

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πέρα από τον πολύχρωμο, οσμηρό, ποικιλόσχημο κόσμο που μας περιβάλλει, υπάρχει ένας άλλος κόσμος, ο μοριακός, άγνωστος στους περισσότερους, σε κάποιον βαθμό ακόμη και στους ίδιους τους χημικούς. Μικρά μόρια με αξιοθαύμαστες λειτουργίες, μεγάλα μόρια με εντυπωσιακή αρχιτεκτονική, παράδοξοι συνδυασμοί ατόμων, όλα αυτά συνιστούν τον αφανή κόσμο σε μοριακό επίπεδο: είναι η μία πλευρά των φυσικών, οργανικών ενώσεων που συγκροτούν τον έμβιο κόσμο. Στην άλλη πλευρά βρίσκονται τα, πολύ περισσότερα σε αριθμό, συνθετικά μόρια: άλλα μιμούμενα τα φυσικά μόρια κι άλλα πρωτότυπα, άλλα απότοκα λεπτού σχεδιασμού κι άλλα τυχαία προϊόντα αναπάντεχων αντιδράσεων, με επιθυμητές ιδιότητες που τα καθιστούν χρήσιμα σε διάφορες εφαρμογές. Μια γένση αυτού του θαυμαστού μικρόκοσμου φιλοδοξεί να μεταδώσει το ανά χείρας βιβλίο.

Τα *Πορτρέτα Οργανικών Ενώσεων* επικεντρώνονται σε 1.000 περίπου ενώσεις που ξεχωρίζουν από ένα σύνολο 20.000 λημμάτων που περιέχει η συλλογή μου. Δύο πράγματα με παρακίνησαν να διαλέξω τις ενώσεις αυτές: αφενός η ετυμολογία τους και αφετέρου η δομή τους.

Όποιος ασχολείται με τις χημικές ενώσεις, γρήγορα αντιλαμβάνεται τον απροσδόκητο γλωσσικό πλούτο που κρύβεται στα ονόματά τους, έναν πλούτο που συνεχώς αυξάνει με την ανακάλυψη ή τη σύνθεση νέων ενώσεων. Από τα εκατομμύρια που προστίθενται στις ήδη υπάρχουσες ενώσεις, σε ετήσια βάση, μόνο ένα πολύ μικρό μέρος — πάντως αρκετές χιλιάδες —, αποκτούν το δικό τους όνομα, πέρα από τις κωδικές ονομασίες με γράμματα και αριθμούς που θυμίζουν πινακίδες με αριθμούς κυκλοφορίας των αυτοκινήτων. Σε αντίθεση

με όσα συμβαίνουν στην αστρονομία με τους νέους αστέρες που ανακαλύπτονται στον ουρανό, στη χημεία υπάρχει πάντα η δυνατότητα της συστηματικής, «επίσημης» ονομασίας μιας ένωσης που υπακούει σε συγκεκριμένους κανόνες. Τέτοιες ονομασίες, όμως, είναι δύσχρηστες, επειδή συνδυάζουν λέξεις και αριθμούς, οπότε είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθούν στον προφορικό λόγο. Η εναλλακτική δυνατότητα είναι η χρήση εμπειρικών ονομασιών, που είναι ευκολομνημόνευτες, κάποτε εύχες και πολύ συχνά βασίζονται σε ξεχασμένες αρχαίες ελληνικές λέξεις. Κυρίαρχη παρουσία στην ονοματοθεσία έχουν τα έμβια όντα που παίρνουν τα δικά τους ονόματα προς τιμήν κάποιου επιστήμονα, ή από ένα μυθολογικό πρόσωπο, τοπωνύμιο, χρώμα, μορφολογικό χαρακτηριστικό, λειτουργία ή ιδιότητα: μερικές συνθετικές ενώσεις βαφτίζονται επίσης από αντικείμενα με τα οποία μοιάζουν.

Πέρα από την ονομασία των ενώσεων όμως, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η δομή των μορίων τους, η οποία αποκαλείται, όχι τυχαία, και αρχιτεκτονική. Εδώ κυριαρχεί ο συνδυασμός των ατόμων του άνθρακα, κυρίως μεταξύ τους αλλά και με άλλα στοιχεία. Η ποικιλία που μπορεί να προκύψει είναι εντυπωσιακή: κυκλικά και σφαιρόμορφα μόρια, σπάνιες ισομερείς μορφές και άλλες που σχηματίζονται ενάντια στους καθιερωμένους κανόνες. Όχι σπάνια, οι αναπαραστάσεις κάποιων μορίων, από πρωτεΐνες και DNA έως μικρά μόρια σαν τη ζάχαρη, είναι τόσο ευχάριστες στο μάτι ώστε έχουν εμπνεύσει τη δημιουργία έργων τέχνης.

Από τα πολλά εκατομμύρια των οργανικών χημικών ενώσεων υπάρχουν μερικές που διαθέτουν κάποια ιδιότητα (χρώμα, άρωμα) ή κάποια εφαρμογή (φάρμακα, λειτουργία σε έμβια όντα, βιομηχανία). Η προέλευση, η ιστορία, το θεωρητικό ενδιαφέρον είναι επίσης παράγοντες που αναβαθμίζουν ορισμένες ενώσεις. Μερικές είναι γνωστές από παλιά, ενώ οι περισσότερες έχουν ανακαλυφθεί πρόσφατως και μάλιστα με νέες, πρωτοποριακές μεθοδολογίες, είτε πρόκειται για φυσικά είτε για συνθετικά προϊόντα.

Σκοπός του παρόντος είναι να παρουσιάσει, με σύντομο και εύληπτο τρόπο, επιλεγμένες ενώσεις που παρουσιάζουν γενικότερο ενδιαφέρον. Η έμφαση δίνεται σε πρόσφατες ανακαλύψεις νέων ενώσεων ή σε νέες ιδιότητες και εφαρμογές ενώσεων που είναι γνωστές από καιρό. Όπως είναι φυσικό, οι περισσότερες από αυτές δεν απαντούν στα διδακτικά βιβλία και δεν υπάρχουν πουθενά καταγραμμένες με τον τρόπο που παρουσιάζονται εδώ. Θα μπορούσαμε να ιεραρχήσουμε την υποκειμενική σπουδαιότητα των ενώσεων ως εξής:

1. Χρηστικός χαρακτήρας (υλικά, φάρμακα, τροφές, χρήσεις, περιβαλλοντικές επιπτώσεις)
2. Νέες ιδιότητες (φυσιολογικές, φυσικές, τεχνολογικές)
3. Δομικά χαρακτηριστικά (σκελετός, ομάδες)
4. Νέες τάξεις ενώσεων
5. Νέες ενώσεις

Για να περιοριστεί το βιβλίο σε λογικό μέγεθος, έχουν παραλειφθεί οι περισσότερες ενώσεις που απαντούν στα διδακτικά βιβλία. Επίσης, δεν εμφανίζονται πρωτεΐνες, πεπτίδια, αμινοξέα και ποικίλα παράγωγά τους, βιοχημικού ενδιαφέροντος (με εξαίρεση τα αλκαλοειδή).

Σημειώνεται ότι μερικές ονομασίες συνοδεύονται από αστερίσκο για να δηλωθεί ότι απαντούν ως πορτρέτο σε άλλο σημείο του βιβλίου.

# 2

## ΑΛΚΟΟΛΕΣ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΕΣ

Αιθέρες-στέμματα ♦ Αιθυλενογλυκόλη ■ Τριαιθυλενογλυκόλη ♦ Άλφα1 ♦ Αμ-  
διγενόλες ■ Αμφιδινόλες ♦ Βετουλίνη ■ Λουπεόλη ♦ Βισαβολένια ■ Βισαβολόλη  
♦ Βομβυκόλη ♦ Γερανόλη ♦ Γιουνιπερόλη ■ Γιουνενόλη ♦ Δολιχόλες ♦ Ερυθριτό-  
λη ♦ Ευκαλυπτόλη ♦ Ζεαξανθίνη ■ Λουτεΐνη ♦ Ινοσιτόλη ♦ Κεμβρατριενοδιόλη  
■ Κεμβρένιο ♦ Κρυπτάντες ♦ Λιναλοόλη ♦ Μεθυλο-βουτυλο-αιθέρας (MTBE)  
♦ Μεντόλη ♦ Νερόλη ♦ Ξανθοφύλλες ♦ Ξυλιτόλη ♦ Πενταερυθριτόλη ♦ Πινιτό-  
λη ■ Κικεριτόλη ♦ Πολυβινυλική αλκοόλη ♦ Σαλινιξανθίνη ♦ Φαινοξυαιθανόλη  
♦ Φαλκαρινόλη ♦ Φαρνεζόλη ♦ Φορβόλη

*Το υδροξύλιο, OH, αποτελεί κυρίαρχο δομικό χαρακτηριστικό στη φύση. Από τις αλκοόλες —με ένα ή περισσότερα OH— που παρουσιάζονται σε αυτό το κεφάλαιο, μερικές εντάσσονται στα \*τερπενοειδή. Το OH εμφανίζεται επίσης σε ποικίλες τάξεις ενώσεων που εξετάζονται ξεχωριστά, όπως τα σάκχαρα, τα στεροειδή, τα υδροξυοξέα, τις φαινόλες και τα θαλάσσια προϊόντα. Ακόμη, το OH απαντά στα καρβοξυλικά οξέα, καθώς και ενωμένο με ετεροάτομα, όπως το άζωτο και τον φωσφόρο. Στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας σχηματίζεται OH από τη φωτολύση του νερού, με επακόλουθο την αντίδρασή του με διάφορες οργανικές ενώσεις τις οποίες τελικά οξειδώνει προς CO<sub>2</sub>. Μαζί με τις αλκοόλες, εξετάζονται εδώ και μερικοί αιθέρες, τα αλκυλιωμένα τους παράγωγα.*

### Αιθέρες-στέμματα

Οι σπουδαίες ανακαλύψεις, όπως τις αποτιμά η επιτροπή απονομής των βραβείων Νόμπελ, σπάνια προέρχονται από τον χώρο της χημικής βιομηχανίας, όπου οι έρευνες έχουν σε μεγάλο βαθμό χρησιμοθηρικό χαρακτήρα. Μια από τις λίγες εξαιρέσεις συνιστά η σύνθεση και η μελέτη των ιδιοτήτων των αιθέρων-στεμμάτων από τον αμερικανό χημικό Καρλ Πήτερσεν (Carl Petersen). Οι εν λόγω αιθέρες περιέχουν αρκετά άτομα οξυγόνου, που προέρχονται από τη συνένωση αλκοολών (ή φαινολών) με δύο ΟΗ και αλογονωμένων αιθέρων, με τρόπο ώστε να προκύπτουν μόρια με κυκλική διάταξη. Εξαιτίας της ευελιξίας των δεσμών τους σχηματίζουν δομές που θυμίζουν στέμμα, εξ ου και η ονομασία τους. Οι απλοί αιθέρες-στέμματα ειδικεύονται στον εγκλωβισμό των ιόντων του νατρίου και του καλίου, καθιστώντας τα άλατά τους διαλυτά σε οργανικούς διαλύτες.

### Αιθυλενογλυκόλη ■ Τριαιθυλενογλυκόλη

Γλυκόλες γενικά ονομάζονται οι 1,2-διόλες, με τα υδροξύλια σε γειτονικά άτομα C. Η αιθυλενογλυκόλη είναι η απλούστερη γλυκόλη που παρασκευάζεται σε μεγάλες ποσότητες από το αιθυλένιο, αφού αρχικά οξειδωθεί στον απλούστερο ετεροκυκλικό αιθέρα, το αιθυλενοξειδίο, το οποίο υδρολύεται. Χάρη στις θερμικές της ιδιότητες χρησιμοποιείται σε αντιψυκτικά υγρά αυτοκινήτου και ηλιακούς θερμοσίφωνες. Η σπουδαιότερη χρήση της είναι στην παρασκευή πολυμερών. Επίσης, αποτελεί την πρώτη ύλη του διοξανίου, σημαντικού διαλύτη αιθερικού τύπου.

Η ονομασία της τριαιθυλενογλυκόλης (TEG) είναι καταχρηστική, επειδή ναι μεν περιέχει τρεις αιθυλενικές ομάδες, όμως δεν είναι γλυκόλη, δηλαδή 1,2-διόλη, αλλά διπλή αλκοόλη και διπλός αιθέρας του τύπου  $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ . Η TEG είναι παχύρρευστο υγρό υψηλού σημείου ζέσης και υδρόφιλου χαρακτήρα. Οι ιδιότητες αυτές την καθιστούν κατάλληλη για την απαλλαγή του φυσικού αερίου από την υγρασία, ενώ έχει και άλλες συναφείς εφαρμογές, ιδίως στα κλιματιστικά μηχανήματα. Επίσης, η TEG διαθέτει αξιόλογες μικροβιοκτόνες ακόμη και ιοκτόνες ιδιότητες και για τον λόγο αυτό βρίσκει εφαρμογές στην απολύμανση του αέρα. Παρασκευάζεται από το αιθυλενοξειδίο όπως η αιθυλενογλυκόλη.

### Άλφα1

Ίσως ο χειρότερος εχθρός των φυτών είναι ένας μικροοργανισμός, που μοιάζει αλλά δεν είναι μύκητας, με το αποκαλυπτικό όνομα φυτόφθορα. Το γέ-

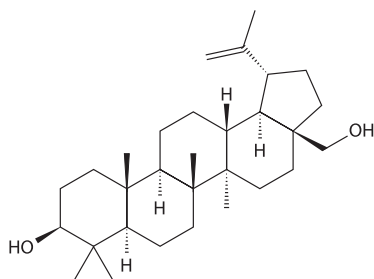
νος *Phytophthora* περιλαμβάνει πολυάριθμα είδη που ευθύνονται, μεταξύ άλλων για τον λιμό της Ιρλανδίας τη δεκαετία του 1840, εξαιτίας της ολικής καταστροφής της καλλιέργειας της πατάτας. Η άλφα1 αποτελεί ορμόνη της φυτόφθορας που απομονώθηκε μόλις το 2005 σε ποσότητα 1,2 mg από 2.000 λίτρα καλλιέργειας. Η δομή της είναι απλή: μια αλειφατική οξο-τριόλη σε σκελετό C<sub>16</sub> με 4 μεθύλια και 4 \*C. Επειδή η μικρή διαθέσιμη ποσότητα δεν ήταν αρκετή για να εξακριβωθεί η στερεοχημική δομή της ένωσης, χρειάστηκε να συντεθούν 4 στερεοϊσομερή (από τα 16 δυνατά) ώστε να εντοπιστεί το βιολογικός ενεργό ισομερές. Τα επόμενα βήματα για την αξιοποίηση του ευρήματος είναι η επισήμανση των πρωτεϊνικών υποδοχέων της άλφα1 και η ανάπτυξη ενώσεων που τους απενεργοποιούν, εμποδίζοντας τον πολλαπλασιασμό της φυτόφθορας που εξακολουθεί να προκαλεί μεγάλες ζημιές στη φυτική παραγωγή.

### Αμδιγενόλες ■ Αμφιδινόλες

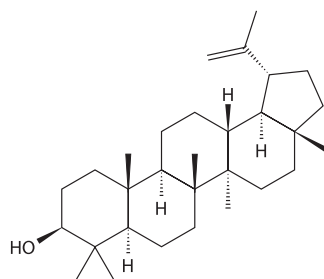
Τα δινομαστιγγωτά είναι οργανισμοί του βασιλείου των Πρωτίστων, του γένους *Amphidinium* που ζουν προσκολλημένα στην επιφάνεια του φύκου *Digenea simplex*: είναι οι παραγωγοί των αμδιγενολών και των αμφιδινολών, μιας ομάδας πολυολών τεράστιου μεγέθους. Για παράδειγμα, η αμδιγενόλη A, μοριακής μάζας 2.169 g/mol, έχει ανθρακικό σκελετό 98 ατόμων C, όπου είναι ενσωματωμένοι τρεις τετραϋδρο-πυρανοϊκοί δακτύλιοι και φέρει 36 υδροξύλια, 4 μεθύλια και μία μεθυλενική ομάδα. Οι αμδιγενόλες αρχίζουν συνήθως με διπλό δεσμό και καταλήγουν σε υδροξύλιο εστεροποιημένο μεθειικό οξύ, ως άλατα με νάτριο. Οι αμφιδινόλες είναι παρόμοιες, λίγο μικρότερες, και χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο βαθμό ακορεστότητας, με έως 10 διπλούς δεσμούς. Ο βιολογικός ρόλος αυτών των ενώσεων δεν έχει ακόμη διεκρινιστεί.

### Βετουλίνη ■ Λουπεόλη

Ο πεντακυκλικός τριτερπενικός σκελετός —ένας κυκλοπεντανικός και τέσσερις κυκλοεξανικοί δακτύλιοι σε διάταξη που θυμίζει στεροειδή— αποτελεί μοτίβο πολύ διαδεδομένο στον φυτικό κόσμο. Δύο από τους σπουδαιότερους εκπροσώπους του είναι οι αλκοόλες βετουλίνη και λουπεόλη. Η βετουλίνη απομονώθηκε ήδη από το 1788 από τη σημύδα (δένδρο του γένους *Betula*) η φλούδα της οποίας περιέχει μεγάλες ποσότητες της ένωσης που της χαρίζει το λευκό της χρώμα. Είναι μια διόλη με αξιοσημείωτες αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές ιδιότητες που εμφανίζονται αυξημένες στο



Βετουλίνη



Λουπεόλη

οξειδωμένο της παράγωγο, το βετουλικό οξύ. Η λουπεόλη προέρχεται από το λούπινο, από τη λατινική λέξη *lupinus* (= λυκίσκος), επειδή πιστευόταν ότι το φυτό εξαντλούσε το έδαφος αρπάζοντας σαν λύκος (= *lupus*) τα θρεπτικά συστατικά του. Η λουπεόλη, που έχει ένα υδροξύλιο, διαθέτει επίσης αξιόλογες θεραπευτικές ιδιότητες, ιδίως αντικαρκινικές και αντιφλεγμονώδεις. Βρίσκεται σε πολλά εδάφιμα φυτικά προϊόντα (π.χ. ελιές, πιπεριές, σταφύλια). Σημειώνεται ότι τα λούπινα περιέχουν δηλητηριώδη αλκαλοειδή, όπως τη λουπανίνη και τη λουπινίνη, με σκελετό κινολιζιδίνης.

### Βισαβολένια ■ Βισαβολόλη

Ένα από τα διάφορα αρωματικά κόμμεα της Ευδαιμόνος Αραβίας που κυκλοφορούσαν στην αρχαιότητα ήταν ο οποπάναξ. Αργότερα ονομάστηκε βισαβόλη (*bisabol*), από την αραβική ονομασία δέντρου από το οποίο παράγεται. Από αυτό πήραν την ονομασία τους τα κυριότερα συστατικά του. Τα βισαβολένια ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -) είναι ισομερή σεσκιτερπένια με την ομάδα ενός ισοεπτενίου σε σύνδεση με κυκλοεξενικό δακτύλιο, ευχάριστης οσμής. Η βισαβολόλη είναι μια κυκλοεξενυλο-επτενόλη που απαντά και στο χαμομήλι. Χάρη στην ευχάριστη οσμή της και στον αντιμικροβιακό και αντιφλεγμονώδη χαρακτήρα της χρησιμοποιείται σε αρώματα και καλλυντικά· έχει επίσης την ιδιότητα να διευκολύνει τη διαδερμική είσοδο ορισμένων ενώσεων στον οργανισμό.

### Βομβυκόλη

Ο μεταξοσκώληκας ονομάζεται *Bombyx mori*: το όνομα του γένους προέρχεται από τον βόμβο, τον συνεχή και βαθύ ήχο που κάνουν κάποια έντομα. Από βόμβυκα απομονώθηκε η πρώτη φερομόνη, η βομβυκόλη, το 1959, σε μια εποχή που με τα σημερινά δεδομένα η Χημεία μεταχειριζόταν ακόμη πρωτόγονα μέσα. Ευτυχώς η απλή δομή της βοήθησε στην ταυτοποίησή της,

αν και χρειάστηκαν 500.000 έντομα για την παραγωγή 6,4 mg της ένωσης που είναι μια εξαδεκα-διενόλη. Προκαλεί ανταπόκριση σε εξαιρετικά μικρές ποσότητες: αρκούν 200 μόρια που μπορούν να ταξιδέψουν έως και 10 km μακριά από το θηλυκό το οποίο εκπέμπει τη βομβυκόλη ως «ελιξήριο αγάπης» για να προσελκύσει τα αρσενικά.

### Γερανιόλη

Το γένος *Geranium* έχει πάρει το όνομά του από τον γερανό, επειδή οι καρποί του μοιάζουν εντυπωσιακά με το ράμφος του πουλιού αυτού. Τα γεράνια περιλαμβάνουν πάνω από 400 είδη φυτών σε πολλά από τα οποία απαντά η γερανιόλη. Στην πραγματικότητα, φυτά και ζώα συνθέτουν αυτοδύναμα αυτή τη γραμμική τερπενική αλκοόλη, με 10 άτομα C, που αποτελεί ενδιάμεσο πληθώρας ισοπρενικής προέλευσης ενώσεων όπως η \*χλωροφύλλη, οι \*γιβερελίνες και η χοληστερόλη. Την παράγουν οι μέλισσες ως σηματοδοτική ένωση για να να επισημάνουν άνθη πλούσια σε νέκταρ και την είσοδο της κυψέλης τους. Αντίθετα, απέναντι στα κουνούπια δρα απωθητικά. Η γερανιόλη έχει ευχάριστη οσμή και χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία, αν και σε μεγάλες ποσότητες γίνεται τοξική.

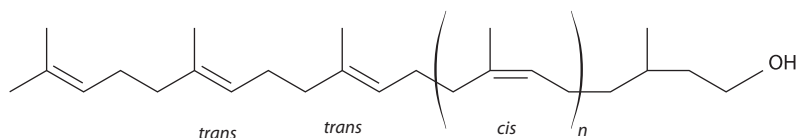
### Γιουνιπερόλη | Γιουνενόλη

Τα δέντρα του γένους *Juniperus* (γιουνίπερος) οφείλουν την ονομασία τους σε δύο λατινικές λέξεις: η πρώτη προήλθε από το *iunis*, συντομευμένη μορφή του *iuvenis* = νεαρός (εξ ου και το συγκριτικού βαθμού *junior*)· η δεύτερη προήλθε από το *rago* = παράγω, που υπαινίσσεται τον αιθαλή χαρακτήρα του δέντρου. Η γιουνιπερόλη είναι δικυκλική (6/8) σεσκιτερπενική αλκοόλη, με 15 άτομα C, ευχάριστης οσμής πεύκου, ενώ η γιουνενόλη είναι ισομερής με δύο εξαμελείς δακτυλίους. Άλλα δέκα πτητικά συστατικά συμβάλλουν στην οσμή του γιουνίπερου.

Από το *iunis* προέρχονται επίσης η ονομασία του Ιουνίου και της ρωμαϊκής θεάς Juno, αντίστοιχης της Ήρας. Η λέξη *juniper* στα ολλανδικά αποδίδεται ως *genever*, πρόδρομος του τζιν (*gin*). Σημειώνεται ότι Juno ονομάζεται η πρωτεΐνη που απαντά στις κυτταρικές μεμβράνες των ωαρίων και αναγνωρίζει μια αντίστοιχη πρωτεΐνη των σπερματοζωαρίων, η οποία όμως δεν ονομάζεται Jupiter (που για τους Ρωμαίους ήταν ο αντίστοιχος του θεού Δία). Ωστόσο, Jupiter λέγεται μια άλλη πρωτεΐνη της δροσόφιλας.



## Δολιχόλες



Οι δολιχόλες, ανήκουν στα λιπίδια και είναι πολυακόρεστες αλκοόλες που αποτελούνται από 5 έως 20 μονάδες ισοπρενίου, περιέχουν δηλαδή έως και 100 άτομα άνθρακα. Ονομάστηκαν έτσι εξαιτίας του μεγάλου μήκους της ανθρακικής αλυσίδας τους, από το επίθετο δολιχός = μακρύς (εξ ου και το γνωστό μας δολιχοκέφαλος = αυτός με το μακρουλό κεφάλι). Προσδένονται, υπό μορφή φωσφορικών εστέρων, σε ειδικές πρωτεΐνες, καθιστώντας τις λειτουργικές κατά τη διακίνηση των σακχάρων. Με την πάροδο του χρόνου, οι δολιχόλες συσσωρεύονται στους ιστούς και οι ποσότητές τους θεωρούνται αξιόπιστοι δείκτες γήρανσης. Σε μεγάλες ποσότητες έχει παρατηρηθεί συσσώρευση δολιχολών σε μια περιοχή του εγκεφάλου. Συγγενείς με τις δολιχόλες είναι οι πολυπρενόλες που είναι διαδεδομένες στα φυτά και διαφέρουν κατά έναν διπλό δεσμό. Μια δομική λεπτομέρεια αυτών των ενώσεων είναι ότι οι διπλοί δεσμοί τους είναι τύπου *cis*- αλλά οι δύο τελευταίοι είναι *trans*-.

## Ερυθριτόλη

Αν και απαντά στη φύση σε μερικά φρούτα, σε ίχνη, η ερυθριτόλη σχηματίζεται κυρίως κατά τη ζύμωση της γλυκόζης, με μύκητες που αξιοποιούν μόνο τα δύο άτομα C του σακχάρου, αφήνοντας άθικτα τα υπόλοιπα· αποτελείται συνεπώς από 4 άτομα C και ισάριθμα υδροξύλια. Μια τέτοια δομή προϋποθέτει την ύπαρξη δύο ζευγών στεreoχημικών ισομερών· το δεύτερο ονομάζεται θρειτόλη, από αναγραμματισμό της ερυθριτόλης. Η ερυθριτόλη χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό, διαθέτει περίπου το 60% της γλυκύτητας της ζάχαρης, και ουσιαστικά δεν μεταβολίζεται από τον οργανισμό, παρόλο που ένα μεγάλο μέρος της απορροφάται από το λεπτό έντερο. Σε σχέση με άλλα παρόμοια γλυκαντικά, όπως τη μαννιτόλη και τη σορβιτόλη, παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα.

## Ευκαλυπτόλη

Η ευκαλυπτόλη (ή 1,8-κινεόλη) δεν είναι αλκοόλη, παρά την κατάληξη -όλη, αλλά κυκλικός αιθέρας τερπενικής δομής. Βρίσκεται όχι μόνο στο αιθέριο

έλαια του ευκαλύπτου, του οποίου αποτελεί το 90%, αλλά και σε πολλά άλλα αιθέρια έλαια, όπως της δάφνης και του δεντρολίβανου. Λόγω της ιδιότυπης ευχάριστης μυρωδιάς της χρησιμοποιείται για τον αρωματισμό τροφίμων, προϊόντων υγιεινής και καλλυντικών, σε πολύ χαμηλά επίπεδα (0,002%), επειδή σε σχετικά μεγάλες ποσότητες είναι τοξική. Επίσης αποτελεί ένα από τα 599 (!) πρόσθετα που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί στα τσιγάρα. Η ευκαλυπτόλη χρησιμοποιείται ακόμη ως εντομοκτόνο και εντομοαπωθητικό, ενώ για κάποια έντομα αποτελεί φερομόνη.

### **Ζεαξανθίνη ▪ Λουτεΐνη**

Η ζεαξανθίνη και η λουτεΐνη είναι έγχρωμες αλκοόλες με 40 άτομα C και 11 διπλούς δεσμούς, οι οποίες διαφέρουν μόνο ως προς τη θέση ενός διπλού δεσμού. Ανήκουν στη μεγάλη οικογένεια των καροτενοειδών, με 600 περίπου μέλη, και ειδικότερα στις οξυγονούχες ξανθοφύλλες· απαντούν σε όλα τα φυτά και τα προστατεύουν από την επιπλέον ενέργεια με την οποία φορτίζεται η \*χλωροφύλλη, ενέργεια που δεν προλαβαίνει να αξιοποιηθεί με τον μηχανισμό της φωτοσύνθεσης. Ειδικά η ζεαξανθίνη απαντά σε μεγάλες ποσότητες σε κάποια φυτά από όπου απομονώνεται για να χρησιμοποιηθεί ως χρωστική τροφίμων. Επίσης, απαντά στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού, ενώ η λουτεΐνη συγκεντρώνεται κυρίως στην ωχρά κηλίδα. Ζεαξανθίνη και λουτεΐνη είναι απαραίτητο να προσλαμβάνονται με τις τροφές, όπως η λαχανίδα και το σπανάκι. Περιέργως στο σπανάκι δεν αλλάζει ουσιαστικά η περιεκτικότητα της λουτεΐνης με το βράσιμο, ενώ στη λαχανίδα μειώνεται στο μισό. Πάντως, είναι δυνατή η αλληλομετατροπή τους στον οργανισμό, ενώ κλινικές μελέτες έδειξαν ότι πράγματι ωφελούν τους οφθαλμούς.

### **Ινοσιτόλη**

Η μυϊκή ίνα (ις, ινός) και τα μορφήματα των αλκοολών, -ιτ(-ης) και -όλη συνθέτουν ετυμολογικά την ινοσιτόλη. Πρόκειται για κυκλοεξανική πολυαλκοόλη, με 6 υδροξύλια, που είναι δυνατό να υπάρξει σε εννέα στερεοχημικά ισομερή, όλα γνωστά. Στη φύση απαντά κυρίως η μυοϊνοσιτόλη, την οποία ο οργανισμός μας συνθέτει αυτοδύναμα από την ισομερή γλυκόζη. Σε αντίθεση με το \*φυτικό οξύ, η ινοσιτόλη και ορισμένα παράγωγά της με φωσφορικό οξύ είναι ενώσεις απαραίτητες για πολλές κυτταρικές λειτουργίες σε όλα τα έμβια όντα, υπό μορφή εστέρων. Τέτοια λιπίδια εντοπίζονται στις κυτταρικές μεμβράνες —ιδίως των εγκεφαλικών κυττάρων— και συμμετέχουν στη δομή πρωτεϊνών που προκαλούν την καμπυλότητα του κυττάρου.

Ο τριφωσφορικός εστέρας της ινοσιτόλης χρησιμεύει, όπως στα φυτά, ως σηματοδοτικό μόριο, δρώντας ως αγγελιοφόρος μέσα στα κύτταρα. Το μήνυμά της απευθύνεται σε πρωτεΐνες που ενεργοποιούνται προκειμένου να διακινήσουν το ασβέστιο.

### Κεμβρατριενοδιόλη ■ Κεμβρένιο

Η κεμβρατριενοδιόλη είναι αλκοόλη που απαντά στα φύλλα του καπνού και ανιχνεύεται αναλλοίωτη στον καπνό του τσιγάρου. Ανάμεσα στα τόσα βλαβερά συστατικά του καπνού, ξεχωρίζει για τον αντικαρκινικό της χαρακτήρα! Επίσης, διαθέτει εντομοαπωθητικές ιδιότητες, ιδίως για τις αφίδες. Περιέργως, η ανάλογη δράση της πρόδρομης ένωσης της, της αντίστοιχης μονο-αλκοόλης, είναι πολύ ισχυρότερη. Η μητρική ένωση, το κεμβρένιο, προέρχεται από το δέντρο *Pinus cembra*, από την παλαιογερμανική λέξη *zimbar* (= ξύλο). Είναι διτερπενικός κυκλικός υδρογονάνθρακας με 14-μελή δακτύλιο και 3 διπλούς δεσμούς· απαντά όχι μόνο σε δέντρα αλλά και στα κοράλλια, ενώ αποτελεί φερομόνη των τερμιτών.

### Κρυπτάντες

Οι κρυπτάντες θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως \*αιθέρες-στέμματα δεύτερης γενιάς καθώς είναι εξελιγμένες μορφές τους. Το πρόσθετο στοιχείο που τους προσδίδει και την ονομασία τους είναι η τριδιάστατη δομή τους, η οποία σχηματίζει μια κοιλότητα σαν κρύπτη (δηλαδή τάφο), όπου μπορούν να εγκλωβιστούν ιόντα μετάλλων με μεγάλη εκλεκτικότητα. Η δομική ιδιαιτερότητα των κρυπταντών είναι ο βασικός τους χαρακτήρας, επειδή εκτός από αιθέρες είναι και αμίνες, όπως επίσης και η δικυκλική δομή τους. Τα ιόντα που εγκλωβίζονται σε αυτές, συνδέονται τόσο με το Ο όσο και με το Ν πολύ ισχυρότερα από ό,τι με τους αιθέρες-στέμματα. Αυτή η ιδιότητα επέτρεψε τον σχηματισμό ενός παράδοξου άλατος, όπου το κατιόν του νατρίου έχει ως ανιόν το νατρίδιο,  $\text{Na}^-$ . Με ανάλογο τρόπο έχουν προκύψει άλατα με ανιόν το ηλεκτρόνιο (ηλεκτρίδια).

### Λιναλοόλη

Η λιναλοόλη πήρε το όνομά της από το *lignum* (= ξύλο) και την αλόη, όπου απαντά· πρόκειται για άκυκλη ακόρεστη τερπενική αλκοόλη με ευχάριστη οσμή, που αποτελεί συστατικό αιθέριων ελαίων. Η εισπνοή της επιδρά καταπραυντικά, τουλάχιστον σε ποντίκια, μετά την υποβολή τους σε στρεσογόνους παράγοντες. Το στρες μπορεί να προκληθεί πειραματικά και στη

συνέχεια να μετρηθούν οι συνακόλουθες αυξημένες ποσότητες ορισμένων κυττάρων και βιοδεικτών· με τον τρόπο αυτό είμαστε σε θέση να βγάλουμε αντικειμενικά συμπεράσματα για την επίδραση ενώσεων που αναιρούν τις στρεσογόνες καταστάσεις. Η εισπνοή λιναλοόλης προκαλεί σημαντική ελάττωση στα επίπεδα των λεμφοκυττάρων και ουδετερόφιλων των ποντικών, επίπεδα που αυξάνονται λόγω στρες. Επίσης παρατηρούνται μεταβολές στη δραστηριότητα περίπου 100 γονιδίων: στα περισσότερα ελαττώνεται η αυξημένη έκφραση λόγω στρες, ενώ σε μερικά συμβαίνει το αντίθετο. Η λιναλοόλη κινητοποιεί έναν περίπλοκο βιοχημικό μηχανισμό για την αντιμετώπιση του στρες. Επισημαίνεται ότι τα πειραματόζωα παρουσιάζουν κάποιες διαφορές σε σχέση με τον άνθρωπο, αλλά αποφεύγεται το φαινόμενο placebo που συχνά οδηγεί σε παραπλανητικά αποτελέσματα στις κλινικές δοκιμές.

### **Μεθυλο-βουτυλο-αιθέρας (MTBE)**

Η βουτυλική ομάδα της μορφής  $\text{Me}_3\text{C}-$ , όπου ο άνθρακας είναι τριτοταγής, γράφεται *tert*-Bu. Γι' αυτό ο μεθυλο-βουτυλο-αιθέρας συντομογραφείται ως MTBE, εφόσον είναι του τύπου  $\text{Me}_3\text{C}-\text{O}-\text{Me}$ . Ο εν λόγω αιθέρας χρησιμοποιείται ως πρόσθετο της βενζίνης, εξαιτίας του υψηλού αριθμού οκτανίων (115) και του οξυγόνου του που βελτιώνει την καύση των υδρογονανθράκων (αντικροτικό). Ωστόσο η χρήση του παρουσιάζει μειονεκτήματα: αφενός θεωρείται πιθανό καρκινογόνο και αφετέρου έχει δυσάρεστη οσμή· ακόμα και σε ίχνη μπορεί να καταστήσει μη πόσιμα τα υπόγεια ύδατα, καθώς εισχωρεί εύκολα στο έδαφος. Μια απροσδόκητη εφαρμογή του είναι στη ιατρική, καθώς είναι διαλύτης των λίθων της χολής. Σε βιομηχανικές εφαρμογές αντικαθιστά τον πολύ εύφλεκτο κοινό διαιθυλικό αιθέρα.

### **Μεντόλη**

Η μεντόλη (επίσης μινθόλη, από τη νύμφη Μίνθη) αποτελεί το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου της μέντας. Εκτός από τη χαρακτηριστική μυρωδιά της, η μεντόλη έχει την ιδιότητα να δημιουργεί την αίσθηση του ψύχους, όχι μόνο όταν βρεθεί στη στοματική κοιλότητα, αλλά και στο δέρμα. Αυτός ο συνδυασμός ιδιοτήτων την έχει κάνει πολύ αγαπητή, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται σε πολλά προϊόντα, όπως καραμέλες, τσιγάρα, οδοντόπαστες και σε ήπια φαρμακευτικά σκευάσματα. Η μεντόλη είναι τερπενική κυκλική αλκοόλη που απαντά σε οκτώ στερεοχημικά ισομερή, ανάλογα με τις ακριβείς θέσεις στον χώρο των ατόμων άνθρακα, υδρογόνου και οξυγόνου που

την απαρτίζουν. Η φυσική μεντόλη είναι το σπουδαιότερο από τα ισομερή και εκείνο που απαντά κυρίως στο αιθέριο έλαιο της μέντας (*Mentha piperita* και *Mentha spicata*). Από τα φύλλα και τα άνθη της μέντας παραλαμβάνεται με απόσταξη το αιθέριο έλαιο, το οποίο υποβάλλεται σε ψύξη, οπότε αποβάλλει τη μεντόλη σε κρυσταλλική κατάσταση. Επειδή η ζήτηση της μεντόλης είναι μεγάλη, έχουν επινοηθεί πρακτικές μέθοδοι σύνθεσής της από φθηνά φυσικά ή συνθετικά προϊόντα, όπως από τη \*θυμόλη και το \*πινένιο.

Η αίσθηση ψύχους που προκαλεί η μεντόλη οφείλεται στο γεγονός ότι συνδέεται με τους ειδικούς υποδοχείς που αφθονούν στις νευρικές απολήξεις των γευστικών κυττάρων του στόματος και οι οποίοι βρίσκονται επίσης στο δέρμα· είναι πρωτεΐνες που ευθύνονται για την αίσθηση του ψύχους και, κανονικά, ενεργοποιούνται με την πτώση της θερμοκρασίας. Συμπτωματικά, όμως, το ίδιο αποτέλεσμα έχει η επίδραση της μεντόλης. Εφόσον ενεργοποιηθούν, οι υποδοχείς αλλάζουν σχήμα, με αποτέλεσμα να κλείνουν τα κανάλια που διακινούν τα ιόντα ασβεστίου. Παράλληλα, δημιουργείται ένας ηλεκτρικός παλμός που μεταδίδεται στον εγκέφαλο, ο οποίος τον ερμηνεύει με τρόπο ώστε να αισθανόμαστε κρύο, παρόλο που δεν έχει επέλθει κάποια μεταβολή θερμοκρασίας. Η αίσθηση της θερμότητας ή της καυτερής γεύσης μερικών άλλων ουσιών δημιουργείται από τους ίδιους και άλλους, ανάλογους, πρωτεϊνικούς υποδοχείς, με παρόμοιο τρόπο. Γι' αυτό το πολύ κρύο μοιάζει με κάψιμο.

### Νερόλη

Από τα άνθη της νερατζιάς παράγεται το αιθέριο έλαιο νέρολι. Η λέξη προέρχεται από το όνομα Ιταλίδας πριγκίπισσας της οικογένειας Orsini di Nerola, η οποία λανσάρισε το άρωμα. Η Νέρολα είχε πάρει το ονομά της από τον Νέρωνα που σήμαινε «ανδρείος». Η νερόλη είναι τερπενική αλκοόλη, ισομερής προς τη \*γερανόλη, από την οποία διαφέρει κατά το ότι ένας διπλός δεσμός είναι *trans*-. Από τη νερατζιά εξάγεται επίσης το αιθέριο έλαιο που αποκαλείται “orange blossom”. Τα δύο αιθέρια έλαια μυρίζουν διαφορετικά, επειδή διαφέρει ο τρόπος παραλαβής τους, συνεπώς και η σύστασή τους: με απόσταξη με υδρατμούς παίρνουμε το νέρολι και με εκχύλιση με λίπος (*enfleurage*) το orange blossom.

### Ξανθοφύλλες

Οι ξανθοφύλλες είναι παράγωγα της οικογένειας των καροτενοειδών, με μικρές δομικές διαφορές. Στα φυτά, κυρίως στα φύλλα όπου γίνεται η φωτο-

σύνθεση, κυριαρχούν τρεις ξανθοφύλλες — η βιολαξανθίνη, η ανθηραξανθίνη και η ζείνη, που υπεισέρχονται σε έναν κύκλο αλληλομετατροπών. Η βιολαξανθίνη είναι διπλό εποξειδίο, η ανθηραξανθίνη απλό και η ζείνη αντί εποξειδικών δακτυλίων έχει δύο επιπλέον συζυγιακούς διπλούς δεσμούς· και οι τρεις απαντούν ως διεστέρες, κυρίως του βουτυρικού οξέος. Με τις μετατροπές τους, οι ξανθοφύλλες συντελούν ώστε να απορροφάται η περίσσεια ενέργειας της χλωροφύλλης, όταν βρίσκεται σε φωτοδιεγερμένη (και πολύ δραστική) μορφή.

Η κρυπτοξανθίνη, χρωστική των πορτοκαλιών, είναι υδροξυλιωμένο β-καροτένιο. Επισημαίνεται ότι τα πορτοκάλια των θερμών χωρών δεν έχουν πορτοκαλί αλλά πράσινο χρώμα· για να γίνουν εμπορεύσιμα πρέπει να υποστούν ψύξη που καταστρέφει τη χλωροφύλλη ή να υποστούν κατεργασία με αιθυλένιο. Ελάχιστα είναι τα φυτικά παράγωγα που μέσω των τροφών αποκτούν μόνιμη παρουσία στον οργανισμό μας. Μια τέτοια περίπτωση συνιστούν οι δύο ξανθοφύλλες που απαντούν στον οφθαλμό: η \*λουτεΐνη και η \*ζεαξανθίνη.

### Ξυλιτόλη

Η ξυλιτόλη είναι η αλκοόλη που σχηματίζεται με αναγωγή του αντίστοιχου σακχάρου, της \*ξυλόζης ή των ξυλανών, με προέλευση τις ρόκες του καλαμποκιού. Απαντά σε μερικά φρούτα και στον οργανισμό μας μεταβολίζεται ελάχιστα, αποδίδοντας λίγες θερμίδες. Γλυκιάς γεύσης, πλεονεκτεί σε σχέση με άλλες πολυόλες, όπως τη σορβιτόλη, επειδή περιορίζει τον σχηματισμό τερηδόνας στα δόντια, γι' αυτό είναι το προτιμότερο γλυκαντικό στις τσίκλες. Εκτός του ότι τα βακτήρια δεν μπορούν να την χρησιμοποιήσουν ως τροφή, όπως τις άλλες πολυαλκοόλες, η ξυλιτόλη χρησιμεύει ως μεταφορέας ιόντων ασβεστίου στα δόντια. Σε πειραματόζωα είχε θετικά αποτελέσματα κατά της οστεοπόρωσης.

### Πενταερυθριτόλη

Οι πληροφορίες που μας δίνει η ονομασία της πενταερυθριτόλης είναι ότι περιέχει πέντε άτομα C και τέσσερα υδροξύλια, όπως η \*ερυθριτόλη, αλλά σε άλλη διάταξη. Πρόκειται για κρυσταλλική αλκοόλη που προκύπτει από την αντίδραση ακεταλδεϋδης και φορμαλδεϋδης, του τύπου  $C(CH_2OH)_4$ . Αυτούσια η πενταερυθριτόλη χρησιμοποιείται ως υγραντικό σε καλλυντικά, επιβραδυντικό καύσης σε πλαστικά και σε βερνίκια. Ο τετρανιτρικός εστέρας της βρίσκει εφαρμογή ως εκρηκτικό και καρδιοτονωτικό, όπως ο τρινι-

τρικός εστέρας της γλυκερόλης (βλ. δυναμίτη). Άλλοι εστέρες, με λιπαρά οξέα, έχουν αντικαταστήσει τα πολυχλωριωμένα \*διφαινύλια σε ηλεκτρικές εφαρμογές, επειδή δεν καίγονται εύκολα, έχουν υψηλό σημείο ζέσης και είναι βιοαποικοδομήσιμοι.

### Πινιτόλη ■ Κικεριτόλη

Η ονομασία της πινιτόλης φανερώνει την αρχική καταγωγή της, το πεύκο (γένος *Pinus*). Ωστόσο απαντά και σε άλλα φυτικά προϊόντα, ιδίως στα χαρούπια. Η ένωση είναι ένας μεθυλαιθέρας της ινοσιτόλης και διακρίνεται για τον αντιδιαβητικό χαρακτήρα της. Παράγωγό της με έναν δισακχαρίτη της γαλακτόζης είναι η κικεριτόλη, από τη λατινική λέξη για τα ρεβύθια (*cicer*) όπου και απαντά, καθώς και στις φακές. Η κικεριτόλη ευνοεί την ανάπτυξη της μικροβιακής χλωρίδας του εντέρου με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής τους σε λιπαρά οξέα μικρής μοριακής μάζας. Σημειώνεται ότι ο Κικέρων είχε αποκτήσει αυτό το παρατσούκλι από ένα ογκίδιο της μύτης, που έμοιαζε με ρεβύθι.

### Πολυβινυλική αλκοόλη

Η βινυλική αλκοόλη είναι ασταθής και ισομερίζεται προς ακεταλδεΐδη. Πώς τότε προκύπτει η πολυβινυλική αλκοόλη; Το μυστικό είναι ότι η πρώτη ύλη που πολυμερίζεται είναι ο εστέρας της, το οξικό βινύλιο, που παρασκευάζεται από την καταλυτική οξειδωση με αέριο οξυγόνο μείγματος αιθυλενίου και οξικού οξέος· αρκεί στη συνέχεια να υδρολυθεί ο πολυεστέρας. Η πολυμερής αλκοόλη που λαμβάνεται είναι εξαιρετικά υδρόφιλη και βιοαποικοδομήσιμη, με αποτέλεσμα να βρίσκει πολλές εφαρμογές. Μεταξύ άλλων, αναφέρονται οι τομείς της χαρτοποιίας και της υφαντουργίας, καθώς και διάφορα προϊόντα που χρειάζονται υδρόφιλο περιτύλιγμα· ακόμη, αποτελεί συστατικό των οφθαλμικών σταγόνων που δρουν ως λιπαντικά στην ξηροφθαλμία. Ειδική περίπτωση συνιστά το εστερικό πολυμερές *Vinylon* που παρασκευάζεται με εντόπια τεχνολογία κατ' αποκλειστικότητα στη Βόρεια Κορέα, από πολυβινυλική αλκοόλη, με πρώτη ύλη κάρβουνο, και χρησιμοποιείται στην κατασκευή υφάνσιμων ινών.

### Σαλιναξανθίνη

Το όνομα του βακτηρίου *Salinibacter ruber* είναι αποκαλυπτικό για το περιβάλλον του (*saline* = αλμυρός) και το χρώμα του (ερυθρό). Είναι ο παραγωγός της σαλιναξανθίνης, μιας ξανθοφύλλης που στο ένα άκρο φέρει

κυκλοεξενονικό δακτύλιο και στο άλλο άκρο ένα OH σε τριτοταγή C, το οποίο είναι ενωμένο με τη γλυκόζη εστεροποιημένη με το 13-μεθυλο-τετραδεκανοϊκό οξύ. Η ένωση χρησιμεύει στο βακτήριο ως κεραία για τη συλλογή του ηλιακού φωτός. Είναι αξιοσημείωτο ότι η σαλινιξανθίνη βρέθηκε επίσης ως συστατικό της ξανθοροδοψίνης, πρωτεΐνης του αμφιβληστροειδή χιτώνα που περιέχει επίσης τη ρετινάλη και συμμετέχει στον μηχανισμό της όρασης. Σημειώνεται ότι το βακτήριο, μαζί με άλλα δύο εξτρεμόφιλα, είναι οι μόνοι κάτοικοι της περίφημης ροζ λίμνης Χίλιερ που βρίσκεται στη νήσο Μιντλ της Αυστραλίας. Η περιεκτικότητα της λίμνης σε NaCl φτάνει το 35%, και το ροζ χρώμα της οφείλεται στη σαλινιξανθίνη.

### Φαινοξυαιθανόλη

Η φαινοξυαιθανόλη είναι ένα υγρό υψηλού σημείου ζέσης που περιέργως χρησιμοποιείται στα μελάνια των στυλό διαρκείας ως στεγνωτικό. Μια απρόβλεπτη ιδιότητά της είναι ότι μιμείται τη φερομόνη ίχνους των τερμιτών, μια δωδεκατριενόλη, με την οποία δεν έχει μεγάλη δομική ομοιότητα. Πράγματι, αν χαραχθεί στο χαρτί ένας κύκλος με φαινοξυαιθανόλη, ο τερμίτης ακολουθεί το ίχνος του σε μια ατέρμονη προσπάθεια να συναντήσει τροφή ή κάποιον όμοιό του. Άλλες χρήσεις της φαινοξυαιθανόλης είναι σε αρώματα ως στερεωτικό, σε καλλυντικά ως αντιμικροβιακό και σε διάφορα βιομηχανικά προϊόντα ως συντηρητικό. Σε κάποια άλλα έντομα δρα ως απωθητικό.

### Φαλκαρινόλη

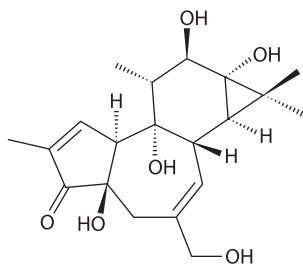
Τα καρότα περιέχουν πολλά ωφέλιμα συστατικά, ένα από τα οποία είναι η φαλκαρινόλη, που βρέθηκε πρώτα στο φυτό *Falcaria vulgaris* (falx, γεν. falcis = δρεπάνι, στα λατινικά, από τα φυλλάκια των σύνθετων φύλλων του φυτού που είναι καμπύλα και μοιάζουν με δρεπάνια). Ωστόσο η εναλλακτική ονομασία της φαλκαρινόλης, καροτατοξίνη, μπορεί να προβληματίσει. Πράγματι, σε μεγάλες δόσεις ένωση είναι τοξική, αλλά σε μικρές έχει αντικαρκινογόνο χαρακτήρα. Η δομή της φαλκαρινόλης είναι πολυακόρεστης αλκοόλης με 17 άτομα C, δύο διπλούς δεσμούς και δύο συζυγιακούς τριπλούς δεσμούς. Ανάλογα χαρακτηριστικά έχει και η φαλκαρινοδιόλη, με δύο υδροξύλια, στην οποία οφείλεται η πικρή γεύση που έχουν μερικές φορές τα καρότα.



## Φαρνεζόλη

Ιστορικά η φαρνεζόλη προηγήθηκε των \*φαρνεζενίων και η ονομασία της προήλθε από ένα είδος ακακίας, *Vachellia farnesiana* (= των Farnesi, επιφανούς ιταλικής οικογένειας), επειδή απαντά στο αιθέριο έλαιο των λουλουδιών που χρησιμοποιούνταν στην αρωματοποίηση. Σήμερα εξακολουθεί να αποτελεί συστατικό αρωμάτων, ως λιπόφιλη αλκοόλη, με κύριο προορισμό τον περιορισμό της πτητικότητας άλλων συστατικών, ώστε το άρωμα να διαρκεί περισσότερο. Επιπλέον, διαθέτει αντιβακτηριακό χαρακτήρα, γι' αυτό χρησιμοποιείται στα αποσμητικά χώρου. Η φαρνεζόλη αποτελεί φερομόνη για διάφορα έντομα. Σημειώνεται ότι η παραγωγή της *in vivo* από το ισοπρένιο γίνεται με τη μορφή του πυροφωσφορικού εστέρα ο οποίος πρώτα δίνει φαρνεζένιο που οξειδώνεται προς φαρνεζόλη. Ισομερή της φαρνεζόλης είναι οι νερολιδόλες, *cis-/trans-* τριτοταγείς αλκοόλες με διαφορετική, επίσης ευχάριστη οσμή.

## Φορβόλη



Φορβή σημαίνει «ζωοτροφή», όμως αν τα ζώα φάνε κάποιο φυτό που περιέχει φορβόλη θα δηλητηριαστούν. Η ονομασία της φορβόλης προέρχεται από την οικογένεια *Euphorbiaceae* (σε αυτήν ανήκουν τα φυτά στα οποία απαντά), η οποία περιλαμβάνει και κάποια φυτά που αποτελούν καλή ζωοτροφή. Η φορβή προήλθε από το ομηρικό φέρβω (= τρέφω), από τις λέξεις φέρω +

βέομαι (= θα ζήσω) [το βέομαι ομόρριζο του βίου]. Η φορβόλη είναι μια οξοαλκοόλη με τέσσερα OH σε τετρακυκλικό σκελετό με έναν κυκλοπροπανικό κι έναν κυκλοεπτενικό δακτύλιο· αποτελεί συστατικό του κροτωνελαίου, με τη μορφή εστέρων, από το φυτό *Croton tiglium*, καθαρτικό που έχει εγκαταλειφθεί λόγω τοξικότητας. Από τις βιοδραστικές ιδιότητες της φορβόλης ξεχωρίζει η ικανότητα να προκαλεί φλεγμονή και καρκινογένεση, γι' αυτό χρησιμοποιείται σε βιοϊατρικές έρευνες.