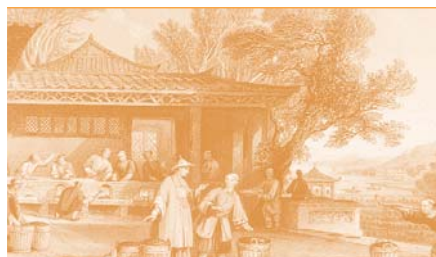


# Μπύρα, ψωμί, τυρί

η βιοτεχνολογία των γεύσεων

- 1.1 Στην αρχή ήταν η μύρα και το κρασί. το μητρικό γάλα του πολιτισμού
- 1.2 Η μαγιά είναι οι εργάτες της ζύμωσης σε αλκοόλη
- 1.3 Ακόμα και σήμερα χρησιμοποιούνται για την παρασκευή μύρας μαγιά, νερό, βύνη και λυκίσκος
- 1.4 Τα κύτταρα λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια
- 1.5 Το αλκοόλη δεν είναι απόλαυση, αλλά ένα έκτακτο μέτρο για τις ζύμες
- 1.6 Πολύ συμπυκνωμένο αλκοόλη παράγεται με καύση
- 1.7 Βακτηριακά προϊόντα. Το ξινό συντηρεί
- 1.8 Καφές, κακάο, βανίλια, καπνός - ζύμωση για απόλαυση
- 1.9 Οι μύκητες συνεργάζονται με βακτήρια και παράγουν τυρί
- 1.10 Σακί και σάλτσα σόγιας
- 1.11 Τι είναι τελικά η ζύμωση;



ΤΙ ΘΑ ΚΑΝΑΤΕ ΚΑΛΥΤΕΡΑ ΑΝ ΘΑ ΜΠΟΡΟΥΣΑΤΕ ΝΑ ΞΕΚΙΝΗΣΕΤΕ ΞΑΝΑ; «ΒΡΙΣΚΩ ΕΥΚΟΛΗ ΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ». ΘΑ ΕΠΑΙΡΝΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ ΕΞΙΣΟΥ ΣΟΒΑΡΑ ΟΣΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ. Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ Η ΑΠΑΡΙΘΜΗΣΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΓΕΓΟΝΩΤΩΝ, ΑΛΛΑ Η ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΜΟΥ ΕΜΠΕΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΜΟΥ ΑΠΟΨΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ, ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΕΜΑΣ ΤΟΥΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ. ΤΑ ΟΠΛΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΕΙΝΑΙ Η ΠΕΡΙΕΡΓΕΙΑ - ΑΛΛΑ ΑΥΤΑ ΤΑ ΟΠΛΑ ΕΙΝΑΙ ΑΧΡΗΣΤΑ ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ ΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ. ΑΛΛΑ ΑΚΟΜΗ ΚΑΙ Η ΠΙΟ ΘΞΕΙΑ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΕΙΝΑΙ ΑΔΥΝΑΜΗ ΧΩΡΙΣ ΠΑΘΟΣ ΚΑΙ ΘΑΡΡΟΣ - ΚΑΙ ΑΥΤΕΣ ΜΕ ΤΗ ΣΕΙΡΑ ΤΟΥΣ ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΠΑΡΟΔΙΚΗ ΦΩΤΙΑ ΧΩΡΙΣ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΥΠΟΜΟΝΗΣ».



**Gottfried Schatz**  
(γεν. 1936, Ομότιμος Καθηγητής Βιοχημείας, Basel)

## 1.1. Στην αρχή ήταν η μπίρα και το κρασί: το μητρικό γάλα του πολιτισμού

Πριν από 6.000 έως 8.000 χρόνια, οι Σουμέριοι που κατοικούσαν στη Μεσοποταμία, η χώρα μεταξύ των δύο ποταμών του Τίγρη και του Ευφράτη (σημερινό Ιράκ), γνώριζαν άριστα την τέχνη της ζυθοποιίας. Από τα βλαστάρια καλαμποκιού παρήγαγαν ένα συντηρήσιμο, θρεπτικό και μεθυστικό ποτό. Διέβρεχαν κριθάρι ή σκουρόχρωμο σιτάρι, μια αρχαία καλλιεργούμενη μορφή σιταριού, και το άφηναν να βλαστήσει. Σε μια πήλινη πλάκα των Σουμέριων από την 3η χιλιετία π.Χ. στο Μνημείο Bleu στο Λούβρο του Παρισιού, ο Emmer παρουσιάζει την παραγωγή μπίρας. Από τους σπόρους που είχαν βλαστήσει, η βύνη, στη συνέχεια παρασκευάστηκε ψωμί μπίρας, αλέστηκε και αναδεύτηκε με νερό. Με ένα κόσκινο από λυγαριά, το υγρό διαχωρίζεται από το στερεό υπόλειμμα και αποθηκεύεται σε κλειστά πήλινα δοχεία. Πολύ σύντομα φυσαλίδες αερίου αναδύονται στα δοχεία, το υγρό αρχίζει να ζυμώνεται.

Από το γλυκό χυμό σχηματίστηκε με **ζύμωση** υπό αναερόβιες συνθήκες ένα αλκοολούχο ποτό, η μπίρα.

Μέρος των βλαστημένων δημητριακών ξηραίνεται στον ήλιο - το ισοδύναμο του σημερινού ψωμιού μπίρας - και διατηρείται ως συντηρημένο προϊόν για περιόδους χωρίς φρέσκα δημητριακά. Η μπίρα της Βαβυλώνας είχε ελαφρώς όξινη γεύση, η οποία προέκυψε από παράλληλη **ζύμωση γαλα-**



**EIKONA 1.1** Παραγωγή μπίρας από τους Αιγύπτιους 4000 χρόνια πριν.

**κτικού οξέος.** Λόγω του γαλακτικού οξέος, η διάρκεια ζωής της μπίρας είχε αυξηθεί σημαντικά επειδή πολλά μικρόβια δεν μπορούν να μεγαλώσουν σε όξινο περιβάλλον. Στο ζεστό κλίμα της Ανατολής, αυτό ήταν πολύ σημαντικό, επειδή ήταν διαθέσιμος ένας υγιεινός ζωμός.

Η **αιθανόλη** (αλκοόλη) είναι ζυμωμένη ζάχαρη, ένα μεταβολικό τελικό προϊόν των ζυμών. Ήδη 2-3% αιθανόλη μεταβάλλει τη διαπερατότητα (*διαπερατότητα*) της κυτταροπλασματικής μεμβράνης των βακτηρίων και επομένως αναστέλλει την ανάπτυξή τους. Στο ζεστό κλίμα της Ανατολής, η **μικροβιακή αναστολή** μέσω της ζύμωσης είναι μια ευεργετική διαδικασία για την υγιεινή, αν και όχι η πιο σημαντική. Λόγω της γεωργίας, ο πληθυσμός αυξήθηκε δραματικά. Το καθαρό πόσιμο νερό ήταν ένα μεγάλο πρόβλημα, όπως επίσης στην Ευρώπη μέχρι τον 19ο αιώνα. Σκεφτείτε τις σημερινές εικόνες των ιερών τελετουργιών στα Γάγγη. Τα ζωικά και ανθρώπινα κόπρανα μολύνουν το πόσιμο νερό μέχρι σήμερα. Το μολυσμένο νερό μπορεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνο! Τα προϊόντα ζύμωσης μπίρας, κρασί και ξύδι, ωστόσο, ήταν απαλλαγμένα από επικίνδυνα μικρόβια. Ακόμη και ελαφρώς μολυσμένο πόσιμο νερό θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με αυτά επειδή, όχι μόνο το αλκοόλη, αλλά και τα οργανικά οξέα αναστέλλουν τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

Το νερό δεν έσβηγε τη δίψα των προγόνων μας, αλλά η μπίρα, το κρασί και το ξύδι. Ήταν, όπως λένε, το «μητρικό γάλα του πολιτισμού». Η **παλαιότερη βιοτεχνολογία στον κόσμο ήταν θρεπτική, διεγερτική και ασφαλής** - μια επαναστατική πρόοδος που απλά έπρεπε να επικρατήσει.

Οι Αιγύπτιοι επίσης έτρωγαν μπίρα. Μια τοιχογραφία περίπου 4.400 ετών από αιγυπτιακό τάφο παρουσιάζει την παραγωγή μπίρας (Εικόνα 1.1).

Οι Αιγύπτιοι γνώριζαν ήδη ότι η ζύμωση ξεκινά γρηγορότερα, αν επαναχρησιμοποιούσαν το ίζημα μιας επιτυχημένης παραγωγής μπίρας. Οι αιγυπτιακές μπίρες ήταν κυρίως σκούρες, κατασκευά-



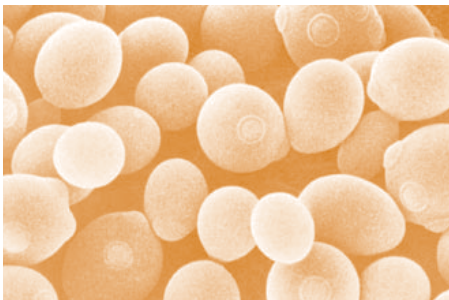
**EIKONA 1.2** Γυναίκες από τη Βοιωτία στην αρχαία Ελλάδα που ψήνουν ψωμί πριν από 6000 χρόνια.

ζονταν από φρυγανισμένα ιζήματα μπίρας. Ορισμένες είχαν τουλάχιστον περιεκτικότητα αλκοόλης 12-15%. Οι Αιγύπτιοι εφηύραν επίσης την εμφιαλωμένη μπίρα. Κατά το κτίσιμο των πυραμίδων η μπίρα μεταφερόταν στο εργοτάξιο σε πήλινα μπουκάλια.

Οι Κέλτες και οι Γερμανοί προτίμησαν την Μετ, μια ξινή μπίρα που φυλάσσετο σε δοχεία μέχρι 500 λίτρα περίπου στους 10°C στο έδαφος και αναμειγνύονταν με μέλι. Αλλά η ζυθοποιία εξελίχθηκε σε τέχνη, όταν την ανέλαβαν οι μοναχοί τον 6ο αιώνα. Το σύνθημα *Liquida non ftanguntieunum* («υγρό δεν χαλάει τη νηστεία») οφείλεται στις ιδιαίτερες ισχυρές και αλκοολούχες δυνατές μπίρες.

Η λέξη «μπύρα» λέγεται ότι προέρχεται από την παλαιά σαξονική μπίρα, δηλαδή κριθάρι. Οι πετυχημένοι ζυθοποιοί του παρελθόντος, βέβαια, δεν μπορούσαν να γνωρίζουν ότι η ζύμωση προκαλείται από ζωντανούς οργανισμούς, τις ζύμες.

Ήταν ο **Antonie van Leeuwenhoek** (1632-1723) που είχε δει τα πρώτα βακτήρια (Πλαίσιο 1.1) και με το πρώτο μονοφθάλμιο μικροσκόπιο του (με ένα φακό) εντόπισε σε δείγμα μπίρας κίτρινα σφαιρίδια ζύμης (Εικόνα 1.3). Στην εποχή του Leeuwenhoek, η μαγιά είχε χρησιμοποιηθεί σε συμπυκνωμένη και καθαρή μορφή τόσο για ψήσιμο ψωμιού όσο και για ζυθοποίηση και ζύμωση κρασιού.



**ΕΙΚΟΝΑ 1.3** Μαγιά, όπως σχεδιάστηκε από τον Leeuwenhoek (άνω) και φαίνεται στην κάτω εικόνα από σύγχρονο μικροσκόπιο ηλεκτρονικής σάρωσης. Τα θυγατρικά κύτταρα φαίνονται σαφώς.

## ■ 1.2. Οι ζύμες είναι οι εργαζόμενοι της ζύμωσης με οινόπνευμα

Οι ζύμες ανήκουν στους μύκητες (*fungi*), ιδιαίτερα στην ομάδα των ασκομυκήτων (*Ascomycetes*), της πλουσιότερης σε είδη ομάδα μυκήτων.

Οι ζύμες σε αντίθεση με τα προκαρυωτικά βακτήρια, είναι **ευκαρυωτικές** (Ελληνικά *karyon*, πυρήνας) και ως εκ τούτου έχουν μια πολύπλοκη κυτταρική δομή (διαμερίσματα όπως μιτοχόνδρια) και ένα **πραγματικό πυρήνα**. Ονομάζονται επίσης εκβλαστικές ζύμες, επειδή συνήθως αναπαράγονται ασεξουαλικά (χχχ) μέσω εκβλαστήσης. Ωστόσο, μπορούν επίσης να πολλαπλασιάζονται σεξουαλικά με συνένωση δύο απλοειδών βλαστικών κυττάρων. Αυτά περιέχουν ένα απλό πλήρες σύνολο χρωσωμάτων. Οι ζύμες ταξινομούνται σε διαφορετικούς τύπους μυκήτων ανάλογα με τον τρόπο διάδοσής τους.

Οι ζύμες αποτελούνται από ένα μόνο κύτταρο. Αυτό το μητρικό κύτταρο σχηματίζει αρκετές προεξοχές στα εκκολαπτόμενους θυγατρικά κύτταρα που αποσπώνται και είναι ανεξάρτητα και βιώσιμοι. Τα κύτταρα αυτά με τη σειρά τους μπορούν να σχηματίσουν νέα κύτταρα (Εικόνα 1.3). Αναπτύσσονται ετερότροφα (δηλαδή σε θρεπτικά συστατικά, χωρίς φωτοσύνθεση) κατά προτίμηση σε όξινες τιμές pH. Το κυτταρικό του τοίχωμα, όπως και η σκελετική ουσία των εντόμων, αποτελείται από χιτίνη και επίσης από ημικυτταρίνη. Η μπίρα παράγεται με αλκοολική ζύμωση από τους υδατάνθρακες των σπόρων σιτηρών που σε μεγάλο βαθμό υπάρχουν ως πολυσακχαρίτες (Εικόνα 1.14) και δεν είναι διαθέσιμα για τα γλυκολυτικά ένζυμα των ζυμών, μέχρι να αποικοδομηθούν από αμυλάσες σε δι- και μονοσακχαρίτες.

## ■ 1.3. Ακόμα και σήμερα, η ζύμη, το νερό, η βύνη και ο λυκίσκος χρησιμοποιούνται για την παρασκευή μπίρας

Σήμερα, η παρασκευή της μπίρας ξεκινάει, όπως το έκαναν οι Σουμέριοι, με τη βλάστηση του κριθαριού, **βυνοποίηση**, και τη μετατροπή του σε **βύνη που περιέχει γλυκολυτικά ένζυμα** (Πλαίσιο 1.4).

Στη συνέχεια η βύνη αλέθεται και αναμειγνύεται με ζεστό νερό. Αυτός ο πολτός ονομάζεται τοποθετείται σε δοχεία. Στα δοχεία αυτά με τη δράση των ενζύμων αποικοδόμησης (αμυλάσες) του αποθηκευμένου **αμύλου** στους κόκκους των σιτηρών πα-

### Πλαίσιο 1.1 Ιστορία της βιοτεχνολογίας Leeuwenhoek



Ο Antonie van Leeuwenhoek εργάζεται με το μικροσκόπιο του, με ένα μόνο φακό, ικανό να μεγεθύνει 200 φορές.

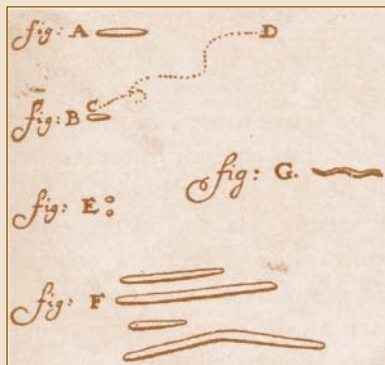
«Είχαμε μια πολύ ισχυρή και γρήγορη κίνηση μπροστά μας. Έτρεχαν ακανόνιστα μέσα από το νερό. Αυτά τα πλάσματα ήταν πολύ λίγα. Ένα δεύτερο είδος, που μοιάζει με το είδος στην Εικόνα Β, περιστρέφεται συχνά γύρω από τον εαυτό του και τελικά άρχισε να κινείται όπως φαίνεται στις εικόνες Γ και Δ. Αυτά ήταν τα πιο συνηθισμένα πλάσματα. Ένα τρίτο είδος δεν φαινόταν να έχει καθορισμένο σχήμα - φαινόταν ότι ήταν ωσειδές, αλλά στη συνέχεια, έμοιαζε με σφαίρες. Ήταν πολύ μικρά - όχι μεγαλύτερο από αυτό που βλέπετε στην Εικόνα Ε - ενώ κινείτο σαν ένα σμήνος μυγών ή κουνουπιών.

Ήταν τόσα πολλά, που πιστεύω ότι είδα μερικές χιλιάδες σε ποσότητα νερού ή σάλιου (όπως προανέφερα), παρόλο που είχα πάρει από το δείγμα μεταξύ των τομών και γομφίων δοντιών μου που δεν ήταν μεγαλύτερο από ένα κόκκο άμμου. Αποτελούνταν κυρίως από γλωϊώδεις μάζες διαφορετικού μήκους, αλλά με το ίδιο πάχος. Μερικοί ήταν καμπυλωμένοι, άλλοι ευθείς, όπως στην Εικόνα F και σε καμία συγκεκριμένη σειρά.» (πηγή. ... Paul de Kruif, *Microbienjäger*, 1940)

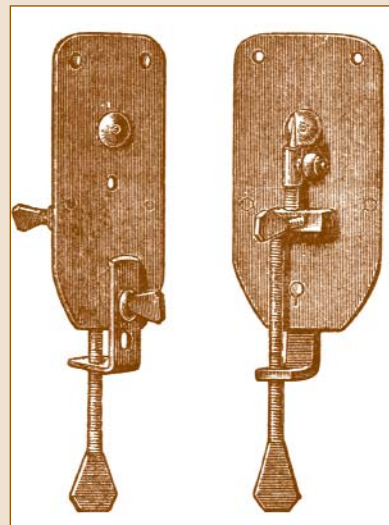
Αυτή η μικροσκοπική παρατήρηση της πλάκας των δοντιών του, άνοιξε μια νέα επιστήμη στην ανθρωπότητα, έναν νέο κόσμο, ο αυτοδίδακτος έμπορος **Antonie van Leeuwenhoek** (1632-1723), στην ολλανδική πόλη του Delft. Ήταν ο πρώτος άνθρωπος που είδε και σχεδίασε **βακτήρια**. Όλα ξεκίνησαν όταν παρακολουθούσε έναν κατασκευαστή γυαλιών που λείαινε φακούς σε μια υπαίθρια αγορά και έμαθε πώς να το κάνει και ο ίδιος. Του έγινε εμμονή, και άρχισε να κάνει όλο και ισχυρότερους γυάλινους φακούς. Κατασκεύασε μικροσκόπια με μεγέθυνση έως και 200-φορές. Θα μπορούσε να περάσει ώρες κοιτάζοντας με ένα φακό μια τρίχα από ένα πρόβατο που έμοιαζε με ένα ισχυρό σχοινί κάτω από το μικροσκόπιο του.

Μια μέρα, ο Leeuwenhoek είχε την ιδέα να εξετάσει μια σταγόνα νερού από ένα βαρέλι με βρόχινο νερό. Δεν φοβήθηκε λιγότερο, όταν είδε κάτω από το μικροσκόπιο ένα πλήθος μικρών πλασμάτων. Κολυμπούσαν και, ευτυχώς, φαινόταν ότι έπαιζαν μεταξύ τους. Τα πλάσματα ήταν, σύμφωνα με την εκτίμηση του Leeuwenhoek, χίλιες φορές μικρότερα από το μάτι μιας ψείρας.

Με την προτροπή ενός φίλου, ο Leeuwenhoek το 1673, για πρώτη φορά έγραψε μια ενθουσιώδη επιστολή στα ολλανδικά στην τότε κορυφαία



Τα πρώτα σχέδια των βακτηρίων του Leeuwenhoek. Ο βρετανός επιστημονικός συγγραφέας Brian F. Ford προσπάθησε ένα από τα μικροσκόπια του Leeuwenhoek και ανακάλυψε ότι ήταν σε θέση να δει πράγματι σπειροειδή βακτήρια (Εικόνα G).



Το μικροσκόπιο του Leeuwenhoek. Έφτιαξε περίπου 500 μικροσκόπια με ένα φακό.

ένωση επιστημόνων στον κόσμο, την London Royal Society (Βασιλική Εταιρεία). Οι περισπούδαστοι κύριοι διάβασαν με έκπληξη την περιγραφή των «αθλιών μικρών θηρίων», όπως ο Leeuwenhoek ονόμασε τα παράξενα ζώα.

Ο άγγλος ερευνητής **Robert Hooke** (1635-1703) ήταν τότε υπεύθυνος, ως μέλος της Βασιλικής Εταιρείας, για να επιδείξει νέα πειράματα σε κάθε συνεδρίαση. Ο ίδιος είχε εξετάσει ένα φελλό με το μικροσκόπιο του, που αποτελούνταν από πολλούς φακούς. Ανακάλυψε ένα μοτίβο τακτοποιημένων μικρών οπών και τα ονόμαζε «κύτταρα». Σύμφωνα με τον Leeuwenhoek, ο Hooke αντέγραψε τα μικροσκόπια του Ολλανδού και επιβεβαίωσε τις παρατηρήσεις του. Δεν υποψιάστηκε ότι τα μικρά «ζώα» αποτελούνται επίσης από κύτταρα, αλλά συνήθως μόνο από ένα.

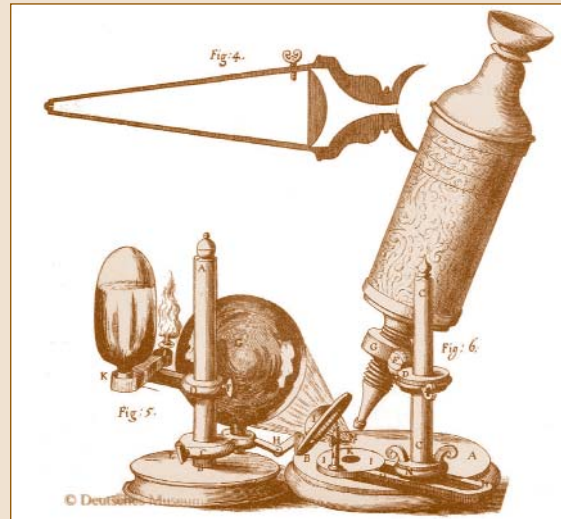
Οι επιστήμονες της Βασιλικής Εταιρείας τώρα πείστηκαν με τα ίδια τους τα μάτια για την ύπαρξη των μικροσκοπικών όντων. Τα «άθλια θηρία» τους ενθουσίασαν. Ο Leeuwenhoek, ο οποίος δεν παρακολούθησε ποτέ πανεπιστήμιο, εκλέχθηκε ομόφωνα μέλος της Βασιλικής Εταιρείας το 1680. Μέσα από την επιδεξιότητά του, την περιέργεια και την επιμονή

του, είχε επιτύχει περισσότερα από τους ακαδημαϊκούς συγχρόνους του, οι οποίοι, στην ερώτηση πόσα δόντια είχε ένα γαϊδούρι, μάλλον θα προτιμούσαν να έψαχναν στα γραπτά του Αριστοτέλη, .. παρά να έβλεπαν το στόμα του γαϊδάρου.

Οι βασιλιάδες, οι πρίγκιπες και οι επιστήμονες όλων των χωρών ενδιαφέρθηκαν για τις ανακαλύψεις του Leeuwenhoek και τον επισκέφθηκαν. Όπως η βασίλισσα **Anne της Μεγάλης Βρετανίας και της Ιρλανδίας** και ο **Frederick I της Πρωσίας** και ο ρώσος τσάρος **Πέτρος ο Μέγας**, ο οποίος ήταν με ψεύτικο όνομα στην Ολλανδία για να μελετήσει τη ναυπηγική βιομηχανία.

Το μικροσκόπιο πολλών φακών του Robert Hooke, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για να εξετάσει λεπτές φέτες φελλών και να περιγράψει τα «κύτταρα».

Τα «άγρια θηρία» θαυμάστηκαν για πολύ καιρό με περιέργεια και στο τέλος ξεχάστηκαν.



ράγεται **γλεύκος** μέσα σε λίγες ημέρες, που περιέχει μαλτόζη, γλυκόζη και άλλα σάκχαρα. Τα ένζυμα που αποικοδομούν το κυτταρικό τοίχωμα (**β-κυτταρινάσες**) σπάνε τα εξωτερικά τοιχώματα των σπόρων του κριθαριού, έτσι ώστε η **α-αμυλάση** να μπορεί να αποικοδομήσει το άμυλο. Ακολούθως, ο πολτός διηθείται, απομακρύνονται τα στερεά συστατικά του και το υγρό γλυκό κλάσμα μεταφέρεται στα καζάνια ζύμωσης. Εκεί θερμαίνεται και προστίθεται **λυκίσκος** που δίνει στη μπίρα την πικάντικη πικρή γεύση.



ΕΙΚΟΝΑ 1.4 Παραγωγή μπίρας τον μεσαίωνα.

Το προκύπτον **γλεύκος** μεταφέρει ο ζυθοποιός σε μια δεξαμενή ζύμωσης και προσθέτει **προπαρασκευασμένη ζύμη**.

Στη συνέχεια αρχίζει η **αλκοολική ζύμωση**. Μετά τη ζύμωση, η μπίρα αποθηκεύεται σε δεξαμενές για κάποιο χρονικό διάστημα για να ωριμάσει. Τέλος, η μπίρα θερμαίνεται για λίγο για να σκοτώσει επιβλαβή μικρόβια και στη συνέχεια συσκευάζεται σε δοχεία, βαρέλια ή φιάλες.

Οι βασικές διαδικασίες της σύγχρονης ζύμωσης μπίρας είναι οι ίδιες με αυτές που υπήρχαν πριν από αρκετές χιλιάδες χρόνια. Αλλά τότε, οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν μόνο ασυνείδητα τους μικροοργανισμούς για το σκοπό αυτό.

Σχεδόν όλοι οι λαοί της γης έκαναν παρόμοιες



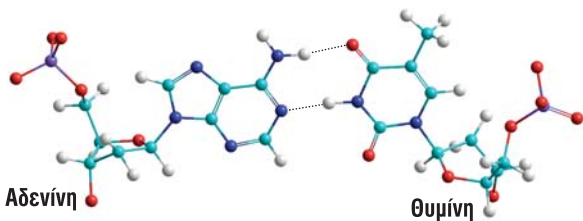
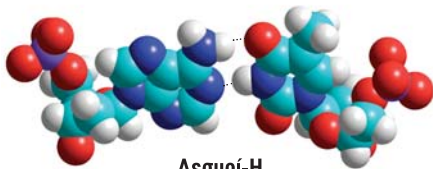
ΕΙΚΟΝΑ 1.5 Παραγωγή μπίρας στην αρχαία Αίγυπτο.

## Πλαίσιο 1.2

## Σημαντικά Βιομόρια και Δομές

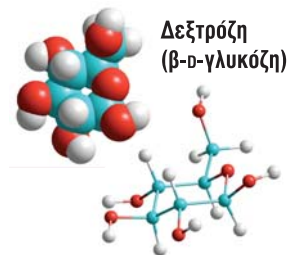


## Μοντέλα τύπου «μπάλα-και-ραβδί»



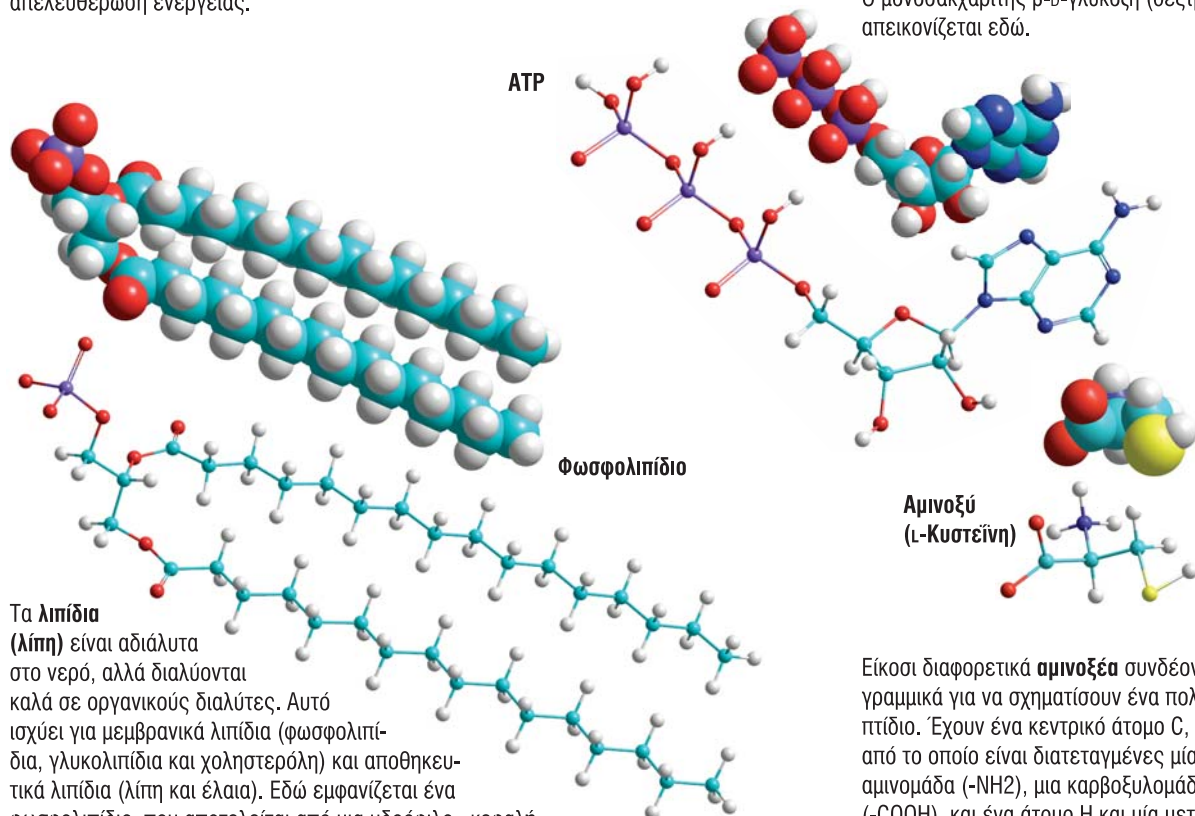
Τα **νουκλεοτίδια** είναι τα δομικά στοιχεία των νουκλεϊνικών οξέων (DNA και RNA), οι φέρεις πληροφοριών εντός των κυττάρων. Αποτελούνται από έναν μονοσακχαρίτη (δεοξυριβόζη ή ριβόζη), μια βάση (αδενίνη (A), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C) και θυμίνη (T), στο RNA η ουρακίλη (U) αντικαθιστά τη θυμίνη και φωσφορικό κατάλοιπο. Τα A και T (που παρουσιάζονται εδώ) σχηματίζουν δύο γέφυρες υδρογόνου (δεσμούς-H) ενώ οι G και C σχηματίζονται τρεις.

Το **υδρογόνο (H)**, το **οξυγόνο (O)**, ο **άνθρακας (C)** και το **άζωτο (N)** αποτελούν το 96% της ανθρώπινης μάζας του σώματος. Παράλληλα με το ήλιον και το νέον, είναι τα στοιχεία του σύμπαντος που απαντώνται πιο συχνά. Το **θείο (S)**, που είναι σημαντικό για τη δομή των πρωτεϊνών, και ο **φωσφόρος (P)**, που είναι σημαντικό για την μετατροπή της ενέργειας και τον έλεγχο των βιολογικών σημάτων, εμφανίζονται σε πολύ μικρότερες ποσότητες.



Οι **υδατάνθρακες (σάκχαρα)** παρέχουν ενέργεια (γλυκόζη, άμυλο και γλυκογόνο και δομικές ενώσεις (κυτταρίνη, χιτίνη). Οι βασικές υπομονάδες των σακχάρων είναι μικρές κετόνες (με ομάδα C=O) και αλδεΐδες (με ομάδα HC=O) με δύο ή περισσότερες ομάδες υδροξυλίου (-OH). Ο μονοσακχαρίτης β-D-γλυκόζη (δεξτρόζη) απεικονίζεται εδώ.

Ο **συμπάργοντας ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη)** είναι το καθολικό μόριο αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο αποτελείται από κατάλοιπο αδενίνης, ριβόζη και τρεις φωσφορικές ομάδες. Η υδρόλυση του ATP οδηγεί στο σχηματισμό ADP και φωσφορικών και την απελευθέρωση ενέργειας.

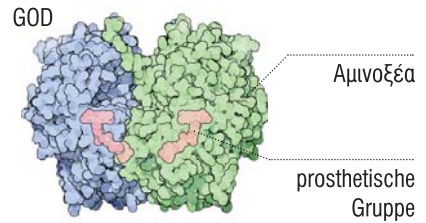
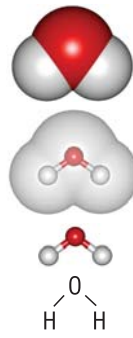


Τα **λιπίδια (λίπη)** είναι αδιάλυτα στο νερό, αλλά διαλύονται καλά σε οργανικούς διαλύτες. Αυτό ισχύει για μεμβρανικά λιπίδια (φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια και χοληστερόλη) και αποθηκευτικά λιπίδια (λίπη και έλαια). Εδώ εμφανίζεται ένα φωσφολιπίδιο, που αποτελείται από μια υδρόφιλο «κεφαλή» (γλυκερόλη και φωσφορικά) και υδρόφοβες «ουρές» (τα λιπαρά οξέα).

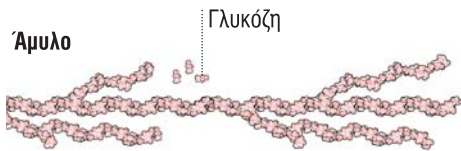
Είκοσι διαφορετικά **αμινοξέα** συνδέονται γραμμικά για να σχηματίσουν ένα πολυπεπτιδίο. Έχουν ένα κεντρικό άτομο C, γύρω από το οποίο είναι διατεταγμένες μία αμινομάδα (-NH<sub>2</sub>), μια καρβοξυλομάδα (-COOH), και ένα άτομο H και μία μεταβλητή πλευρική αλυσίδα (-R).

**Πώς απεικονίζουμε ένα μόριο?**

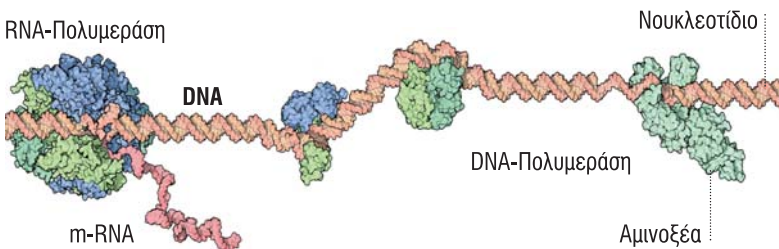
Τα μοντέλα που είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα είναι τα μοντέλα calotte (χωροπληρωτικά και μμητικά μοντέλα) που αναπαριστούν τις διαστάσεις και τη χωροταξική διάταξη των ατόμων, τις ακτίνες van der Waals οριοθετώντας το «χώρο» που καταλαμβάνουν τα μόρια. Τα **μοντέλα τύπου «μπάλα-και-ραβδί»**, αντιθέτως, αντιπροσωπεύουν άτομα όπως μπάλες ίσου μεγέθους που είναι συνδεδεμένες με ραβδιά. Οι **δομικοί τύποι** δίνουν μια μινιμαλιστική προσέγγιση, που αντιπροσωπεύει τους δεσμούς ως μία ή περισσότερες γραμμές μεταξύ των συμβόλων των στοιχείων. Το R (κατάλοιπο) συχνά αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο μέρος ενός μορίου που δεν συμπεριλήφθηκε για λόγους απλότητας.



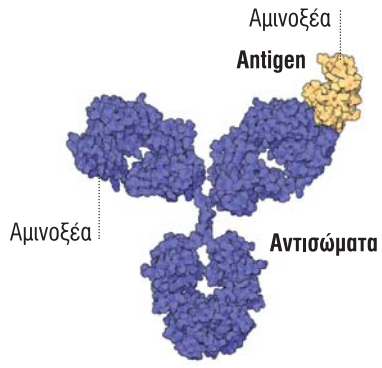
Τα **ένζυμα** είναι κυρίως πρωτεΐνες με βιοκαταλυτική δράση. Εδώ, παρουσιάζεται η **οξειδάση της γλυκόζης (GOD)**, η οποία είναι ένα διμερές μόριο που αποτελείται από 2 x 256 αμινοξικά κατάλοιπα. Το FAD (δινουκλεοτίδιο βλαφίνης αδενίνης) δρα ως προσθετική ομάδα στο ενεργό κέντρο (περισσότερες λεπτομέρειες στο Κεφάλαιο 2)



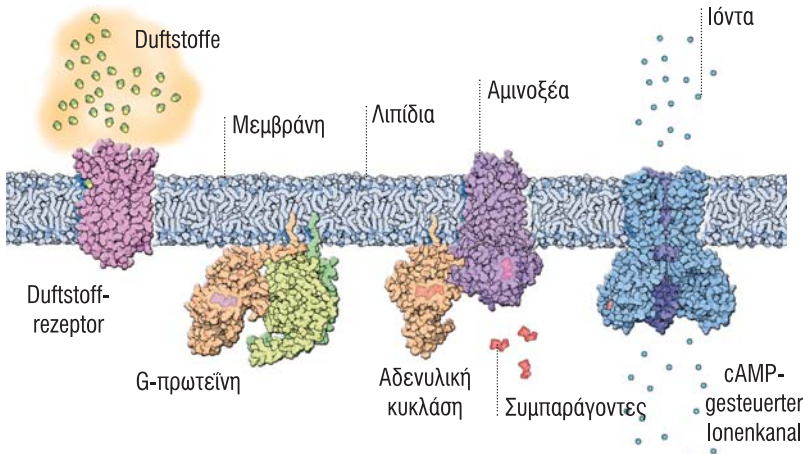
Το **άμυλο** είναι ένας πολυσακχαρίτης που αποτελείται από χιλιάδες μόρια D-γλυκόζης.



Το **DNA**, η διπλή έλικα. Η εικόνα δείχνει πώς η RNA-πολυμεράση ξετυλίγει το DNA για τη σύνθεση του mRNA καθώς και μερικές πρωτεΐνες, μεταγραφικοί παράγοντες και DNA πολυμεράση (περισσότερες λεπτομέρειες στο Κεφάλαιο. 3).



Τα **αντισώματα** είναι πρωτεΐνες με σημαντικό ρόλο στο ανοσοποιητικό σύστημα. Εδώ παρουσιάζεται η ανοσοσφαιρίνη G σχήματος Y, η οποία αποτελείται από δύο ελαφριές (220 αμινοξέα η καθεμία) και δύο βαριές αλυσίδες (440 αμινοξέα η καθεμία) που μοιάζουν με δύο «βραχίονες» συν τα «δάκτυλα» και ένα «πόδι». Οι βραχίονες και οι άκρες των δακτύλων είναι οι θέσεις πρόσδεσης αντιγόνου (επίτοποι) (περισσότερες λεπτομέρειες στο Κεφάλαιο 1).



**Υποδοχείς**  
Οι **μεμβρανικοί υποδοχείς** μεταφέρουν σήματα από τον εξωκυτταρικό στον ενδοκυτταρικό χώρο. Στο σχήμα παρουσιάζεται η διαδοχή των υποδοχέων που εντοπίζουν την οσμή. Σε συνδυασμό με πρωτεΐνες G και αδενυλική κυκλάση, είναι υπεύθυνες για το άνοιγμα και το κλείσιμο των διαύλων ιόντων. Επιπλέον, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ενδοκυτταρικών υποδοχέων.

