρι (εκτίθεται λεπτομερώς αλλού για τη βλέννα του και το έλαιο του). Οι ίνες λαμβάνονται με ζύμωση και μούσκεμα των βλαστών, και η περιεκτικότητά τους σε κυτταρίνη αυξάνεται με τη

⁵ Στην ιδιαίτερη περίπτωση των εστέρων κυτταρίνης, το DS κυμαίνεται από 0 έως 3: υπάρχουν τρεις υποκαταστάσιμες ομάδες υδροξυλίου (στους C-2, C-3 και C-6).

λεύκανση. Οι ίνες του περικυκλίου του βλαστού του *Linum usitatissimum* L. «χρησιμοποιείται για την παρασκευή του «αποστειρωμένου χειρουργικού νήματος λιναριού»

3. Κάνναβη, της οποίας οι ποικιλίες «με ίνες» χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ειδικών χαρτιών (μεταξύ αυτών τσιγαρόχαρτο, χαρτί για σακουλάκια τσαγιού), μη υφανθέντων προϊόντων, και διάφορων υποπροϊόντων (επιπλοοΐα, ζωτροφή, συμπληρώματα ινών, σπόροι για πουλιά).

4. Γιούτα (*Corchorus capsularis* L., Tiliaceae), ετήσιο φυτό που καλλιεργείται στην Ινδία, ramie (*Boehmeria nivea* [L.] Gaudich., Urticaceae), κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L., Malvaceae), σίζαλ (*Agave sisalana* Perr., Agavaceae), abaca (κάνναβη της Μανίλα, *Musa textilis* Nee, Musaceae), cadillo (*Urena lobata* L., Malvaceae), αφρικανική *Triumfetta* (Tiliaceae), και άλλα.

Η διάκριση μεταξύ όλων αυτών των φυσικών ινών απαιτεί λεπτομερή μικροσκοπική εξέταση της μορφολογίας των τοιχωμάτων του ακραίου τμήματος, του μεγέθους και της μορφής, και απαιτεί απλές χημικές δοκιμές.

3. ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

A. Ορισμός

Ο όρος «διαιτητικές ίνες», παγκοσμίως υιοθετημένος από τους διατροφολόγους και τους διαιτολόγους, είναι δύσκολο να καθοριστεί, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύει περισσότερο μια έννοια που αφορά τη διατροφή και τη φυσιολογία, παρά μια καθορισμένη κατηγορία χημικών ουσιών.

Η έννοια της ίνας εφαρμόστηκε αρχικά στην κυτταρίνη, αργότερα εφαρμόστηκε για την ακατέργαστη ίνα (δηλαδή το φυτικό υπόλειμμα που αντιστέκεται στην όξινη και αραιή αλκαλική χημική επεξεργασία), και κατόπιν εξελίχθηκε προς έννοια της διαιτητικής ίνας υπό το πρίσμα της φυσιολογίας. Αυτός ο τελευταίος όρος χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να περιγράψει «τα φυτικά υπολείμματα που αντιστέκονται στην πέψη από τα ένζυμα της πεπτικής οδού των ανθρώπων», συμπεριλαμβανομένων των μακρομορίων των φυτικών κυτταρικών τοιχωμάτων, καθώς επίσης και ορισμένους ενδοκυτταρικούς πολυσακχαρίτες. Ένας τέτοιος ορισμός υπό το πρίσμα της φυσιολογίας εξηγεί σαφώς την έννοια των ινών, αλλά δεν επιτρέπει την περιγραφή τους. Για να γίνει αυτό, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη χημικά κριτήρια και να θεωρηθεί ότι οι διαιτητικές ίνες αποτελούνται από «λιγνίνη και φυτικούς πολυσακχαρίτες εκτός από α-γλυκάνες». Μερικοί συγγραφείς -και κάποιοι επίσημοι οργανισμοί- περιορίζουν τις διαιτητικές ίνες μόνο στους μη-αμυλώδεις πολυσακχαρίτες. Για άλλους, ένας τέτοιος ορισμός είναι πάρα πολύ στενός: αποκρύπτει το ρόλο των λιγνινών καθώς επίσης και αυτού του «ανθεκτικού» μέρους των αμύλων (5-20 g άθικτου αμύλου φθάνουν στο παχύ έντερο καθημερινά).

Η τρέχουσα τάση είναι να ταξινομούνται οι διαιτητικές ίνες ανάλογα με τη διαλυτότητά τους στο νερό: αδιάλυτες ίνες (π.χ., κυτταρίνη) και διαλυτές ίνες. Η έννοια της διαλυτής ίνας περιλαμβάνει περίπλοκους πολυσακχαρίτες όπως οι πηκτίνες (που είναι γλυκανογαλακτουρονάνες) και άλλα υδροκολλοειδή ικανά να σχηματίζουν παχύρευστα διαλύματα ή γέλες-πηκτώματα (π.χ., γαλακτομαννάνες του guar).

Η πρόσληψη ινών σε μια κανονική διατροφή προέρχεται κυρίως από τα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών που είναι μέρος της διατροφής μας: φρούτα, λαχανικά, και διάφοροι σπόροι και προϊόντα δημητριακών. Μερικά μη-τοιχωματικά πολυμερή σώματα (κόμμεα, βλέννες) και μερικά πρόσθετα τροφίμων (πολυσακχαρίτες υφής) επίσης συμβάλουν στην λήψη ινών. Από

αυστηρά φυσιολογική άποψη, είναι σχετικό να ληφθούν υπ' όψη προϊόντα όπως τα ανθεκτικά άμυλα (π.χ., εγγενή κλάσματα αμύλου, άμυλο τροποποιημένο από θερμικές επεξεργασίες), προϊόντα που παράγονται με το μαγείρεμα (π.χ., αντίδραση Maillard), και ορισμένοι ολιγοσακχαρίτες.

Β. Κύρια συστατικά των διατητικών ινών τοιχωματικής προέλευσης

(α) -πολυσακχαρίτες. Διακρίνονται διάφοροι τύποι.

- κυτταρίνη: αυτή είναι το βασικό δομικό στοιχείο, διαμορφώνει μικροϊνίδια που σχηματίζουν ίνες μεταβλητής κρυσταλλικότητας (χαμηλής στα πρωτογενή τοιχώματα, υψηλή στα δευτερογενή τοιχώματα). Η κυτταρίνη είναι τελείως αδιάλυτη στο νερό.

- πηκτίνες: ιδιαίτερα άφθονες στους καρπούς των δικοτυλήδων, και χαρακτηριστικό του μεσοκυττάριου χώρου. Αυτές είναι πολύ υδρόφιλες πολυγαλακτουρονάνες που αποτελούν, εν μέρει, τη μήτρα μέσα στην οποία εσωκλείονται οι ίνες κυτταρίνης του τοιχώματος (για τη δομή και τις ιδιότητες των πηκτινών, δείτε τη σελ. 118);

- ημικυτταρίνες: αυτός ο μάλλον ασαφής όρος ισχύει (χάρην απλοποίησης) για τους μη-κυτταρινικούς και μη-πηκτινικούς τοιχωματικούς πολυσακχαρίτες. Είναι πολυσακχαρίτες μη εκχυλίσσιμοι από αραιά αλκαλικά διαλύματα, και είναι μικτά πολυμερή σώματα από ουδέτερα και όξινα σάκχρα, όμο-ή έτεροπολυσακχαρίτες, η δομή των οποίων ποικίλλει σε συνάρτηση με διάφορους παράγοντες (είδος φυτού, βαθμός δευτερογενοποίησης των τοιχωμάτων): ξυλογλυκάνες (ειδικά σε δικοτυλήδονα), ξυλάνες, γλυκουρονοξυλάνες, αραβινοξυλάνες, γλυκουρονοαραβινοξυλάνες (κύρια συστατικά των τοιχωμάτων των μονοκοτυλήδων, γνωστές ως πεντοσάνες), μη κυτταρινικές β-γλυκάνες ορισμένων δημητριακών, και τα λοιπά.

(β) • Λιγνίνη. Γενικά βρίσκεται σε μικρή περιεκτικότητα στους φυτικούς ιστούς που λαμβάνονται από τους ανθρώπους (λαχανικά, φρούτα). Είναι τρισδιάστατο ετεροπολυμερές που σχηματίζεται από μονάδες φαινυλοπροπανίου. Αυτό είναι εξαιρετικά υδρόφοβο και ενσωματώνεται σταδιακά στα δευτερογενή τοιχώματα, προσδίδοντας κατά συνέπεια δομική σταθερότητα-ακαμψία στο φυτό, αδιαπερατότητα, και αντοχή.

(γ) -άλλα στοιχεία. Το πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα περιέχει μικρά ποσά γλυκοπρωτεϊνών, συμπεριλαμβανομένων μερικών που είναι πλούσιες σε υδροξυπρολίνη. Επίσης περιέχει και ανόργανα συστατικά⁶.

Γ. Πηγές τροφικών ινών

Σημείωση: θα εξετάσουμε μόνο τις τοιχωματικές ίνες υπό την αυστηρή έννοια του όρου. Οι γαλακτομαννάνες και οι πηκτίνες θα αντιμετωπιστούν χωριστά. Οι περισσότεροι νωποί καρποί (μήλο, πορτοκάλι, βερίκοκο, δαμάσκηνο, ανανάς, κατά σειρά μειούμενης συνολικής περιεκτικότητας σε ίνες, δηλ., από 30 ως 18%) και τα λαχανικά (λάχανο, καρότο, μαρούλι, κρεμμύδι, ντομάτα, από 12 ως 9% συνολικές ίνες) επιτρέπουν μια μη-αμελητέα λήψη ινών, όπως επίσης και τα ξηρά όσπρια (φασόλια, μπιζέλια, συνολικές ίνες 20%). Για να συμπληρώσουμε την προσλαμβανόμενη τροφή με αδιάλυτες ίνες, προσφεύγουμε ουσιαστικά στην κατανάλωση

⁶ Για τη δομή και τις λειτουργίες του πρωτογενούς κυτταρικού τοιχώματος, δείτε Bade, A" Harris, P.J. and Stone, B.A. (1988). Structure and Function of Plant Cell Wall, in "The Biochemistry of Plants, vol 14: Carbohydrates", (Preiss, J., Ed.), P 297-371, Academic Press, San Diego.

προϊόντων όπως το πίτουρο σίτου (>40%, κυρίως αδιάλυτες ίνες). Επίσης διαθέσιμα και χρήσιμα είναι τα προϊόντα που παράγονται από βρώμη.

Πίτουρο σίτου. Το πίτουρο σίτου αντιπροσωπεύει περίπου το 18% του βάρους της καρύοψης. Αυτό υπάρχει ως σωματίδια διάφορων μεγεθών (χονδροειδές πίτουρο, μέσο μέγεθος: 1 mm λεπτό πίτουρο, μέσο μέγεθος: 0.5 mm). Το πίτουρο αντιστοιχεί στο περίβλημα του καρπού και στο μέρος του σπέρματος που η άλεση δεν κατορθώνει να αποκολλήσει. Αν και είναι πλούσιο σε ανόργανα συστατικά (κάλιο, φώσφορος ως φυτικός εστέρας (phytate), μαγνήσιο, και άλλα) και σε ίνες (45% κατά μέσον όρο), περιέχει επίσης πρωτεΐνες (17%), άμυλο (15-20%) και υδατάνθρακες (7-8%) και κατά συνέπεια η παροχή θερμίδων απέχει πολύ από το μηδέν.

Δ. Βιολογικά αποτελέσματα των διαιτητικών ινών

Δεδομένου ότι η σύνθεση των ινών ποικίλλει, δεν έχουν όλες την ίδια βιολογική αξία και είναι πολύ δύσκολο να εδραιωθεί μια ακριβής σχέση μεταξύ της σύνθεσης των ινών και των βιολογικών ιδιοτήτων που αποδίδονται σε αυτές. Τα πιθανά φυσιολογικά αποτελέσματα εξαρτώνται σε μεγάλο μέρος από τη φύση των ινών, από το μέγεθος των μορίων τους, από το πορώδες τους, και τη διαλυτότητά τους: η σχετική περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτή ή αδιάλυτη ίνα είναι σε μεγάλο μέρος υπεύθυνο για τα φυσιολογικά αποτελέσματα⁷. Η δραστηριότητα της πολυμερούς ίνας προς άλλα μόρια παρόντα στην πεπτική οδό (ως προς την προσρόφηση ή την ιοντική ανταλλαγή) εξαρτάται επίσης στενά από τη δομή της. Επιπλέον, οι επεξεργασίες στις οποίες υποβάλλονται οι ίνες κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής ή οικιακής προετοιμασίας των τροφίμων τροποποιούν τις φυσικοχημικές ιδιότητές τους και ως εκ τούτου τα φυσιολογικά αποτελέσματά τους. Απαιτείται ουσιαστική προσοχή πριν γενικευθούν μερικά από τα παρατηρηθέντα αποτελέσματα, ειδικά εάν αυτά δεν έχουν επικυρωθεί σε έναν μεγάλο αριθμό ανθρώπων και για έναν αρκετά μακρύ χρονικό διάστημα.

Τρεις ομάδες αποτελεσμάτων μπορούν να διακριθούν για τις διαιτητικές ίνες: η δράση στην εντερική διέλευση, η πιθανή επίδραση στη συχνότητα των καρκίνων του παχέως εντέρου και της επίδρασης στο μεταβολισμό.

• Δράση στην εντερική διέλευση

Υπάρχει μια διπλή επίδραση. Πρώτα υπάρχει μια επίδραση στον όγκο των κοπράνων που αυξάνεται συχνά σε σημαντικό ποσοστό (127% μετά από την κατάποση 20 g του πίτουρου σίτου). Αυτή η δράση πραγματοποιείται ειδικά με τις αδιάλυτες ίνες και φαίνεται συνδεδεμένη, μεταξύ άλλων, με την ικανότητα του κλάσματος των ινών που δεν αποικοδομείται στο παχύ έντερο να απορροφά νερό καθώς και από το μέγεθος των ινών. Η αύξηση στο βακτηριακό πληθυσμό επίσης συμβάλλει στην αύξηση του όγκου των κοπράνων. Το άλλο αποτέλεσμα των διαιτητικών ινών είναι επίδραση στη διάρκεια διάβασης η οποία ομαλοποιείται σε περίπου 48 ώρες: ο μεγάλος χρόνος διάβασης μειώνεται ενώ ο μικρός αυξάνεται. Και πάλι η δράση αυτή οφείλεται στις αδιάλυτες ίνες (πίτουρο, κυτταρίνη). Είναι πλέον γνωστό ότι η αύξηση του όγκου των κοπράνων ενισχύεται κατά πάσα πιθανότητα από τη δράση των μικρής αλυσίδας αλειφατικών οξέων (π.χ., προπιονικό, βουτυρικό) τα οποία απελευθερώνονται από τη βακτηριακή αποικοδόμηση του υδατοδιαλυτού

⁷ Οι ίνες δημητριακών είναι συνήθως αδιάλυτες και διογκώνονται δεδομένου ότι απορροφούν αρκετές φορές το βάρος τους σε νερό, ενώ οι πηκτίνες και οι γαλακτομανάνες μπορούν να σχηματίσουν γέλες (πηκτώματα) ή παχύρευστα διαλύματα

μέρους των ινών: τα οξέα προκαλούν φασικές συστολές του ειλεού και αναστέλλουν τις μη προωθητικές συστολές του παχέως εντέρου.

Επιδημιολογικές μελέτες για πληθυσμούς ή κοινωνικο-οικονομικές ομάδες με διαφορετικές διατροφικές συνήθειες καθώς και πειραματικές εργασίες καταδεικνύουν σαφώς την ευθύνη της έλλειψης φυτικών ινών από τη διατροφή στη συχνότητα της δυσκοιλιότητας. Άλλες μελέτες έχουν ρίξει φως στο πιθανό ρόλο των ινών στην πρόληψη της εγκολπωματίτιδας του παχέως εντέρου.

• **Ενδεχόμενη δράση στην πρόληψη του καρκίνου του παχέως εντέρου**

Ήταν το 1971 όταν ο Burkitt συνέδεσε τη χαμηλή συχνότητα καρκίνου του παχέως εντέρου που παρατηρήθηκε στους Αφρικανούς με την κατανάλωση ολόκληρων των φυτικών προϊόντων, και ιδίως με την κατανάλωση ινών. Από τότε, πολλές δεκάδες μελετών (case studies) και ένας μικρός αριθμός cohort studies έχουν, ως επί το πλείστον, προτείνει μια πιθανή σχέση μεταξύ μιας διατροφής πλούσιας σε φυτικές ίνες και χαμηλή σε ζωικές πρωτεΐνες και λιπίδια, με την μειωμένη συχνότητα καρκίνου του παχέως εντέρου. Αυτή η υπόθεση δεν είναι αποδεκτή ομόφωνα, τουλάχιστον όχι όταν δηλώνεται περιοριστικά. Πολλοί συγγραφείς τονίζουν ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν από μελέτες σε ζώα είναι συχνά αντιφατικές, καθώς και τα επιδημιολογικά δεδομένα, ορισμένα από τα οποία δεν είναι απαλλαγμένα από προκατάληψη. Μερικοί συγγραφείς επισημαίνουν ότι ένας αριθμός ερευνών φαίνεται πιο πειστικός αν λάβει κανείς υπόψη όλα τα θρεπτικά στοιχεία και όχι μόνο τις ίνες: διατροφή πλούσια σε λαχανικά (δηλαδή, σε ίνες και «μικροθρεπτικά συστατικά», π.χ., λιγνάνια, θειούχες ενώσεις) και πτωχή σε παράγοντες που προάγουν τον καρκίνο (ιδίως λιπίδια). Άλλοι συγγραφείς αναρωτιώνται-και αυτή είναι μια πολύ καλή ερώτηση- εάν οι αντιφάσεις προέρχονται από τη δομική ετερογένεια των "ινών". Οι παρατηρηθείσες προστατευτικές επιδράσεις πιστεύεται ότι οφείλονται στη αδιάλυτες ίνες των δημητριακών, οι οποίες ασκούν άμεσα αποτελέσματα: προσροφούν τα χολικά οξέα (ύποπτα για την προώθηση της καρκινογένεσης του παχέως εντέρου) και τις υδρόφοβες καρκινογόνους ουσίες (το οποίο μπορεί να αποδειχτεί in vitro, και σε μερικές περιπτώσεις στα ζώα), αραιώνουν τη συγκέντρωση των τοξινών στα κόπρανα αυξάνοντας τον όγκο τους, και επιταχύνουν την εντερική διέλευση. Οι έμμεσες δράσεις είναι επίσης πιθανές: αλλαγές του βακτηριακού μεταβολισμού, ο ρόλος των προϊόντων αποικοδόμησης, ιδίως των οξέων τα οποία μειώνουν το pH του παχέως εντέρου (γεγονός που καθιστά τα χολικά οξέα αδιάλυτα) και τα οποία έχουν μια σύνθετη δράση στα κύτταρα του παχέως εντέρου. Παρά τις διαφορές στην ερμηνεία των δεδομένων, τον υποθετικό χαρακτήρα των μηχανισμών της προτεινόμενης δράσης, και παρά τη συνεχιζόμενη συζήτηση για το αν χρειάζεται η συστηματική συμπλήρωση της διατροφής με πρόσληψη φυτικών ινών, η συναίνεση μεταξύ των ειδικών είναι ξεκάθαρη: η κατανάλωση περισσότερων λαχανικών, φρούτων και δημητριακών πλούσιων σε ίνες είναι καλή συμβουλή.

• **Μεταβολική Δραστηριότητα**

Οι δημοσιευμένες εργασίες ουσιαστικά ασχολούνται με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ινών και μετάλλων, μεταξύ ινών και χοληστερόλης στο αίμα, και μεταξύ ινών και του σακχάρου του αίματος.⁸ Η επίδραση των ινών στην αφομοίωση των μετάλλων είναι σύνθετη: από τη μία πλευρά οι όξινοι πολυσακχαρίτες μπορούν να κατακρατούν κατιόντα, από την άλλη πλευρά τα προϊόντα όπως το

⁸ Αν και ίνες μειώνουν την πεπτικότητα των πρωτεϊνών, η επίδραση αυτή είναι αμελητέα, δεδομένου ότι η διατροφή είναι (πάρα) πολύ πλούσια σε πρωτεΐνες στις βιομηχανικές χώρες.

πίτουρο είναι πλούσια σε μεταλλικά στοιχεία (αλλά αυτά δεν μπορούν εύκολα να απορροφηθούν πριν το μαγείρεμα-λόγω του συνδυασμού τους με το φυτικό οξύ). Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι εμπειρογνώμονες θεωρούν «απίθανο να προκύψει έλλειψη σε ανόργανες συστατικά από μια διατροφή πλούσια σε φυτικές ίνες» (D. Lairon).

Η τακτική κατανάλωση διαλυτών φυτικών ινών (6-40 g πηκτίνη, 100-150 g ξερά φασόλια, 10-30 g ψύλλιο ή γκούαρ) ή αδιάλυτων φυτικών ινών (25-100 g πίτουρο) μειώνει τη χοληστερίνη (-10%) και την LDL-χοληστερόλη (-10 με -14%, ανάλογα με την αρχική χοληστερολαϊμία): η ανάλυση, που δημοσιεύθηκε το 1994, των 77 μελετών σχετικά με τα προϊόντα αυτά δείχνει ότι σχεδόν πάντα έχουν ένα ευνοϊκό αποτέλεσμα για τις δύο αυτές παραμέτρους (στο 88 και το 84% των μελετών, αντίστοιχα), και ότι αυτή η δράση είναι ανεξάρτητη από τη μείωση της ημερήσιας πρόσληψης λιπαρών και χοληστερόλης. Αντίθετα, σημαντική μείωση των τριγλυκεριδίων στο αίμα και την HDL-χοληστερόλη παρατηρείται σπανίως. Στα ζώα, το αποτέλεσμα εξαρτάται από τη φύση των ινών, με ελάχιστο για τα πίτουρα, και με μέγιστο για το ψύλλιο το οποίο είναι περισσότερο αποτελεσματικό από ό,τι η βρώμη ή το κόμμι guar-και συνοδεύεται από μείωση του ποσοστού του σχηματισμού αθηρωματικών βλαβών. Στους ανθρώπους, επιδημιολογικές και κλινικές μελέτες αναδεικνύουν ότι η τακτική κατανάλωση ινών έχει ευεργετική επίδραση στην πρόληψη της στεφανιαίας νόσου.

Πώς δρουν οι ίνες; Το ιξώδες των διαλυτών ινών είναι πιστεύεται ότι δρα αρνητικά για τη μεταφορά και το μεταβολισμό της χοληστερόλης. Σχηματίζοντας γέλη, οι ίνες έχουν επίδραση στην δέσμευση διαφόρων μορίων, ιδιαίτερα σε στερόλες και χολικά οξέα⁹. Καθώς μειώνεται η ποσότητα των χολικών οξέων, η δημιουργία μικυλίων που απαιτούνται για την απορρόφηση των λιπιδίων μειώνεται. Επιπλέον, με το να επαναπορροφώνται λιγότερο-ως συνέπεια της ανάδρασης (feedback)-συντίθενται νέα χολικά οξέα από χοληστερόλη, οδηγώντας σε μείωση της χοληστερόλης. Άλλοι μηχανισμοί που μπορεί να παρεμβαίνουν: για παράδειγμα, στην περίπτωση του πίτουρου, έχει αναφερθεί η αναστολή της παγκρεατικής λιπάσης. Επίσης, υπάρχουν υπόνοιες, ότι αναστέλλεται η ηπατική σύνθεση της χοληστερόλης από τα μικρής αλυσίδας λιπαρά οξέα που απελευθερώνονται από την βακτηριακή αποικοδόμηση των ινών στο παχύ έντερο.

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει επίσης ότι η εμφάνιση διαβήτη είναι σε μεγάλο βαθμό μειωμένη στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου η κατανάλωση δημητριακών προϊόντων είναι υψηλή. Επιπλέον, διάφορες μελέτες σε διαβητικούς έχουν δείξει ότι η λήψη συμπληρωμάτων με διαλυτές ίνες (γκούαρ ή πηκτίνες) μειώνει το ποσοστό της εντερικής απορρόφησης της γλυκόζης. Αν και αυτή η επίδραση είναι αισθητή μετά από λήψη γευμάτων που περιέχουν γλυκόζη και υψηλή δόση ινών, τα αποτελέσματα που σημειώνονται κατά τη διάρκεια χρόνιων μελετών είναι αντιφατικά ή δύσκολο να ερμηνευθούν. Στην καλύτερη περίπτωση, η συμπλήρωση της διατροφής με διαλυτές φυτικές ίνες μπορεί να έχει περιορισμένη επίδραση στην γλυκαιμία των διαβητικών. Παρ'όλα αυτά, μια διατροφή πλούσια σε σύνθετους υδατάνθρακες έχει, τουλάχιστον, το πλεονέκτημα της μείωσης της θερμιδικής πρόσληψης από λιπίδια και πρωτεΐνες, οι οποίες μπορεί να επιδεινώσουν τις παρενέργειες του διαβήτη. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση,

⁹ Αυτός ο μηχανισμός είναι παρόμοιος με αυτόν που εξηγεί τον τρόπο δράσης των βασικών συνθετικών ρητινών (χολεστυραμίνη, INN), που αναστέλλουν τον εντερο-ηπατικό κύκλο των χολικών οξέων και αυξάνουν την απέκκριση τους μέσω των κοπράνων.

διάφοροι μηχανισμοί δράσης θεωρούνται ότι μπορούν να εξηγήσουν τη δράση επί της εντερικής απορρόφησης της γλυκόζης: i) επιτάχυνση διέλευσης ii) μειωμένη απορρόφηση από τον εντερικό βλεννογόνο iii) αύξηση της πρόσβασης στο υπόστρωμα για την α-αμυλάση iv) αλλαγή στη δραστηριότητα των παραγόντων που ρυθμίζουν την εκκριτική δραστηριότητα και την κινητικότητα του εντέρου.

Ε. Δοκιμασία προσδιορισμού των διαιτητικών ινών

Αναρίθμητες μέθοδοι έχουν προταθεί για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε ίνες ενός λαχανικού: α) χημικές βαρυμετρικές μέθοδοι που χρησιμοποιούν όξινα και ουδέτερα επιφανειοδραστικά και παρέχουν ένα υπόλειμμα ινών, η σύνθεση του οποίου ποικίλλει ανάλογα με τη διαδικασία β) ενζυματικές βαρυμετρικές μέθοδοι που δίνουν μια συνολική τιμή γ) άμεσες μέθοδοι και λουπά. Η επίσημη μέθοδος για τα προϊόντα πίτουρου περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του αθροίσματος των βαρών των διαλυτών και αδιάλυτων ινών. Η αρχή της είναι η ακόλουθη: το δείγμα που αναλύεται απολιπαίνεται χρησιμοποιώντας διαθυλαιθέρα και το άμυλο ζελατινοποιείται με θέρμανση και υδρολύεται με επώαση παρουσία αμυλογλυκοζιδάσης. Μια άλλη ενζυματική επεξεργασία από τρυψίνη (trypsin) απομακρύνει τις πρωτεΐνες. Έπειτα το ξηρό υπόλειμμα (αδιάλυτη ίνα) ζυγίζεται. Αντίστοιχα παραλαμβάνεται και το ίζημα (διαλυτή ίνα) που λαμβάνεται με την προσθήκη αιθανόλης στο υπερκείμενο υγρό από την επώαση με αμυλογλυκοζιδάση. Το τελικό αποτέλεσμα λαμβάνει υπόψη τα ανόργανα συστατικά και τις υπόλοιπες μη-υδρολυμένες πρωτεΐνες.

ΣΤ. Χρήσεις των διαιτητικών ινών

Μορφές χρήσης. Τα αλεύρια αρτοποιείας είναι γενικώς πολύ φτωχά σε ίνες ειδικά επειδή το ποσοστό εξαγωγής τους από τους σπέρματα των δημητριακών είναι χαμηλό. Υπάρχουν στην αγορά, εντούτοις, αλεύρια με υψηλό ποσοστό εξαγωγής (ψωμιά ολικής αλέσεως) και αλεύρια εμπλουτισμένα με φλοιό (πίτουρο-bran).

Οι μορφές που χρησιμοποιούνται συχνότερα στη διαιτητική είναι προϊόντα μπισκότων ή κέικ εμπλουτισμένα με ίνες. Χρησιμοποιούνται επίσης και σε φαρμακευτικές μορφές, παραδείγματος χάριν κοκκοποιημένες μορφές και ταμπλέτες.

Ενδείξεις. Η κύρια χρήση τους είναι για την ρύθμιση της εντερικής διέλευσης. Οι ίνες των δημητριακών (χονδροειδές πίτουρο), που απορροφούν πολύ νερό και δεν ζυμώνονται (στο έντερο), φαίνονται προτιμότερες από τις διαλυτές ίνες που προκαλούν μερικές φορές αέρια στο έντερο (flatulence): μπορούν να ληφθούν ως 10-20 g/ημέρα σε δύο ή τρεις δόσεις με παράλληλη επαρκή πρόσληψη νερού. Η αύξηση στη δοσολογία γίνεται κατά προτίμηση βαθμιαία και η χρήση τους, μαζί με βασικούς κανόνες υγιεινής και διαιτητικά μέτρα, φθάνει σε πλήρη αποτελεσματικότητα σε βάθος χρόνου. Η χρήση αυτών των προϊόντων στα μικρά παιδιά δεν συστήνεται χωρίς ιατρική συμβουλή.

Προϊόντα βασισμένα σε διαιτητικές ίνες χρησιμοποιούνται επίσης στις δίαιτες αδυνατίσματος: οι ίνες δεν συμμετέχουν στην παροχή της ενέργειας και, αραιώνοντας τις ληφθείσες θρεπτικές ουσίες, επιφέρουν πιο σύντομα το αίσθημα του κορεσμού.

Άλλες χρήσεις, ιδιαίτερα στη διατροφή των διαβητικών: οι ίνες συχνά συνδέονται με μια δίαιτα λίγων θερμίδων όπου το σημαντικότερο μέρος της πρόσληψης ενέργειας καλύπτεται από πολυσακχαρίτες τύπου αμύλου.

Γενικότερα, οι τρέχουσες διαιτητικές συστάσεις προτείνουν την αύξηση του ποσοστού των τροφίμων που είναι πλούσια σε ίνες στη διατροφή μας: η καθημερινή λήψη ινών στις περισσότερες βιομηχανικές χώρες είναι 20-25 g, ενώ φαίνεται ότι είναι επιθυμητό το ποσό αυτό να αυξηθεί σε 35 g.

4. ΦΡΟΥΚΤΑΝΕΣ

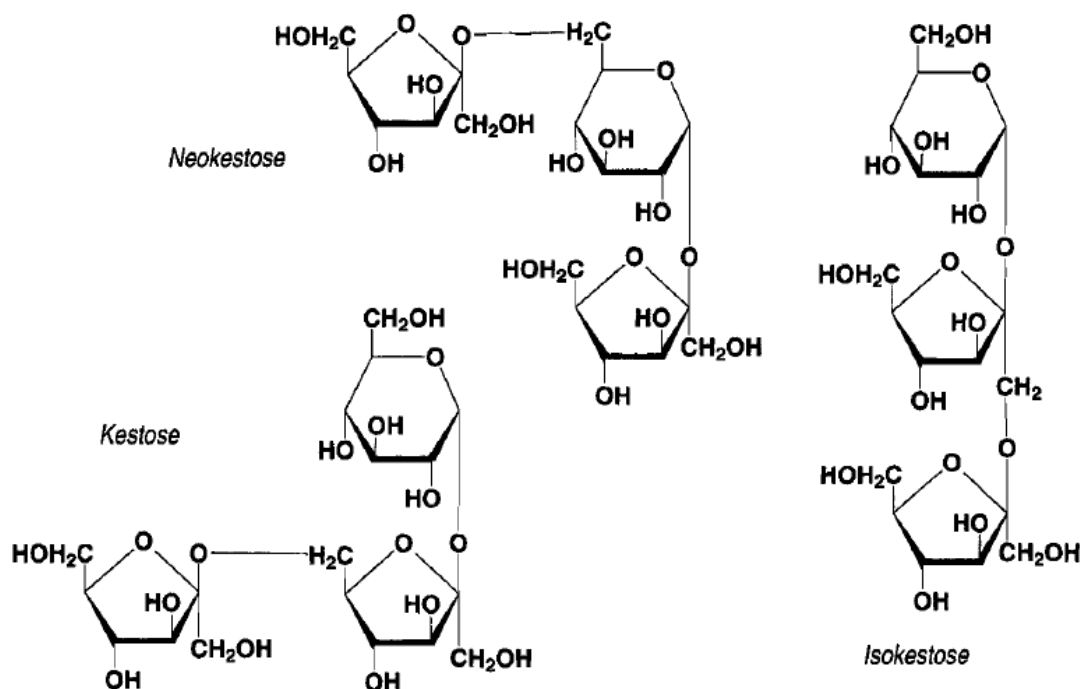
A. Γενικά

Οι φρουκτάνες είναι πολυμερή σώματα φρουκτόζης που συνδέονται μέσω ενός β-(2->1) δεσμού σε ένα τελικό μόριο γλυκόζης: μπορούν να θεωρηθούν ως υψηλότερα ομόλογα της σακχαρόζης. Όπως το άμυλο, αποτελούν μια μορφή αποθήκευσης άνθρακα που δεσμεύεται μέσω της φωτοσύνθεσης και βρίσκονται αποκλειστικά στα χυμοτόπια.

Αν και είναι μάλλον συχνά στα φυτά, αυτά τα πολυμερή σώματα συσσωρεύονται κυρίως σε περίπου δέκα οικογένειες: ινουλίνες των Δικοτυλήδωνων, κυρίως Asteraceae, Boraginaceae, και Campanulaceae, και φλεΐνες και διακλαδισμένες φρουκτάνες των Μονοκοτυλήδωνων, ιδιαίτερα των Ροσείων και Λιλιείων. Συγκεντρώνονται συνήθως στα υπόγεια όργανα (ρίζες, βολβοί, κόνδυλοι και ριζώματα) και η περιεκτικότητά τους, που ποικίλλει με τις εποχές, μπορεί να είναι πολύ μεγάλη (50% και περισσότερο).

Στις φρουκτάνες τύπου ινουλίνης (Asteraceae, Boraginaceae), η βασική μονάδα είναι μια β-(2->1) D-φρουκτοφουρανόζη (το πρώτο μέλος στη σειρά είναι ο τρισακχαρίτης ισοκεστόζη (isokestose)).

Στις φρουκτάνες τύπου φλεΐνης (Poaceae), η βασική μονάδα είναι μια β-(2->6) - D-φρουκτοφουρανόζη, και το πρώτος μέλος στη σειρά είναι μια κεστόζη (kestose). Διακλαδισμένες φρουκτάνες (neokestose και υψηλότερα ομόλογα χωρίς τελική γλυκόζη) είναι πιο σπάνια (παραδείγματος χάριν στο σπαράγγι *Asparagus officinalis* L.).





Taraxacum officinale Weber

Οι φρουκτάνες είναι πολύ εύκαμπτες πολυμερείς ενώσεις (επειδή έχουν τρεις δεσμούς μεταξύ των δακτυλίων: C-C-O-C αντί του C-O-C στους περισσότερους πολυσακχαρίτες), είναι αριστερόστροφες, μη ανάγουσες, εύκολα διαλυτές στο θερμό νερό, και πολύ ευαίσθητες στην όξινη υδρόλυση. Ο βαθμός πολυμερισμού είναι συχνά μάλλον χαμηλός (από 10 στο σκόρδο και το κρεμμύδι έως 250 σε κάποια *Roaceae*), και ποικίλλει ανάλογα με τα είδος και τη φυσιολογική κατάσταση: συγκεκριμένα ονόματα (π.χ., ινουλίνη, τριτικίνη (*tritacin*), ασπαραγοσάνη (*asparagosan*)) συχνά χαρακτηρίζουν απλά ένα μίγμα ομολόγων διαφορετικού βαθμού πολυμερισμού σε μια δεδομένη σειρά (πχ, *kestose*, *isokestose*).

Η ινουλίνη (ινουλίνες!), όταν εγχέεται ενδοφλεβίως, δεν μεταβολίζεται και δεν δεσμεύεται από τις πρωτεΐνες πλάσματος. Αποβάλλεται από τα νεφρά, χωρίς ούτε να εκκρίνεται ούτε να επαναρροφάται από τα σωληνάρια του νεφρώνα, και υποβάλλεται σε πειραματική διήθηση αυξάνοντας την ωσμωτική πίεση του σωληνοειδούς υγρού. Εμφανίζει ενδιαφέρον για τη διερεύνηση της νεφρικής λειτουργίας. Όταν χορηγείται από το στόμα, φθάνει στο παχύ έντερο χωρίς να έχει απορροφηθεί ή διασπασθεί.

Β. Δρόγες που περιέχουν ινουλίνη

Λίγες δρόγες που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στη λαϊκή ιατρική χαρακτηρίζονται από

την υψηλή περιεκτικότητά τους σε ινουλίνη. Χαρακτηρίζονται ως διουρητικές δρόγες, αλλά η δράση τους (που είναι δεν έχει πάντα αποτελέσει αντικείμενο πειραματισμού, πόσο μάλλον κλινικών δοκιμών) δεν αποδίδεται σαφώς σε κάποιο συγκεκριμένο συστατικό.

• ΡΑΔΙΚΙ, *Cichorium intybus* L., Asteraceae

Οι βελτιστοποιημένες ποικιλίες αυτού του είδους καλλιεργούνται για την παραγωγή ριζών που χρησιμοποιούνται, μετά από φρύξη στους 130-140 °C, σαν υποκατάστατο καφέ. Αυτό το *Asteraceae*, κοινό κατά μήκος των άκρων του δρόμου, είναι εύκολο να γίνει αντιληπτό και να προσδιοριστεί από τα χαρακτηριστικά του μπλε άνθη.

Η ρίζα του ραδικιού έχει μια ιδιαίτερα υψηλή περιεκτικότητα σε ινουλίνη (50-60% του ξηρού βάρους). Η πικρή της γεύση οφείλεται στις περιεχόμενες σεσκιτερπενικές λακτόνες. Παραδοσιακά χρησιμοποιείται από το στόμα: 1. σαν χολαιρετικό και χολαγωγό 2.



για να διευκολύνει την ούρηση και την πέψη 3. για να αυξήσει τη νεφρική αποβολή του ύδατος 4. σαν συμπλήρωμα σε διαίτες αδυνατίσματος 5. στη συμπτωματική αντιμετώπιση των διαταραχών της πέψης (όπως επιγαστρικό φούκωμα, εξασθένηση της πέψης, μεταωρισμός.)

Από το 1995, οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες έχουν εγκριθεί (στη Γαλλία) για χρήση ως «διαιτητικές ίνες». Αυτές οι διαλυτές ίνες λαμβάνονται από το ραδίκι ή από την αγκινάρα της Ιερουσαλήμ (*Helianthus tuberosus*). Μερικοί κατασκευαστές τους παράγουν ενζυματικά από σακχαρόζη. Στην τεχνολογία τροφίμων, τα παράγωγα ινουλίνης είναι υποκατάστατα σακχαρόζης. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή προϊόντων με κρεμώδη υφή που μιμούνται την αίσθηση που δημιουργεί το λίπος.

• **ΠΙΚΡΑΛΙΔΑ (Dandelion)** (αγριοράδικο, αγριομάρουλο),

Taraxacum officinale Weber, Asteraceae

Η πικραλίδα είναι ένα πολυετές ποώδες φυτό που απαντάται πολύ συχνά στα λιβάδια, τους κήπους, και τις άκρες των μονοπατιών. Χαρακτηρίζεται από μια ισχυρή περιεστραμένη ρίζα, μια βασική ροζέτα από φύλλα που διαιρούνται βαθειά σε άνισους τριγωνικούς λοβούς, από κίτρινα άνθη, και από τα λεπτά «πτερά» επάνω από τα αχαιίνια (πάππος).



Η ρίζα της πικραλίδας είναι ιδιαίτερα πλούσια σε κάλιο, φρουκτόζη και ινουλίνη. Η περιεκτικότητα σε φρουκτόζη είναι μέγιστη την άνοιξη ενώ η περιεκτικότητα σε ινουλίνη φθάνει σε 40% το φθινόπωρο. Η πικρή γεύση όλων των μερών του φυτού οφείλεται στις σεσκιτερπενικές λακτόνες (ευδεσμανολίδια και γερμακρανολίδια, γλυκοσίδες του ταραξακολιδίου και του ταραξινικού οξέως). Η δρόγη περιέχει επίσης τριτερπενικές πεντακυκλικές

αλκοόλες (ταραξαστερόλη, ψευδοταραξαστερόλη, τους οξικούς εστέρες τους, και τα υδροξυλιωμένα παράγωγά τους [αρνιδιόλη, φαραδιόλη]) και στερόλες. Τα φύλλα περιέχουν επίσης φλαβονοειδή.

Τα φαρμακολογικά δεδομένα όσον αφορά αυτή τη δρόγη είναι ουσιαστικά ανύπαρκτα (διουρητικό σε αρουραίους). Εντούτοις, οι ρίζες και τα φύλλα «παραδοσιακά» χρησιμοποιούνται, από το στόμα, ως χολαιρετικά ή χολαγωγά και για να ενισχύσουν τη νεφρική αποβολή του ύδατος. Η ρίζα έχει επίσης έγκριση για την ακόλουθη ένδειξη: «παραδοσιακή χρήση για διευκόλυνση των νεφρικών και εντερικών απεκκριτικών λειτουργιών". Η μονογραφία της γερμανικής Επιτροπής Ε διευκρινίζει ότι το φυτό είναι χολαιρετικό, διουρητικό, και τονωτικό όρεξης, και χρησιμοποιείται για φουσκωμα και αέρια εντέρου, για τις διαταραχές έκκρισης χολής και για την απώλεια όρεξης. Ελλείψει ιατρικής συμβουλής, αντενδείκνυται σε περίπτωση λιθίασης.

Αν και η πικραλίδα είναι προφανώς χωρίς τοξικότητα, μπορεί μερικές φορές να προκαλέσει αλλεργική δερματίτιδα εξ επαφής. Αυτή είναι μια διασταυρούμενη αντίδραση με άλλα Asteraceae που περιέχουν λακτόνες.

Γ. Άλλες δρόγες περιέχουσες φρουκτάνες εκτός από ινουλίνη

Αγριάδα (Witch grass), Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski (= Elymus repens [L.] Gould = Agropyron repens [L.] P. Beauv.), είναι ένα Poaceae του οποίου το ρίζωμα, χωρίς τις τυχαίες ρίζες (ΕΥΡ. ΦΑΡΜ. 1999), έχει εγκριθεί για (παραδοσιακές) ενδείξεις παρόμοιες με εκείνες των ανωτέρω δρογών που περιέχουν ινουλίνη: για να διευκολύνει τη νεφρική αποβολή του ύδατος, για διευκόλυνση των νεφρικών και εντερικών απεκκριτικών λειτουργιών και σαν συμπλήρωμα σε διαίτες αδυνατίσματος.

Το ρίζωμα της αγριάδας περιέχει φρουκτάνες 3-10%. Άλλα γνωστά συστατικά είναι βλέννες, πολυαλκοόλες, μια μικρή ποσότητα αιθερίου ελαίου (0.2 ml/kg), και κουμαρικοί εστέρες αλειφατικών αλκοολών. Η δρόγη θεωρείται πλούσια σε μεταλλικά στοιχεία.

Σπαράγγι. (Asparagus officinalis L., Liliaceae) Περιλαμβάνεται στη γαλλική φαρμακοποιία (10^η έκδοση). Οι ρίζες και το ρίζωμά του θεωρούνται ικανά να αυξήσουν τη νεφρική αποβολή του ύδατος. Η σύνθεσή του δεν είναι καλά μελετημένη: εκτός από φρουκτάνες, περιέχει σαπωνίνες με στεροειδικές γενίνες που πιθανόν, εν μέρει, είναι υπεύθυνες για την προτεινόμενη δράση.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anderson, J.W. (1995). Dietary Fibre, Complex Carbohydrate and Coronary Artery Disease, Can. J. Cardiol., 11, suppl. G, 55G-62G.

Brown, L., Rosner, B., Willett, W.W. and Sacks, F.M. (1999). Cholesterol-lowering Effects of Dietary Fiber: A Meta-analysis, Am. J. Clin. Nutr., 69, 30-42.

Demigne, C. and Remesy, c. (1993). Le role des aliments vegetaux riches en fibres dans la nutrition preventive, MM. Hyg., 51, 2822-2832. Ferguson, L.R. and Harris, P.J. (1996). Studies on the Role of Specific Dietary Fibres in Protection against Colorectal Cancer, Mutation Res., 350, 173-184.

Glore, S.R., van Treeck, D., Knehans, A.W. and Guild, M. (1994). Soluble Fiber and Serum Lipids: A Literature Review, J. Am. Diet. Assoc., 94, 425-436.

Le Marchand, L., Hankin, J.H., Wilkens, L.R., Kolonel, L.N., Englyst, H.N. and Lyu, L.-C. (1997). Dietary Fiber and Colorectal Cancer Risk, Epidemiology, 8, 658-665.

Meflah, K., Cherbut. c., Riboli, E., Kaaks, R. and Corpet, D. (1996). Fibres alimentaires et cancer colorectal, in "Alimentation et cancer", (Riboli, E., Decloitre, F. and Collet-Ribbing, C.. Eds.), chap. 22, p. 402-424, Tec & Doc, Paris.

Morrison, W.R. and Karkalas, J. (1990). Starch, in "Methods in Plant Biochemistry, vol. 2 : Carbohydrates", (Dey, P.M., Ed.), p. 323-352, Academic Press, London.

Nagengast, F.M., van den Ban, G., Ploemen, J.P., Leenen, R., Zock, P.L., Katan, M.B., Hectors, M.P.C., de Haan, A.F.J. and van Tongeren, J.H.M. (1993). The Effect of a Natural High-fibre Diet on Faecal and Biliary Bile Acids, Faecal pH and Whole-gut Transit in Man. A Controlled Study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 47, 631-639.

Nuttall, F.Q. (1993). Dietary Fiber in the Management of Diabetes, *Diabetes*, 42, 503-508.

Onwuene, I.e. and Charles, W.B. (1994). Tropical Root and Tuber Crops -Production, Perspectives and Future Prospects, FAO, Roma.

Scheppach, W., Bingham, S., Boutron-Ruault, M.-e., Gerhardsson de Verdier, M., Moreno, V., Nagengast., F.M., Reifen, R., Riboli, E., Seitz, H.K. and Wahrendorf, J. (1999). WHO Consensus Statement on the Role of Nutrition in Colorectal Cancer, *Eur. J. Cancer Prev.*, 8, 57-62.

Shike, M. and Winawer, S.J., Eds. (1999). Primary Prevention of Colorectal Cancer and Polyps; Does Fiber Have a Role, Proceedings of a Symposium held on December 2, 1997, in New York, *Am. J. Med.*, 106, suppl. IA.

Stahl, B., Linos, A., Karas, M., Hillenkamp, F. and Steup, M. (1997). Analysis of Fructans from Higher Plants by Matrix-assisted Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry, *Anal. Biochem.*, 246,195-204.

Williams, C.L., Ed. (1995). The Role of Dietary Fiber in Childhood, Proceedings of a Conference Held on May 24,1994 in New York, *Pediatrics*, 96, suppl., 985-1027.

Πολυσακχαρίτες των ανώτερων φυτών

Ετερογενείς πολυσακχαρίτες

1. Γενικότητες: Κόμμ εα (Γόμμες) και βλέννες (Mucilages)

2. Κόμμεα (εκκρίματα)

Κόμμι Karaya

Αραβικό κόμμι

Κόμμι τραγακάνθης

Κόμμι Ghatti. 98

3. Πολυσακχαρίτες παράγωγα Μαννόζης - «ουδέτερες βλέννες»

Χαρούπι

Γκουαρ

Konjac

Τριγωνέλλα

Περουβιανό κόμμι

4. Όξινοι ετερογενείς πολυσακχαρίτες - «όξινες βλέννες»

A. Plantaginaceae περιέχοντα βλέννες

Psyllium, Ispaghula , άλλα Psyllium

B. Πολυσακχαρίτες των Malvales

Μολόχα, Τίλιο

Γ. Άλλες δρόγες περιέχουσες βλέννες 117

Λινάρι , κυδώνι

5. Πηκτίνες 118

6. Βιβλιογραφία 120

1. ΓΕΝΙΚΑ: ΚΟΜΜΕΑ (ΓΟΜΜΕΣ) ΚΑΙ ΒΛΕΝΝΕΣ (MUCILAGES)

Οι όροι κόμμεα (γόμες) ή βλέννες (mucilages) περιλαμβάνουν συνήθως τα πολυσακχαριδικά μακρομόρια που διαλύονται λίγο ή πολύ όταν έρχονται σε επαφή με το νερό για να διαμορφώσουν κολλοειδή διαλύματα ή γέλες (πηκτώματα). Η σύγχρονη τάση είναι να εγκαταλειφθούν αυτοί οι όροι υπέρ του γενικότερου όρου «φυτικά υδροκολλοειδή», ή ευρύτερα «φυτικοί πολυσακχαρίτες». Ο όρος πολυσακχαρίτης μπορεί να φαίνεται ότι στερείται εξειδίκευσης (ισχύει πχ τόσο για την κυτταρίνη όσο και για το αραβικό κόμμι), αλλά είναι μερικές φορές δύσκολο να σκιαγραφήσει κανείς, βιολογικά όπως και χημικά, τις έννοιες των κόμμεων και των βλεννών-και επίσης των πηκτινών. Επομένως όποτε είναι δυνατόν θα προτιμούμε τα δομικά κριτήρια για να ταξινομήσουμε αυτά τα πολυμερή σώματα. Θα κρατήσουμε τον όρο κόμμι (γόμεμα) για όλα τα εκκρίματα και στη συνέχεια θα διακρίνουμε ουδέτερους ετερογενείς πολυσακχαρίτες (μαννάνες και παράγωγα), όξινους ετερογενείς πολυσακχαρίτες (σε πρώτη προσέγγιση αυτοί είναι οι βλέννες των κλασικών φαρμακογνωστικών βιβλίων), και γαλακτουρονάνες (πηκτίνες).

Πέραν του ιατρικού ενδιαφέροντος ορισμένων δρογών που περιέχουν βλέννες και μερικών κόμμεων, οι ετερογενείς πολυσακχαρίτες έχουν προφανές βιομηχανικό ενδιαφέρον. Εντούτοις, πρέπει να επισημάνουμε ότι για καθαρώς οικονομικούς λόγους, αυτές οι ουσίες αντιμετωπίζουν μεγάλο ανταγωνισμό με πολυμερή σώματα βακτηριακής ή ημισυνθετικής προέλευσης (όπως τα παράγωγα κυτταρίνης). Μόνο τα προϊόντα όπως το guar (που μπορεί να καλλιεργηθεί με βάση τη σύγχρονη γεωργία) μπορούν να υπερασπίσουν το μερίδιό τους στην αγορά. Αυτό εμφανίζεται επίσης να συμβαίνει και για τα προϊόντα που εγκρίνονται για την ανθρώπινη διατροφή έχοντας συγκεκριμένες ιδιότητες (χαρούπι).

Προκειμένου να γίνεται η διάκριση ανάμεσα στα κόμμεα και τις βλέννες έχει τεθεί σε χρήση ένας συγκεκριμένος αριθμός κριτηρίων. Τα κόμμεα είναι σύνθετα μόρια, είναι πάντα ετερογενή και διακλαδισμένα και περιέχουν ουρονικά οξέα. Εκκρίνονται στην εξωτερική πλευρά των φυτών και γενικά θεωρούνται σαν αποτέλεσμα τραύματος του φυτού (αν και το κόμμι τραγακάνθης αποθηκεύεται πριν από οποιαδήποτε βλαπτική επίθεση). Θα μπορούσαν να προκύψουν από το μετασχηματισμό των τοιχωματικών πολυσακχαριτών και ίσως ακόμη και από το άμυλο. Αν και έχει τεθεί ως υπόθεση ότι αποτελούν εκδήλωση μιας προσαρμογής στην ξηρασία, η παρουσία τους στα φυτά των βόρειων περιοχών τείνει να αποδυναμώσει αυτήν την υπόθεση. Τα κόμμεα πήζουν αποξηραίνόμενα, είναι αδιάλυτα στους οργανικούς διαλύτες, και αυτό τα διαφοροποιεί από τις ρητίνες (που είναι συχνότερα τερπενοειδούς σύστασης).

Από την άλλη, οι βλέννες θεωρούνται κανονικά συστατικά κυττάρων, προϋπάρχοντα σε εξειδικευμένους ιστολογικούς σχηματισμούς (κύτταρα ή κανάλια) που είναι κοινοί μέσα στον εξωτερικό υμένα των σπόρων. Είναι αρκετά ευρέως διαδεδομένοι, είναι κοινοί στα Malvales (όξινες βλέννες) και στα Fabales (ουδέτερες βλέννες του ενδοσπερμίου). Ως παράγοντες που συγκρατούν το νερό, έχουν έναν ενεργό ρόλο στη βλάστηση των σπερμάτων και στο σχηματισμό τους εμπλέκεται η συσκευή Golgi.

2. ΚΟΜΜΕΑ (ΕΚΚΡΙΜΑΤΑ)

Η ανάλυση της δομής και η κατανομή των κόμμεων στο φυτικό βασίλειο έχει οδηγήσει μερικούς συγγραφείς στο να τα ταξινομήσουν σε τέσσερις ομάδες

1. Ομάδα **A**. Η ομάδα αυτή, η οποία περιλαμβάνει κόμμεα προερχόμενα από φυτά του γένους *Acacia*, βασίζεται σε ένα κορμό τύπου γαλακτάνης υποκατεστημένο από μονάδες L-αραβινόζης, και από διακλαδισμένους ολιγοσακχαρίτες που περιέχουν κάποιον άλλο μονοσακχαρίτη (L-ραμνόζη, D-ξυλόζη) και D-γλυκουρονικό οξύ. Ο πολυσακχαρίτης συνδέεται συχνά με μια πρωτεΐνη.

2. Ομάδα **B**. Περιλαμβάνει τα κόμμεα που παρομοιάζουν με πηκτίνες: αλυσίδες (1->4)-συνδεδεμένου D-γαλακτουρονικού οξέος υποκατεστημένες από μικρές αλυσίδες που περιέχουν L-αραβινόζη, D-γλυκουρονικά οξέα, και D-γαλακτουρονικά οξέα. Η L-ραμνόζη απαντάται στην κύρια αλυσίδα, σε ορισμένες περιπτώσεις τόσο συχνά όσο και κάθε άλλο σάκχαρο (αυτή είναι η περίπτωση του κόμμεος καράγια (*karaya*)). Σε μερικές σπάνιες περιπτώσεις, οι δύο τύποι μορίων (τύπου A και τύπου B) συνυπάρχουν.

3. Ομάδα **Γ**. Τα κόμμεα σε αυτή την ομάδα είναι σπάνιες 1->4 - β ξυλάνες και σε μεγάλο βαθμό υποκατεστημένες από διάφορους μονοσακχαρίτες (L-αραβινόζη, L-γαλακτόζη, D-γλυκουρονικό οξύ, και ούτω καθεξής).

4. Ομάδα **Δ**. Η κεντρική αλυσίδα αποτελείται από εναλλασσόμενες μονάδες (1->4 -1->2) D-γλυκουρονικού οξέος και D-μαννόζης. Οι ομάδες υδροξυλίου στο C-3 των περισσότερων μονάδων μαννόζης είναι υποκαταστημένες από ακολουθίες ανάλογες με εκείνες της ομάδας A. Το κόμμι *ghatti* είναι ένα παράδειγμα αυτού του τύπου δομής.

Αν και τα κόμμεα απαντώνται σε όλο το φυτικό βασίλειο, βρίσκονται ως επί το πλείστον σε λίγες οικογένειες, συμπεριλαμβανομένων των *Mimosaceae*, *Rosaceae*, *Combretaceae*, *Burseraceae*, και *Rutaceae*. Η σύνθεση ενός κόμμεος είναι χαρακτηριστική του κάθε είδος, αλλά μπορεί να διαφέρει ελαφρώς σε σχέση με τη γεωγραφική προέλευσης και διάφορους περιβαλλοντικών παράγοντες. Το μοριακό βάρος τους κυμαίνεται από 2×10^4 έως 10^6 . Τα περισσότερα κόμμεα είναι εν μέρει μεθυλιωμένα (π.χ., στην ομάδα υδροξυλίου του C-4 του γλυκουρονικού οξέος, στην ομάδα υδροξυλίου του C-3 της ραμνόζης) ή ακετυλιωμένα. Οι καρβοξυλικές ομάδες μπορεί να υπάρχουν ως άλατα.

Τα περισσότερα κόμμεα διαλύονται στο νερό σχηματίζοντας παχύρρευστα διαλύματα, κάποια είναι τελείως αδιάλυτα και σχηματίζουν γέλες. Αραιά διαλύματα αυτών των κόμμεων (1% ή λιγότερο) γενικά δίνουν ίζημα κατά την προσθήκη αιθανόλης. Είναι οπτικά ενεργά, και αυτό είναι ένα σημαντικό στοιχείο για την εξακρίβωση της ταυτότητάς τους. Όξινη υδρόλυση ακολουθούμενη από TLC των ελεύθερων μονοσακχαριτών είναι επίσης ένα καλό μέσο αναγνώρισης ενός κόμμεος και αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται συστηματικά από τις φαρμακοποιίες (η μέθοδος αυτή επιτρέπει ταυτόχρονα την ανίχνευση μειγμάτων ή προσθέτων).

• Κόμμι καράγια ή **STERCULIA GUM**

Sterculia spp., *Sterculiaceae*

Το κόμμι Καράγια είναι "το σκληραϊνόμενο στον αέρα προϊόν του φυσικού ή επαγόμενου από τομή παχύρρευστου εξιδρώματος από τον κορμό και τα κλαδιά των *Sterculia urens* Roxb., *Sterculia tomentosa* Guill. & PERR. και των άλλων στενά συγγενικών ειδών "

Βοτανική προέλευση. Τα φυτά του γένους *Sterculia* είναι δένδρα με μεγάλα φύλλα με πέντε λοβούς, με απέταλα άνθη, και με καρπούς που αποτελούνται από ξυλοποιημένους θύλακες. Το παρέγχυμα του φλοιού του κορμού και των κλαδιών περιέχουν εκκριτικούς αγωγούς εντός των οποίων συσσωρεύονται το κόμμι. Εκτός από τα είδη που αναφέρθηκαν ανωτέρω, η βιβλιογραφία αναφέρει το *S. tragacantha* Lindley, το οποίο είναι ένα είδος της δυτικής Αφρικής, όπως και το *S. tomentosa*. Αυτά τα αφρικανικά είδη παράγουν το "gomme M'Ber". Σε αντίθεση, το κόμμι "καράγια"¹⁰ παράγεται από το *S. urens* που φυτρώνει στα βουνά και ξηρά οροπέδια της κεντρικής και βόρειας Ινδίας. Το κόμμι, που συλλέγεται κατά προτίμηση πριν και μετά την εποχή των μουσώνων, λαμβάνεται μετά από εγχάραξη. Το εξίδρωμα συλλέγεται, απαλλάσσεται από υπολείμματα φλοιού, και ταξινομείται ανάλογα με τις ξένες ύλες και το χρώμα. Το εμπορικό προϊόν είναι αδρομερές ή σε σκόνη (αλλά η σκόνη είναι πιο δύσκολο να συντηρηθεί).



Η δρόγη. Η δρόγη αποτελείται από ακανόνιστες, ημιδιαφανείς, και ροζ-λευκές έως καστανές μάζες που έχουν οσμή οξικού οξέος. Αυτό το κόμμι είναι μερικώς διαλυτό στο νερό: τα σωματίδια του κόμμι απορροφούν νερό και διογκώνονται σε σημαντικό βαθμό, σχηματίζοντας ένα εξαιρετικά ιζώδες εναιώρημα. Η διαδικασία ενυδάτωσης είναι αργή: η προκαταρκτική ανάμειξη του κόμμι με αλκοόλ διευκολύνει την παραγωγή ενός ομογενούς εναιωρήματος. Το ιζώδες του εναιωρήματος εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων του κόμμι. Εάν η συγκέντρωση αυξηθεί (2-3%), σχηματίζεται μια μορφή πάστας που συμπεριφέρεται ως γέλη και αποκτά πολύ κολλητικές ιδιότητες σε υψηλότερες συγκεντρώσεις (20-50%).

Σύνθεση. Το κόμμι είναι του τύπου Β (γλυκανοραμνογαλακτουρονάνη): κεντρικός κορμός, με βασική μονάδα αποτελούμενη από εναλλασσόμενο α-D-γαλακτουρονικό οξύ που συνδέεται μέσω της C-4 θέσης και α-L-ραμνόζη που συνδέεται με τη C-2 θέση. Η αλυσίδα είναι υποκατεστημένη στις ομάδες υδροξυλίου των C-2 ή C-3 του γαλακτουρονικού οξέος και σε ορισμένες ομάδες υδροξυλίου του C-4 της ραμνόζης από D-γαλακτόζη και D-γλυκουρονικό οξύ. Το περιεχόμενο σε ουρονικό οξύ είναι περίπου 40% και ο βαθμός ακετυλίωσης είναι περίπου 8%.

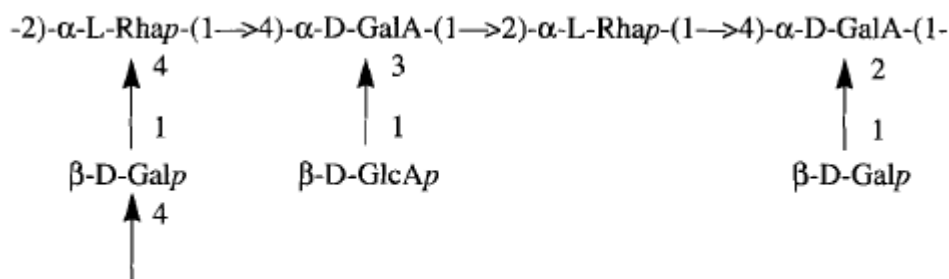
Δοκιμές. Πολλές αντιδράσεις είναι δυνατόν να εξακριβώσουν την ταυτότητά του: οξύτητα (απελευθέρωση οξικού οξέος κατά την θέρμανση), ροζ χρώση με κόκκινο του ρουθηνίου, χαρακτηρισμός των ουρονικών οξέων μετά από υδρόλυση με θειικό οξύ (χρησιμοποιώντας διυδροξυαφθαλένιο).

Οι δοκιμές περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

1. προσδιορισμός του pH ενός υδατικού διαλύματος 1%, απαλλαγμένο από διοξείδιο του άνθρακα: θα πρέπει να μην υπερβαίνει το 5,5,

¹⁰ Δεν πρέπει να συγχέεται με το κόμμι kutira, που παράγεται από το *Cochlospermum gossypium* DC.

2. χαρακτηρισμός με TLC της γαλακτόζης και ραμνόζης μετά από υδρόλυση με θειικό οξύ (αντιδραστήριο εμφάνισης: αμινοϊππουρικό οξύ),
3. προσδιορισμός του δείκτη διόγκωσης ο οποίος δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 13 (σε 37% [v/v] διάλυμα αιθανόλης),
4. ποσοτική εκτίμηση των ξένων υλών (στοιχεία αδιάλυτα σε όξινο [με HCl] υδατικό διάλυμα σε σημείο βρασμού): <5%.



*Repeating unit
characteristic of Sterculia gum*

Χρήσεις. Αν και αρχικά θεωρήθηκε ως υποκατάστατο για το κόμμα τραγακάνθης, το κόμμα καράγια έχει πολλά πλεονεκτήματα που εξηγούν την εκτεταμένη χρήση του στη φαρμακευτική. Η ικανότητά του να σχηματίζει παχύρρευστα εναιωρήματα ενώ διογκώνεται σημαντικά το καθιστούν διογκωτικό υπακτικό. Δεν υφίσταται ζύμωση, δεν απορροφάται, δεν διασπάται και δεν είναι τοξικό. Ενδείκνυται για τη συμπτωματική θεραπεία της δυσκοιλιότητας και συνταγογραφείται μόνο του ή σε συνδυασμό με διάφορες δραστικές ουσίες (αλόη, buckthorn, μεπροβαμάτη, πολυβινυλοπολυπυρρολιδόνη, πυριτικό αργίλιο, θειικό μαγνήσιο και οξείδιο του μαγνησίου). Το κόμμα και οι συνδυασμοί του αντενδείκνυται σε περίπτωση στένωσης του πυλωρού, και πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή σε περίπτωση μεγακόλου επειδή μεταβάλλει την κινητικότητα του παχέως εντέρου. Το κόμμα καράγια χρησιμοποιείται επίσης γιατί παρέχει ένα αίσθημα κορεσμού έχοντας μηδενική θερμιδική αξία και ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως συμπλήρωμα στις δίαιτες απώλειας βάρους. Οι συγκολλητικές του ιδιότητες το καθιστούν χρήσιμο για τις συσκευές κολοστομίας και για την οδοντική προσθετική. Χρησιμοποιείται σπάνια στη βιομηχανία τροφίμων, ωστόσο πρόκειται για ενδιαφέρον συστατικό στον τομέα της φαρμακευτικής τεχνολογίας, καθώς και στη βιομηχανία καλλυντικών.

• **Αραβικό κόμμα,**

Acacia spp., Mimosaceae

Σύμφωνα με την 3η έκδοση της ευρωπαϊκής φαρμακοποιίας, αραβικό κόμμα είναι το σκληραινόμενο στον αέρα, εκχύλισμα που ρέει, φυσικά ή κατά την χάραξη, από τον κορμό και τα κλαδιά του φυτού *Acacia senegal* (L.) Willd. και άλλα είδη ακακίας αφρικανικής προέλευσης. Η φαρμακοποιία περιγράφει επίσης το εκνέφωμα που λαμβάνεται από διάλυμα του κόμμεως.

Το φυτό. Αυτή η ακακία, γνωστή ως verek στη Δυτική Αφρική (αλλά και ως hashab στο Σουδάν), είναι ένα δέντρο (4-6 m), με καμπύλα αγκάθια, με σύνθετα φύλλα δις πτεροειδή. Τα λουλούδια έχουν μια μικρή λευκή στεφάνη, και μακρείς και πολυάριθμους στήμονες. Ο καρπός είναι χέδρωπας. Αυτή η ακακία και τα συγγενικά είδη που παράγουν αραβικό κόμμα είναι ιθαγενή των κρατών της Αφρικής που βρίσκονται κοντά στην έρημο, από τον Ατλαντικό Ωκεανό μέχρι την

Ερυθρά Θάλασσα. Παραδοσιακά, οι μεγαλύτεροι παραγωγοί είναι το Σουδάν (40.000 μετρικούς τόνους το 1994-95, ή το 80% της παγκόσμιας παραγωγής) και οι χώρες δυτικά του Σαχέλ: Σενεγάλη, Μάλι, και Μαυριτανία. Αν και η ορθολογική εκμετάλλευση των φυτειών είναι εφικτή,



Acacia senegal Willd.

ένα σημαντικό μέρος της αγοράς φαίνεται να παρέχεται από τη συγκομιδή από άγρια δέντρα.

Η παραγωγή του κόμμεως από τις ακακίες λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της εποχής της ξηρασίας, όταν τα φύλλα πέφτουν. Τόσο τα κόμμι που εκκρέει φυσικά, όσο και αυτό που σχηματίζεται μετά τη χάραξη, (διαδικασία ή οποία συνίσταται σε μία εγκάρσια τομή, και το

τράβηγμα του φλοιού και στις δύο πλευρές), συλλέγεται. Οι λωρίδες του φλοιού αφαιρούνται χωρίς να τραυματίσουν το κάμβιο. Το τελευταίο αναγεννά το φλοιώμα και εκκρέει κόμμα για μερικές εβδομάδες. Το κόμμα (ένα έως δύο κιλά ανά δέντρο και ανά έτος) συλλέγεται και ταξινομημένο σε διάφορες εμπορικές κατηγορίες, κυρίως με κριτήριο το χρώμα. Κατά την τελευταία δεκαετία, οι κλιματικές διακυμάνσεις και οι πολιτικές αναταραχές, αλλά επίσης, όπως φαίνεται, ζημίες που προκαλούνται από ακρίδες-προκάλεσαν μεγάλες διακυμάνσεις της αγοράς, συμπεριλαμβανομένων, κατά τη διάρκεια ορισμένων ετών, τη σημαντική μείωση του εφοδιασμού, η οποία με τη σειρά του οδήγησε τους συνήθεις καταναλωτές να καταφεύγουν σε υποκατάστατα, για παράδειγμα άλλα κόμματα. Μερικοί συνιστούν επίσης λιπόφιλα άμυλα (π.χ., Purity-Gum 1773®, N-Lok®) για τη σταθεροποίηση γαλακτωμάτων (μη αλκοολούχα ποτά), καθώς και ενκαψυλίωση αρωμάτων.

Η δρόγη. Το κόμμα αποτελείται από σφαιροειδείς μάζες 1-3 cm σε διάμετρο που είναι εύθραυστες, με χρώμα κιτρινωπό-άσπρο ή ανοικτό πορτοκαλί, αδιαφανείς, και που συχνά σπάνε σε ακανόνιστα θραύσματα, γωνιακά, υαλώδη, και διαφανή. Το κόμμα είναι άοσμο, άγευστο, και κολλάει στη γλώσσα. Σε μορφή σκόνης, είναι περισσότερο ή λιγότερο κίτρινο-άσπρο και διαλύεται πολύ αργά σε διπλάσια μάζα νερού για να σχηματίσει ένα διάλυμα που είναι παχύρρευστο, κολλώδες, ασθενώς όξινο, και στρέφει το πολωμένο φως (αριστερόστροφα).

Χημική σύσταση. Το ανεπεξέργαστο κόμμα περιέχει 10-15% νερό, μερικές τανίνες (κυρίως στη χρωματιστή δρόγη), οξειδάσες, αλλά όχι άμυλο.

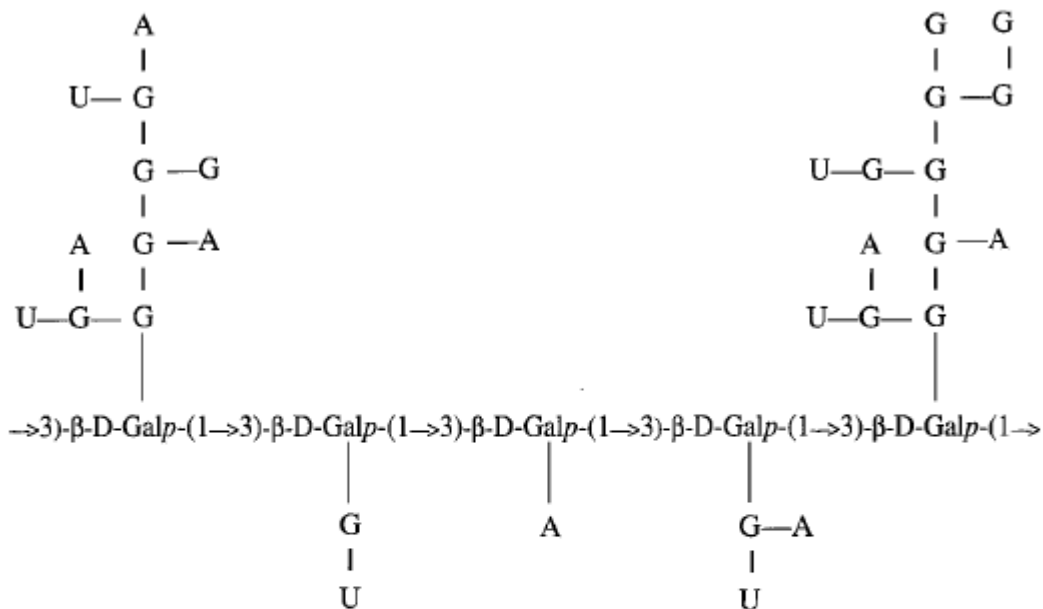
Το κύριο συστατικό είναι όξινο πολυσακχαρίτης που εμφανίζεται στη φυσική του κατάσταση ως άλας (του ασβεστίου, και σε μικρότερο βαθμό, του μαγνησίου και του καλίου). Το πολυμερές ποικίλλει ανάλογα με το δέντρο, τη γεωγραφική προέλευση του, και το χρόνο συγκομιδής. Το μοριακό βάρος του κυμαίνεται από 3×10^5 έως 10^6 , το $[\alpha]_D$ είναι $-30^\circ \pm 4$ (FAO). Η ανάλυσή του, αποκαλύπτει την παρουσία πολλών μονοσακχαριτών: D-γαλακτόζη (32-50%), L-αραβινοζης (17-34%), D-γλυκουρονικό οξύ 13-19%, και L-ραμνόζη (11-16%).

Η βασική δομή είναι μια 1->3 γαλακτάνη υποκατεστημένη με αραβινόζη (μεμονωμένη ή σε μικρές αλυσίδες) και από περίπλοκους ολιγοσακχαρίτες που περιλαμβάνουν D-γαλακτόζη, L-αραβινοζη, L-ραμνόζη, και D-γλυκουρονικό οξύ.

Ιδιότητες και χρήσεις. Αιγυπτιακά ιερογλυφικά στοιχειοθετούν την αρχαία χρήση αυτής της δρόγης που έχει αποτελέσει αντικείμενο εμπορίου για τουλάχιστον τέσσερις χιλιάδες χρόνια. Το αραβικό κόμμα είναι μαλακτικό και βηχικό, και χρησιμοποιείται στη σύνθεση κλασικών παρασκευασμάτων. Σε αντίθεση με τις γαλακτογλυκομαννάνες και τις βλέννες από τις μπανάνες, η καθημερινή τους απορρόφηση δεν έχει καμία επίδραση στην χοληστερολαιμία. Είναι εύκολα διαλυτό στο νερό (διαλύματα με συγκέντρωση μεγαλύτερη από 50% μπορούν να



παρασκευαστούν) και σχηματίζει παχύρρευστα διαλύματα η συμπεριφορά των οποίων είναι αρχικά νευτώνεια, και σε υψηλότερες συγκεντρώσεις ψευδοπλαστική. Το ιξώδες των διαλυμάτων εξαρτάται από την προέλευση της δρόγης (τόσο από το είδος όσο και από την περίοδο συγκομιδής) και επηρεάζεται πολύ από το pH (φθάνει το μέγιστο γύρω στο ουδέτερο pH), από τη θερμοκρασία, και από την παρουσία ηλεκτρολυτών, η οποία το μειώνει.



Gum arabic : structural hypothesis

G = $\beta\text{-D-Galp}$
 A = short chains of L-Araf linked (1→3)
 or $\alpha\text{-D-Galp-(1}\rightarrow 3\text{)-L-Araf}$
 U = $\alpha\text{-L-Rhap-(1}\rightarrow 4\text{)-}\beta\text{-D-GlcA}$ or $\beta\text{-D-GlcP A (4-OMe)}$

Redrawn from Stephen, A.M., Churms, S.C. and Vogt, D.C. (1990). Exudate Gums, in "Methods in Plant Biochemistry, 2: Carbohydrates", (Dey, P.M., Ed.), p. 483-522, Academic Press, London.

Είναι συμβατό με τα περισσότερα φυτικά υδροκολλοειδή και με την πλειοψηφία των αλκαλοειδών, αλλά είναι ασύμβατο με ζελατίνη, άλατα σιδήρου, και φαινόλες (π.χ. θυμόλη, ευγενόλη, μορφίνη).

Το ιξώδες των διαλυμάτων του και η αρκετά καλή σταθερότητα τους σε όξινες συνθήκες το καθιστούν ένα ενδιαφέρον εργαλείο στη φαρμακευτική τεχνολογία: σταθεροποιητής σε εναιωρήματα, αλλά και γαλακτωματοποιητής, παράγοντας ενκαψυλίωσης αρωματικών ουσιών για εκνέφωση, και πρόσθετο για την παρασκευή στερεών σκευασμάτων προοριζόμενων για από του στόματος χορήγηση.

Στην τεχνολογία τροφίμων είναι ένας εντελώς μη τοξικός σταθεροποιητής και γαλακτωματοποιητής (E414), ο οποίος είναι επίσης ουδέτερος, άοσμος, άγευστος, άχρωμος, και σταθερός. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ικανότητά του να σχηματίζει κολλοειδή μικροσφαιρίδια (coacervates) με πρωτεΐνες.

Δοκιμές. Ο προσδιορισμός της στροφικής ικανότητας των διαλυμάτων του κόμμεως, και η ανάλυση με TLC (εμφάνιση με αμινοϊπουρικό οξύ) των μονοσακχαριτών που προκύπτουν από την υδρόλυση με θειικό οξύ, αποτελούν τα στοιχεία ταυτοποίησης της δρόγης (παρουσία της L-αραβινόζης, D-γαλακτόζης, L-ραμνόζης, και η απουσία της D-γλυκόζης). Η ταυτότητα επιβεβαιώνεται με αντιδράσεις καθίζησης (αλκοόλ, οξικού μολύβδου).

Οι δοκιμές περιλαμβάνουν την επαλήθευση, (σε διάλυμα 10%), της απουσίας αμύλου και δεξτρίνης (απουσία μπλε ή κοκκινωπού χρώματος με ιώδιο), την απουσία σακχαρόζης και φρουκτόζης (δεν δίνει χρώμα με υδροχλωρική ρεζορκίνη), απουσία ταννινών (καμία χαρακτηριστική αντίδραση με τριχλωριούχο σίδηρο), και απουσία άγαρ, κόμμεως καράγια (δεν δίνει χρώμα με ερυθρό του ρουθηνίου), και κόμμεως τραγακάνθης¹¹ (κανένα χαρακτηριστικό χρώμα με ιώδιο). Επιπλέον, η δρόγη πρέπει να περνά τις κοινές γενικές δοκιμές (απώλεια κατά την ξήρανση, θειική τέφρα, αδιάλυτη ύλη). Το κόμμα πρέπει να υποβληθεί σε δοκιμασία ορίου για το ολικό μικροβιακό φορτίο (10^4 μικροοργανισμοί ανά γραμμάριο) και σε δοκιμή για *Escherichia coli*.

• Κόμμα Τραγακάνθης,

Astragalus gummifer Labill., Fabaceae

Η 3η έκδοση της ευρωπαϊκής φαρμακοποίας διευκρινίζει ότι αυτό το κομμώδες έκκριμα που σκληραίνει στην αέρα και που ρέει φυσικά ή μετά από τομή στον κορμό και τα κλαδιά του *A. gummifer* μπορεί επίσης να προκύψει και από ορισμένα άλλα είδη από τη δυτική Ασία.

Το φυτό, η δρόγη. Το *A. gummifer* είναι ένα θαμνώδες και πολύ ακανθώδες φυτό (0,5-1 m). Τα φύλλα είναι σύνθετα πτεροειδή και έχουν μικρά γκριζωπά φυλλάκια που πέφτουν πρόωρα για να αφήσουν μια ακανθώδη ράχη. Τα υποκίτρινα λουλούδια συγκεντρώνονται σε βότρυ. Ο καρπός είναι ένας μικρός χέδρωπας.



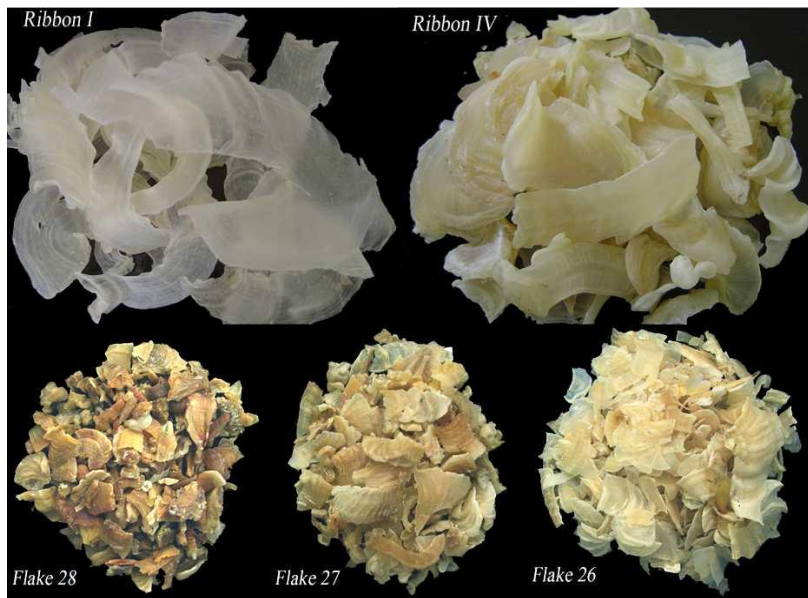
Το *Astragalus* προέρχεται από τις ορεινές ερήμους της Δυτικής Ασίας: από τη νότια του Ιράν ως το Κουρδιστάν και την Αρμενία, από τη Συρία και το Ιράκ ως το Khorasan και το Αφγανιστάν.

Στην προκειμένη περίπτωση, η παραγωγή του κόμμεως είναι κεντρομόλος και το κόμμα συσσωρεύεται στην εντεριώνη και τις εντεριώνιες ακτίνες, τα κυτταρικά τοιχώματα των οποίων αργότερα εξαφανίζονται. Μια τομή στα κλαδιά προκαλεί άμεση έκκριση του κόμμεως, που έχει κατεύθυνση προς τα έξω σαν παχύρρευστη κορδέλα, με σχήμα σκουληκιού (για τραύματα από ατύχημα), ή σε ελικοειδές σχήμα (αν γίνει τομή). Παραδοσιακά, η βάση του κυρίου στελέχους εκτίθεται έξω από το έδαφος και χαράσσεται βαθιά: μετά από 48 ώρες τουλάχιστον τα

¹¹ Κατά καιρούς συμβαίνει νοθεία με κόμμεα κατώτερης ποιότητας ή απόδοσης που είναι δύσκολο να ανιχνευθεί. Αυτή είναι η περίπτωση του "κόμμα combretum", που εκκρίνεται από το *Combretum nigricans* Lepr. ex Guill. & PERR.: Η δομική διαφορά μπορεί να διαπιστωθεί με φασματομετρικές μεθόδους. Anderson, D.M.W., Millar, L.R.A. and Weiping, W. (1991), The Gum Exudate from *Combretum nigricans* gum, the Major Source of West African "Gum Combretum", *Food Addit. Contam.*,8,423-436.

εξιδρώματα συλλέγονται, συγκεντρώνονται και ταξινομούνται. Οι λιγότερο χρωματιστές παρτίδες θεωρούνται υψίστης ποιότητας.

Το κόμμα τραγακάνθης είναι άοσμο και άγευστο, αποτελείται από λεπτές ταινίες (30 x 10 x 1 mm), που είναι πεπλατυσμένες, λευκές, ημιδιαφανείς, λεπτά γραμμωτές κατά μήκος και κυματοειδείς κατά την εγκάρσια κατεύθυνση. Η μικροσκοπική εξέταση της κονιοποιημένης δρόγης



αποκαλύπτει την παρουσία στρογγυλεμένων κόκκων αμύλου (4-10 μm) με ένα κεντρο. Οι στρωματοποιημένες κυτταρικές μεμβράνες που περιβάλλουν τους κόκκους αμύλου βάφονται μωβ από διάλυμα χλωριούχου ψευδαργύρου και ιωδίου.

Χημική σύσταση. Σε αντίθεση με το αραβικό κόμμα, το κόμμα τραγακάνθης δεν περιέχει οξειδάσες, αλλά περιέχει περίπου 3% άμυλο και 3-4% ανόργανα συστατικά. Το ανεπεξέργαστο

κόμμα θεωρείται ότι είναι ένα μείγμα δύο πολυσακχαριτών: της τραγακάνθης (30-40%), η οποία είναι ουδέτερη και διαλυτή σε μείγματα με νερό και αλκοόλη, και διαλύεται στο νερό για να σχηματίσει κολλοειδές διάλυμα, και της βασσορίνης (60-70%), η οποία είναι όξινη, καθιζάνει παρουσία αιθανόλης, και διογκώνεται παρουσία νερού για να σχηματίσει γέλη. Η τραγακάνθη είναι αραβινογαλακτάνη (1 \rightarrow 6, 1 \rightarrow 3), είναι σχεδόν ουδέτερη, και έχει σκελετό από γαλακτόζες. Η βασσορίνη (ή τραγακάνθικό οξύ), από την άλλη πλευρά είναι μια εν μέρει μεθυλιωμένη γλυκανογαλακτουρονάνη με μοριακό βάρος που πλησιάζει το 850.000, και αποτελείται από τέσσερις μονοσακχαρίτες: D-γαλακτουρονικό οξύ, D-γαλακτόζη, D-ξυλόζη, και L-φουκόζη. Η κεντρική ραχοκοκαλιά του μορίου είναι μια αλυσίδα 1- \rightarrow 4-που συνδέονται γαλακτουρονικά οξέα. Η αλυσίδα υποκαθίσταται από μονάδες ξυλόζης ή από δισακχαρίτες (φουκοξυλόζη ή γαλακτοξυλόζη).

Δοκιμές. Η αναγνώριση του κόμματος επιτυγχάνεται, μεταξύ άλλων, με μικροσκοπική εξέταση (βλ. παραπάνω) και από την ανάλυση με TLC του υδρολύματος με θειικό οξύ. Ψεκασμός με αμινοϊππουρικό οξύ αποκαλύπτει τα συστατικά μονοσακχαρίτες (φουκόζη, ξυλόζη, γαλακτόζη, αραβινοζη) και επιτρέπει την επαλήθευση της απουσίας μεθυλοκυτταρίνης.

Η δοκιμή αυτή καθαυτή περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του ρυθμού ροής σε βαθμολογημένο σωλήνα, καθώς και μια σειρά ενεργειών για τον εντοπισμό άλλων κόμμεων (αραβικό κόμμα, κόμμα καράγια) και ξένων ουσιών, οι οποίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 1% κατά βάρος. Το κόμμα πρέπει να υποβληθεί σε δοκιμασία ορίου για το ολικό μικροβιακό φορτίο (δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10^4 μικροοργανισμούς ανά γραμμάριο) και σε δοκιμές για την παρουσία *Escherichia coli* και *Salmonella*.

Χρήσεις. Πρόκειται για μια πολύ αρχαία δρόγη (ήταν γνωστή και έχαιρε εκτίμησης από τους αρχαίους Έλληνες γιατρούς), η οποία ενδείκνυται για τη συμπτωματική θεραπεία της δυσκοιλιότητας. Χρησιμοποιείται κυρίως στη φαρμακευτική τεχνολογία. Αραιά διαλύματα (0,5-1%) είναι πολύ παχύρρευστα, σταθερά σε οξύ και σε θερμότητα, συμβατά με τα περισσότερα φυτικά υδροκολλοειδή, και εύκολα στη διατήρηση. Έχουν ψευδοπλαστική συμπεριφορά η οποία, μαζί με τον ανιονικό χαρακτήρα τους, τα κάνει καλούς σταθεροποιητές για εναιωρήματα. Το προϊόν μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για το σχηματισμό και την σταθεροποίηση γαλακτωμάτων: (διπλής λειτουργίας γαλακτωματοποιητής) αυξάνει το ιξώδες της υδατικής φάσης και μειώνει την επιφανειακή τάση στη μεσεπιφάνεια των O/W γαλακτωμάτων. Επειδή υπάρχουν υποκατάστατα προϊόντα (κυρίως ξανθανικό κόμμα και ορισμένα αλγινικά), και λόγω της σχετικής σπανιότητας του προϊόντος (πρόκειται για προϊόν χειρωνακτικής εργασίας), αυτό το κόμμα, όπως και το αραβικό κόμμα, χρησιμοποιείται σχετικά σπάνια στην τεχνολογία τροφίμων, παρά το γεγονός ότι ένα εγκεκριμένο πυκνωτικό (E 413).

- **GUM GHATTI,**

Anogeissus latifolia (DC.) Wallich., Combretaceae

Αυτό το κόμμα είναι το ιξώδες έκκριμα ενός δέντρου των δασών της Ινδίας και της Σρι Λάνκα. Παράγεται και συλλέγονται όπως το κόμμα καράγια και είναι ένας σύνθετος πολυσακχαρίτης που περιέχει D-μαννόζη, D-γαλακτόζη, L-αραβινόζη, D-ξυλόζη, και D-γλυκουρονικό οξύ. Αφού διαλυθεί σε νερό δίνει ένα πολύ παχύρρευστο διάλυμα. Χρησιμοποιείται σαν γαλακτωματοποιητής και σταθεροποιητής, αλλά αντικαθίσταται από άλλους πολυσακχαρίτες (γκουάρ και παράγωγα κυτταρίνης).

