

# Κεφάλαιο 1

## Ιστορική αναδρομή

Adam P Fraise

- 1 Αρχικές ιδέες
- 2 Χημική απολύμανση
- 3 Αποστείρωση

- 4 Μελλοντικές εξελίξεις στα χημικά βιοκτόνα
- 5 Βιβλιογραφία

### 1 Αρχικές ιδέες

Σε ολόκληρη την ιστορία είναι αξιοσημείωτο το πώς έχουν εφαρμοστεί, οι αρχές της υγιεινής. Παραδείγματα απαντώνται στην αρχαία βιβλιογραφία της Μικράς Ασίας και της Μέσης Ανατολής και χρονολογούνται από τότε που υπάρχουν οι πρώτες γραπτές αναφορές. Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα των πρώιμων γραπτών κανόνων υγιεινής βρίσκεται στη Βίβλο και πιο συγκεκριμένα στα κεφάλαια 11-15 του Λευτικού.

Απολύμανση που επιτυγχάνεται με θερμότητα αναφέρεται στο Βίβλο των Αριθμών, κατά το οποίο το πέρασμα μεταλλικών αντικειμένων, κυρίως μαγειρικών σκευών, μέσα από φωτιά τα απολυμαίνει. Είχε, επίσης, παρατηρηθεί από πολύ παλιά ότι το νερό που αποθηκευόταν σε πήλινα αγγεία αποκτούσε γρήγορα δυσάρεστη οσμή και γεύση. Έτοι, ο Αριστοτέλης πρότεινε στον Μέγα Αλέξανδρο το βρασμό του νερού, ώστε να είναι πόσιμο για τα στρατεύματά του. Μπορούμε να συμπεράνουμε λοιπόν, πως υπήρχε επίγνωση για την αναγκαιότητα εφαρμογής μεθόδων πέραν του μηχανικού καθαρισμού.

Η εφαρμογή κάποιου είδους χημικής απολύμανσης στην πράξη καταγράφηκε την εποχή της επέκτωσης της Περσικής αυτοκρατορίας, το 450 μ.Χ., όταν αποθηκευόταν το νερό σε χάλκινα ή ασημένια δοχεία, ώστε να διατηρείται πόσιμο. Κρασί, ξίδι και μέλι χρησιμοποιούνταν σε επιθέματα και ως παράγοντες απολύμανσης σε πληγές και είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί εν προκειμένω ότι σχετικά πρόσφατα προτάθηκε η χρησιμοποίηση αραιωμένου οξικού οξεός για το-

πική χρήση σε πληγές και μετεγχειρητικά τραύματα μολυσμένα από *Pseudomonas aeruginosa*.

Η τέχνη της μουμιοποίησης, η οποία είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένη με τον αιγυπτιακό πολιτισμό (παρόλο που οφείλει την επιτυχία της κυρίως στην αφυδάτωση λόγω της ξηρής ατμόσφαιρας), χρησιμοποιούσε πληθώρα βαλσάμων, τα οποία περιείχαν φυσικά συντηρητικά. Το νάτρον, ένα φυσικώς ευρισκόμενο στην περιοχή ανθρακικό νάτριο, χρησιμοποιείτο, επίσης, για τη διατήρηση των σωμάτων ανθρώπων και ζώων.

Όχι μόνο στον τομέα της υγιεινής, αλλά και σε αυτόν της συντήρησης τροφίμων, ανακαλύφθηκαν χρήσιμες τεχνικές. Για παράδειγμα, οι φυλές που κυνηγούσαν μόνο για την κάλυψη των αναγκών τους ανακάλυψαν πως ήταν δυνατή η συντήρηση κρέατος και φαριών με ξήρανση, αλάτισμα και ανάμειξη αυτών με φυσικές ουσίες. Μετά την παρακμή των μεγάλων πολιτισμών της Μεσογείου, της Μικράς Ασίας και της Μέσης Ανατολής και την εμφάνιση υψηλού Ευρωπαϊκού πολιτισμού, αναπτύχθηκαν, επίσης, αρχές εμπειρικής υγιεινής βασισμένες σε γραπτά κείμενα ή ανεξάρτητες έρευνες. Υπήρχε, ασφαλώς, συνεχής επικοινωνία μεταξύ της Ευρώπης, της Μικράς Ασίας και της Μέσης Ανατολής εξ αιτίας των αραβικών και οθωμανικών επιδρομών στην Ευρώπη, αλλά είναι δύσκολο να βρεθούν Ευρωπαίοι συγγραφείς εκείνης της εποχής που να παραδέχονται την κληρονομιά αυτών των αυτοκρατοριών.

Μια πρώτη περιγραφή των τεχνικών για την προσπάθεια καταπολέμησης της ολέθριας μά-

στιγας της πανούκλας βρίσκεται σε γραπτά του δέκατου τέταρτου αιώνα, όπου κάποιος Ιωσήφ από τη Βουργουνδία πρότεινε το κάψιμο κλαδιών του άγριου κυπαρισσιού (*Juniper*) στα δωράτια των ασθενών. Επίσης, καιγόταν θείο με την ελπίδα να απομακρυνθεί η αιτία αυτής της φοβερής ασθένειας.

Ο συσχετισμός της δυσοσμίας με την ασθένεια, καθώς και μια ελληνική θεωρία ότι ουσίες που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα μπορούν να είναι υπεύθυνες για ασθένειες, οδήγησε στην ανάπτυξη αυτών των τεχνικών. Η επιτυχία πολύ πιθανόν να εξασφαλίστηκε με την καταπολέμηση των ποντικιών, τα οποία, αργότερα, αποδείχθηκε πως είναι φορείς των υπεύθυνων για την πανούκλα μικροοργανισμών. Στην Ιταλία της Αναγέννησης, προς τα τέλη του δέκατου πέμπτου αιώνα, ένας ποιητής, φιλόσοφος και φυσικός, ο Girolamo Fracastoro, καθηγητής της Λογικής στο Πανεπιστήμιο της Πάντοβα, αναγνώρισε πιθανές αιτίες της ασθένειας και αναφέρθηκε στη μεταδοτικότητα και στην από αέρος μόλυνση. Σκέφτηκε πως θα πρέπει να υπάρχουν “σπόροι της ασθένειας”, όπως πράγματι ισχύει! Ο σκεπτικιστικός χημικός Robert Boyle έγραψε στα μέσα του δέκατου έβδομου αιώνα για πιθανή σχέση ανάμεσα στη ζύμωση και στην εξέλιξη της ασθένειας, προλαβαίνοντας έτοι τις ιδέες που ανέπτυξε αργότερα ο Louis Pasteur. Δεν υπάρχει κανένα όμως στοιχείο στη βιβλιογραφία ότι ο Pasteur είχε διαβάσει τις απόψεις του Robert Boyle ή του Fracastoro.

Το επόμενο ορόσημο σε αυτό το θέμα ήταν η ανακάλυψη του Antonie van Leeuwenhoek ότι μικροί ζωντανοί οργανισμοί ζουν σε διάφορα φυσικά περιβάλλοντα, όπως σε ξέσματα δοντιών, υδάτινες συλλογές και εγχύματα λαχανικών. Σχεδιαγράμματα αυτών που είδε με τη βοήθεια των απλών μικροσκοπίων του (x300) δημοσιεύθηκαν στο *Philosophical Transactions of the Royal Society* το 1677, καθώς επίσης και σε μια σειρά επιστολών στο περιοδικό πριν και μετά τη χρονολογία αυτή. Μερικές από τις εικόνες πιστεύεται ότι αναπαριστούν βακτήρια, παρόλο που η μεγαλύτερη μεγέθυνση, κατά τα λεγόμενά του, ήταν 300x. Θεωρώντας το σπουδαίο τεχνολογικό επίτευγμα του Leeuwenhoek στη μικροσκοπία και την επιμελή εφαρμογή αυτού στην έρευνα, οδηγείται κανείς στη σκέψη πως τα βακτήρια σε μορφή αποικίας θα πρέπει να είχαν παρατηρηθεί από την αρχή της ανθρώπινης έπαρξης. Μια πολύ πρώιμη αναφορά πάνω

σε αυτό έκανε ο Έλληνας ιστορικός Σίκουλος, ο οποίος, γράφοντας για την πολιορκία της Τέρου το 332 μ.Χ., αναφέρει πως το ψωμί που διανεμήθηκε στους Μακεδόνες είχε αιματώδη όψη. Αυτό αποδίδεται μάλλον σε προσβολή από *Serratia marcescens* και το φαινόμενο θα πρέπει να είχε παρατηρηθεί, αν όχι καταγραφεί, από ανημονεύτων χρόνων.

Γιρίζοντας πίσω στην Ευρώπη, υπάρχουν και άλλα παραδείγματα ερευνητών που πίστευαν, αλλά δεν μπορούσαν να τεκμηριώσουν επιστημονικά, πως κάποιες ασθένειες προκαλούνταν από αέρατους ζωντανούς παράγοντες, έμβια μολύσματα. Ανάμεσα σε αυτούς τους ερευνητές συγκαταλέγονται οι Kircher (1658), Lang-e (1659), Lancisi (1718) και Marten (1720).

Από παρατήρηση και διαίσθηση, επομένως, βλέπουμε πως η τεχνική της θέρμανσης και της χημικής απολύμανσης, η ανασταλτική επίδραση της αφυδάτωσης και η εμπλοκή αέρατων οντοτήτων με διάφορες ασθένειες ήταν γνωστά ή υπονοούνταν από πολλές νωρίς.

Πριν περάσουμε σε πιο τεκμηριωμένες ιστορικές αναφορές, είναι απαραίτητο να αναφερθεί μια αξιοσημείωτη ποσοτικοποίηση της χημικής συντήρησης που εκδόθηκε το 1775 από τον Joseph Pringle. Ο Pringle προσπαθούσε να αξιολογήσει τη συντήρηση μέσω του αλατίσματος και για τον λόγο αυτό τοποθέτησε κομμάτια άπαχου κρέατος σε γυάλινα δοχεία που περιείχαν διαλύματα διαφορετικών αλάτων και τα άφησε να επωασθούν ορίζοντας ως τελικό σημείο αποσύνθεσης την παρουσία ή την απουσία οσμής. Θεωρήσε ως μάρτυρα το θαλασσινό αλάτι και εξέφρασε τα αποτελέσματα με τη σχετική αποτελεσματικότητα των άλλων αλάτων με τον μάρτυρα αυτό. Έτοι, για παράδειγμα, βρήκε ότι το νίτρο είχε τιμή 4 με αυτήν τη μέθοδο. Εκατόν πενήντα τρία χρόνια αργότερα, οι Rideal και Walker χρησιμοποίησαν μια παρόμοια μέθοδο με φαινολικά απολυμαντικά και *Salmonella typhi*. Ο μάρτυρας τους ήταν η φαινόλη.

Παρόλο που η ιδέα των βακτηριακών ασθενιών και του σαπίσματος δεν επιβεβαιώθηκε πριν από τον δέκατο ένατο αιώνα, από πολλές νωρίς στην ιστορία σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν τεχνικές για την εξασφάλιση της συντήρησης τροφίμων και νερού. Μόλις τη δεκαετία του 1960 αναγνωρίστηκε η σπουδαιότητα των μικροοργανισμών στη φαρμακευτική (Kallings *et al.*, 1966) και προτάθηκαν οι αρχές συντήρησης των φαρμάκων.

## 2 Χημική αποδύμανση

Άρχισαν να χρησιμοποιούνται νεότερα και καθαρότερα χημικά απολυμαντικά. Ο χλωριούχος και ο διχλωριούχος υδράργυρος βρήκαν εφαρμογή στην επίδεση τραυμάτων χρησιμοποιούνταν από τον Μεσαίωνα και πρωτοπαρουσιάστηκαν από Αραβες γιατρούς. Το 1798 πρωτοπαρασκευάστηκε χλωράσθετος, η οποία χρησιμοποιήθηκε από τον Alcock, το 1827, ως αποσμητικό και απολυμαντικό. Ο Lefevre, το 1843, εισήγαγε το χλωριωμένο νερό. Ήδη από το 1839 ο Davies είχε προτείνει το ιώδιο ως απολυμαντικό πληγών. Ήταν ο Semmelweis που χρησιμοποίησε χλωριωμένο νερό για την αντιμετώπιση του επιλόχειου πυρετού που εμφανιζόταν στην πτέρυγα μαιευτικής του Γενικού Νοσοκομείου της Βιέννης όπου δούλευε. Κατάφερε αισθητή μείωση των επιπτώσεων της λοιμώξης, απαιτώντας να πλένουν τα χέρια τους με χλωριωμένο νερό όσοι παρευρίσκονταν στον τοκετό. Αργότερα (1847), το αντικατέστησε με χλωράσθετο.

Ευλόγισσα και λιθανθρακόπισσα χρησιμοποιούνταν σε πληγές από τις αρχές του δέκατου ένατου αιώνα, ενώ ο Smith (1836-37), σε μια επιστολή στο περιοδικό *Lancet*, περιγράφει τη χρήση του κρεόζωτου (ελληνική σύνθετη λέξη από τις λέξεις “κρέας” και “σωτήρ”) ως απολυμαντικού πληγών. Το 1850 ο Γάλλος φαρμακοποιός Le Beuf παρασκεύασε ένα απόσταγμα λιθανθρακόπισσας χρησιμοποιώντας τη φυσική σαπωνίνη από φλούδα του φυτού κουϊλαΐα ως αραιωτικό παράγοντα. Ο Le Beuf ζήτησε από έναν πολύ γνωστό χειρουργό, τον Jules Lemaire, να εκτιμήσει το προϊόν. Αποδείχθηκε πως ήταν πολύ αποτελεσματικό. Ο Küchenmeister χρησιμοποίησε καθαρή φαινόλη το 1860, όπως και ο Joseph Lister στις σπουδαίες έρευνες που διενήργησε τη δεκαετία του 1860 πάνω στη χειρουργική αντισηψία. Είναι, επίσης, ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι μεγάλος αριθμός χημικών, χρησιμοποιούνταν στη συντήρηση ξύλων. Η ξυλόπισσα χρησιμοποιούνταν στις αρχές του 1700 για τη συντήρηση των ξύλινου σκελετού των πλοίων, όπως και ο χλωριούχος υδράργυρος το 1705. Ο θεικός χαλκός πρωτοχρησιμοποιήθηκε το 1767 και ο χλωριούχος ψευδάργυρος το 1815. Πολλά από αυτά τα προϊόντα χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα.

Αναφερόμενος στην αξιολόγηση, ο Bucholtz (1875) καθόρισε αυτό που σήμερα ονομάζεται

ελάχιστη αναστατωτική συγκέντρωση της φαινόλης, του κρεοσώτου, του βενζοϊκού οξέος και του σαλικυλικού οξέος για την αναστολή της ανάπτυξης των βακτηρίων. Ο Robert Koch έκανε πειράματα πάνω στην αναστατωτική δύναμη του χλωριούχου υδραργύρου εναντίον σπόρων της ασθένειας του άνθρακα, αλλά υπερεκτίμησε τα προϊόντα, καθώς δεν κατάφερε να εξουδετερώσει την ουσία που παρέμενε δραστήρια στα πειράματά του. Αυτό επετεύχθη από τον Geppert, ο οποίος το 1889 χρησιμοποίησε θειούχο αμμώνιο ως παράγοντα εξουδετέρωσης και εξασφάλισε με αυτόν τον τρόπο πολύ πιο πραγματικές τιμές για τις αντιμικροβιακές δυνάμεις του χλωριούχου υδραργύρου.

Είναι προφανές πως, από αυτές τις πρώτες μελέτες, δεν είχε ληφθεί υπ' όψιν μια σημαντική λεπτομέρεια που ήδη αναφέρθηκε πιο πάνω. Αυτή είναι η επιστημονική ταυτοποίηση των μικροβίων σε μια συγκεκριμένη ασθένεια. Τα εύ-σημα γι' αυτό θα πρέπει να δοθούν στον Ιταλό Agostino Bassi, δικηγόρο από το Λόντι (μια μικρή πόλη κοντά στο Μιλάνο). Παρότι δεν είχε σχέση με την ιατρική επιστήμη, πραγματοποίησε επίπονα επιστημονικά πειράματα για να συνδέσει μια ασθένεια των μεταξοσκωλήκων με έναν μύκητα. Ο Bassi αναγνώρισε τη μικροβιακή προέλευση της πανούκλας και της χολέρας και πειραματίστηκε με τη θερμότητα και τις χημικές ουσίες ως αντιμικροβιακούς παράγοντες. Η έρευνά του πάνω στην εμπλοκή μικροβίων με συγκεκριμένες ασθένειες πρόδιαζε τις μεγάλες προσωπικότητες των Pasteur και Koch, αλλά επειδή δημοσιεύθηκε στα ιταλικά και μόνο στο Λόντι, σε πολλά εγχειρίδια δεν βρήκε ποτέ τη θέση που της άξιζε.

ποτα την οποίη που της αξιεῖ.  
Δύο ακόμα χρηματικά απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα είναι παλιές ανακαλύψεις. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου εξετάστηκε πρώτη φορά το 1893 από τον Traugott, ενώ ο Dakin το 1915 έκανε λόγο για ενώσεις που απελευθερώνουν χλώριο. Οι ενώσεις του τεταρτοταγούς αρμωνίου πρωτοεμφανίστηκαν το 1916 από τον Jacobs.

Το 1897, οι Kronig και Paul, μαζί με την αναγνωρισμένη βοήθεια του φυσικοχημικού Ιάπωνα Ikeda, εισήγαγαν την επιστήμη της δυναμικής απολύμανσης. Η πρωτοποριακή τους δημοσίευση αποτέλεσε αφορμή για αμέτρητες έρευνες πάνω στο θέμα, που συνεχίζονταν μέχρι σήμερα.

Από τότε έχουν παρουσιαστεί και άλλα υπο-

κά βιοκτόνα που τώρα χρησιμοποιούνται ευρέως σε νοσοκομεία, όπως η χλωρεξιδίνη, ένα σημαντικό καπιοντικό βιοκτόνο, του οποίου η δραστικότητα περιγράφηκε το 1958 (Hugo, 1975).

Πιο πρόσφατα, η καλύτερη κατανόηση των εννοιών της υγιεινής απετέλεσε τη βάση για τη μεγάλη αδξηση του αριθμού των προϊόντων που περιέχουν χημικά βιοκτόνα. Από αυτά, οι ενώσεις του τεταρτοταγούς αριθμού και οι φαινολικές ενώσεις είναι τα πιο σημαντικά. Η διάδοση αυτή των προϊόντων που περιέχουν βιοκτόνα έχει πυροδοτήσει μεγάλη ανησυχία σχετικά με την ακατάλληλη χρήση των χημικών απολυμαντικών, την πιθανή εμφάνιση ανθεκτικότητας των μικροβίων σε αυτά τα βιοκτόνα και την πιθανή διασταυρούμενη ανθεκτικότητα με τα αντιβιοτικά. Ανάμεσα στα καλύτερα μελέτημένα βιοκτόνα συγκαταλέγονται η χλωρεξιδίνη και η τρικλοζάνη. Η διφαινολική τρικλοζάνη είναι μοναδική, με την έννοια ότι σε χαμηλή συγκέντρωση αναστέλλει εκλεκτικά την πρωτεΐνη μεταφοράς της ενολικής αναγωγάσης, η οποία είναι, επίσης, στόχος της αντιβιοτικής χημειοθεραπείας σε ορισμένους οργανισμούς. Αυτές οι σημαντικές πλευρές της χρήσης των βιοκτόνων θα αναλυθούν κατωτέρω.

### 3 Αποστείρωση

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενως, η θερμική αποστείρωση ήταν γνωστή από πολύ παλιά ως μια μέθοδος καθαρισμού και εξυγείανσης. Το 1832 ο William Henry, ένας γιατρός από το Μάντσεστερ, μελέτησε την επίδραση της θερμότητας στα μολύσματα, τοποθετώντας μολύσματα υλικά, όπως ρούχα ασθενών από τύφο και οστρακιά, κλεισμένο σε αέρα που θερμαινόταν από νερό, σε δοχείο υπό πίεση. Διαπίστωσε ότι μπορούσε να επιτύχει θερμοκρασίες υψηλότερες των  $100^{\circ}\text{C}$  χρησιμοποιώντας ένα κλειστό δοχείο, στο οποίο ήταν προσαρμοσμένη η κατάλληλη βαλβίδα ασφαλείας. Ανακάλυψε ότι υφάσματα που είχαν δεχθεί αυτήν την επέμβαση μπορούσαν να φορεθούν χωρίς να μεταδώσουν την ασθένεια. Ο Louis Pasteur χρησιμοποίησε, επίσης, δοχείο υπό πίεση με βαλβίδα ασφαλείας για αποστείρωση.

Η αποστείρωση με διήμηση είχε παρατηρηθεί από πολύ νωρίς. Τα ακάθαρτα νερά που στράγγιζαν από λιμνούλες και διείσδυαν στο

χώμα ή σε χαλίκια, πολλές φορές ανάβλυζαν σε χαμηλότερα επίπεδα του εδάφους πεντακάθαρα και πόσιμα. Με αφορμή αυτό, κατασκευάστηκαν τεχνητά φίλτρα από βότσαλα. Αργότερα, κατασκευάστηκαν σωλήνες από μη εφαλωμένη πορσελάνη ή από συμπιεσμένη γη διατόμων, τα ονομαζόμενα φίλτρα Chamberland και Berkefeld, τα οποία έκαναν την εμφάνισή τους το 1884 και το 1891, αντιστοίχως.

Παρόλο που ήταν γνωστό ότι το ηλιακό φως βοηθούσε στην επούλωση των πληγών και εμπόδιζε την εξάπλωση των ασθενειών, πρώτοι οι Downes και Blunt έκαναν πειράματα το 1887 για να μελετήσουν την επίδραση του φωτός στα βακτήρια και σε άλλους μικροοργανισμούς. Ο Ward, το 1892, ερεύνησε τη σχέση ανάμεσα στο μήκος κύματος του φωτός και την τοξικότητά του, χρησιμοποιώντας τον *Bacillus subtilis*. Ανακάλυψε ότι το μπλε φως ήταν περισσότερο τοξικό από το κόκκινο.

Το 1903, ο Barnard και Morgan χρησιμοποίησαν συνεχές βολταϊκό ρεύμα και απέδειξαν πως η μέγιστη βακτηριοκτόνος επίδραση παρατηρούνταν στην περιοχή 226-328 nm, δηλαδή στο υπεριώδες φως. Αυτό αποτελεί σήμερα έναν ευρέως χρησιμοποιούμενο παράγοντα αποστείρωσης νερού και αέρα (βλ. Κεφάλαιο 12.2).

Στα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα πραγματοποιήθηκαν πολλές πρωτοποριακές έρευνες στον τομέα της υποστομικής φυσικής. Το 1895, ο Γερμανός φυσικός Roentgen ανακάλυψε τις ακτίνες X και τρία χρόνια αργότερα ο Rieder βρήκε πως είναι τοξικές στα κοινά παθογόνα. Οι ακτίνες X με μήκος κύματος από  $10^{-10}$  έως  $10^{-11}$  nm είναι μια από τις ακτινοβολίες που εκπέμπονται από το  $^{60}\text{Co}$  και που χρησιμοποιούνται τώρα ευρύτατα σε αποστειρώσεις (Κεφάλαιο 12.2).

Ένας ακόμα σημαντικός τομέας έρευνας προς τα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα ήταν αυτός της φυσικής ραδιενέργειας. Το 1879, ο Becquerel ανακάλυψε ότι αν άφηνε δίπλα σε ενώσεις ουρανίου μια φωτογραφική πλάκα αυτή θα θόλωνε. Υπέθεσε πως παρήγετο ακτινοβολία, η οποία αργότερα ονομάστηκε ακτινοβολία Becquerel. Το 1899, ο Rutherford απέδειξε πως εκπέμπονταν τρεις τύποι ακτινοβολίας ( $\alpha$ ,  $\beta$  και  $\gamma$ ), όταν η εκπομπή γινόταν σε μαγνητικό πεδίο. Οι ακτίνες- $\gamma$  αποδείχθηκε πως είχαν ίδιας τάξης μήκος κύματος με τις ακτίνες X. Οι ακτίνες- $\beta$  βρέθηκε πως ήταν ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας, ενώ οι ακτίνες- $\alpha$  ήταν πυρήνες ηλίου. Οι ακτινοβολίες αυτές αποδείχθηκε πως είναι αντι-

μικροβιακές το 1896 από τον Mink και δύο χρόνια αργότερα από τους Pancinotti και Porchelli. Ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας, που παράγονται από επιταχυντές ηλεκτρονίων, χρησιμοποιούνται σήμερα σε αποστειρώσεις (Κεφάλαιο 12.2).

Έτσι, η επίδραση των ακτίνων X και της φυσικής ραδιενέργειας στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών είχε ερευνηθεί και δημοσιευτεί μέσα σε τρία χρόνια από την ανακάλυψή τους. Και οι δύο βρέθηκαν να είναι θανατηφόρες. Το 1893 αποδείχθηκε πως το υπεριώδες φως είναι το θανατηφόρο συστατικό της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτές και άλλες απόψεις πραγματεύθηκε ο Hugo (1996).

Αποστείρωση μπορεί ακόμη να επιτευχθεί και με χημικές μεθόδους, αν και η εφαρμογή τους δεν παρέχει την ίδια ασφάλεια ποιότητας, όπως η χρησιμοποίηση θερμότητας ή ακτινοβολίας. Ο όρος “chemosterilizer (=χημειοαποστειρωτικό”) χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Borick το 1968. Σήμερα έχει αντικατασταθεί από τον όρο “υγρά χημικά αποστειρωτικά”, ο οποίος χαρακτήριζε τα χημικά εκείνα που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία για την αποστείρωση των επαναχρησιμοποιήσιμων ιατρικών οργάνων. Ανάμεσα στα πρώτα “υγρά χημικά αποστειρωτικά” ήταν η φορμαλδεΰδη και το καθυλεοξείδιο. Κάποια όλλα, όπως η αλδεΰδη και η γλουταραλδεΰδη, χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό επί 40 σχεδόν χρόνια (Bruch, 1991). Ορισμένες πιο πρόσφατες ενώσεις, όπως το υπεροξικό οξύ και η ορθο-φθαλαλδεΰδη (ortho-phthalaldehyde, OPA), παρουσιάστηκαν ως εναλλακτικά υποκατάστατα της δι-αλδεΰδης.

Έκτοτε, η επιστήμη της αποστείρωσης και της απολύμανσης ακολούθησε μια περισσότερο ομαλή πορεία εξέλιξης που κορυφώθηκε με τη νέα τεχνολογία αποστείρωσης με ακτινοβολία. Ωστόσο, λάθη –συχνά μοιραία– ακόμη συμβαίνουν, γι' αυτό η ενασχόληση αυτή θα πρέπει πάντα να συνοδεύεται από εγρήγορση, στενή παρακολούθηση και αξιολόγηση.

#### 4 Μελλοντικές εξελίξεις στα χημικά βιοκτόνα

Διανύουμε μια πολύ ενδιαφέρουσα περίοδο για τα βιοκτόνα. Τα τελευταία 50 χρόνια οι γνώσεις μας πάνω σε αυτά έχουν αυξηθεί, το ίδιο όμως και οι ανησυχίες μας για την εκτεταμένη χρήση

τους σε νοσοκομειακά και οικιακά περιβάλλοντα. Ενθαρρυντικό στοιχείο αποτελεί η εμφανής προθυμία των βιομηχανιών να κατανοήσουν τους μηχανισμούς δράσης των χημικών βιοκτόνων, καθώς και τους μηχανισμούς ανθεκτικότητας των μικροβίων σε αυτά. Παρόλο που μπορεί να μη δημιουργηθούν “νέες” βιοκτόνες ενώσεις στο μέλλον, τα καινούρια προϊόντα “απολύμανσης/αντισηψίας” είναι πιθανόν να εστιάσουν στη συνεργιστική δράση μεταξύ των βιοκτόνων ή/και στον συνδυασμό βιοκτόνου και ενός παράγοντα διαπερατότητας ή άλλου μη βιοκτόνου χημικού, έτσι ώστε να επιτευχθεί αύξηση στην αντιμικροβιακή δράση. Αντικείμενο εκτεταμένων ερευνών αποτελεί και ο τρόπος με τον οποίο απελευθερώνονται τα βιοκτόνα. Για παράδειγμα, η χρήση των πολυμερών για αργή αποδέσμευση των βιοκτόνων μορίων, των βιοκτόνων που ενεργοποιούνται με το φως και των αλκοολούχων πηκτών για αντισηψία, είναι αποτέλεσμα συνολικών προσποθειών για την προσαρμογή των εργαστηριακών συνθηκών στην πραγματικότητα.

Παρόλο που σήμερα μπορεί να είναι μια “χρονή εποχή” για την επιστήμη των βιοκτόνων, πολλά ερωτήματα παραμένουν αναπάντητα, όπως η οπουδαύτητα της ανθεκτικότητας των βακτηρίων στα βιοκτόνα, ο ακριβής μηχανισμός δράσης των βιοκτόνων και η πιθανότητα άμεσης παρέμβασης στις ευαίσθητες περιοχές του μικροοργανισμού – στόχου καθώς και η επίδραση των βιοκτόνων σε νεοεμφανιζόμενα παθογόνα και σε μικροβιακές βιομεμβράνες. Ορισμένα από τα θέματα θα συζητηθούν εκτενέστερα στα επόμενα κεφάλαια.

#### 5 Βιβλιογραφία

##### Γενική βιβλιογραφία

- Gaughran, E.R. & Goudie, A.J. (1975). Heat sterilisation methods. *Acta Pharmaceutica Suecica*, 12 (Suppl.), 15–25.  
 Hugo, W.B. (1978) Early studies in the evaluation of disinfectants. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 4, 489–494.  
 Hugo, W.B. (1978) Phenols: a review of their history and development as antimicrobial agents. *Microbiols*, 23, 83–85.  
 Hugo, W.B. (1991) A brief history of heat and chemical preservation and disinfection. *Journal of Applied Bacteriology*, 71, 9–18.  
 Reid, R. (1974) *Microbes and Men*. London: British Broadcasting Corporation.  
 Selwyn, S. (1979) Early experimental models of disinfection