



Κεφάλαιο **7**



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΕΣΤΕΡΕΣ

7.1 Εστέρες

Οι εστέρες είναι προϊόντα αντίδρασης οξέων και αλκοολών:
 $\text{αλκοόλη} + \text{οξύ} \rightarrow \text{εστέρας} + \text{νερό}$

Αν το οξύ είναι ανόργανο, σχηματίζονται οι εστέρες ανόργανων οξέων. Αν το οξύ είναι οργανικό, σχηματίζονται οι εστέρες οργανικών οξέων. Στη συνέχεια θα μας απασχολήσουν οι εστέρες οργανικών οξέων, δηλαδή οι εστέρες των καρβοξυλικών οξέων.

7.1.1 Προέλευση



Εικόνα 7.1

Η ευχάριστη μυρωδιά πολλών φρούτων οφείλεται στην παρουσία εστέρων

Οι εστέρες προέρχονται θεωρητικά, από τα καρβοξυλικά οξέα (RCOOH), όταν το υδρογόνο του καρβοξυλίου αντικατασταθεί από ένα αλκύλιο (R'). Έχουν γενικό Μ.Τ. RCOOR' .

Πολλοί εστέρες έχουν χαρακτηριστική ευχάριστη οσμή. Είναι αυτοί που δίνουν την ιδιαίτερη οσμή και γεύση σε φρούτα, σε λουλούδια και σε φυσικά αρώματα.

Πίνακας 7.1

Εστέρες που περιέχονται σε φρούτα

Φρούτο	Ονομασία εστέρα
μπανάνα	αιθανικός 3-μεθυλο-βουτυλεστέρας
ανανάς	βουτανικός αιθυλεστέρας
μήλο	πεντανικός 3-μεθυλο-βουτυλεστέρας
πορτοκάλι	αιθανικός οκτυλεστέρας
σταφύλι	δεκανοϊκός αιθυλεστέρας
βερίκοκο	βουτυρικός πεντυλεστέρας



Εικόνα 7.2

Τα τοιχώματα στις κηρήθρες των μελισσών αποτελούνται από μείγμα ουσιών. Βασικό συστατικό τους είναι ο εστέρας με Μ.Τ. $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_{30}\text{H}_{61}$.

Εστέρες είναι τα λίπη και τα έλαια που βρίσκονται στα φυτά και στα ζώα (βλέπε ενότητα 7.2).

Εστέρες στους οποίους τα R και R' έχουν μεγάλο αριθμό ατόμων άνθρακα είναι και οι ουσίες που χαρακτηρίζονται ως «κηροί». Παράδειγμα είναι ο κηρός των μελισσών.

7.1.2 Ονοματολογία

Για να ονομάσουμε έναν εστέρα:

1. Ονομάζουμε το καρβοξυλικό οξύ από το οποίο προέρχεται.
2. Αντικαθιστούμε το «-ικό οξύ» με το «-ικός εστέρας».
3. Ονομάζουμε το αλκύλιο R'. Είναι το αλκύλιο το οποίο βρίσκεται στη θέση του H του καρβοξυλίου (-COOH).
4. Γράφουμε το όνομα του R' μπροστά από τη λέξη «εστέρας», ως πρώτο συνθετικό της νέας σύνθετης λέξης.

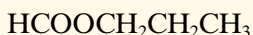
Παράδειγμα 1



1. αρχικό οξύ: αιθανικό οξύ
2. αιθανικός εστέρας
3. R': αιθυλο-
4. αιθανικός αιθυλεστέρας



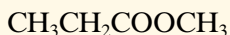
Παράδειγμα 2



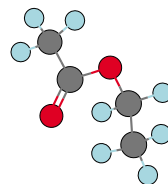
1. αρχικό οξύ: μεθανικό οξύ
2. μεθανικός εστέρας
3. R': προπυλο-
4. μεθανικός προπυλεστέρας



Παράδειγμα 3



1. αρχικό οξύ: προπανικό οξύ
2. προπανικός εστέρας
3. R': μεθυλο-
4. προπανικός μεθυλεστέρας

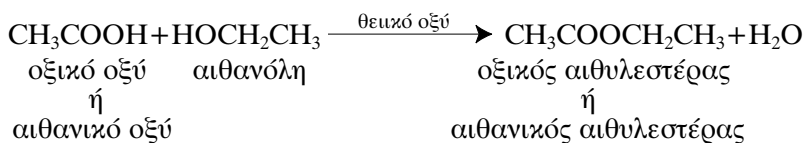


Εικόνα 7.3
Το μόριο του
αιθανικού αι-
θυλεστέρα

7.1.3 Εστεροποίηση

Η αντίδραση οξέος και αλκοόλης ονομάζεται εστεροποίηση. Τα προϊόντα της αντίδρασης είναι εστέρας και νερό.

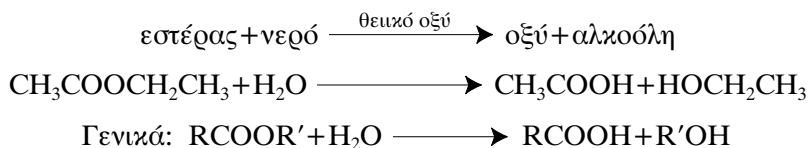
Για παράδειγμα, η αντίδραση με την οποία παρασκευάζεται ο οξικός αιθυλεστέρας είναι:



Η πειραματική μελέτη της εστεροποίησης οδηγεί στα παρακάτω συμπεράσματα:

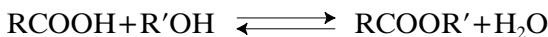
1. Η εστεροποίηση είναι αντίδραση αργή. Απαιτούνται αρκετές ώρες για να μετατραπεί ένα σημαντικό ποσοστό των αντιδρώντων σε προϊόντα.
2. Το θειικό οξύ δρα ως καταλύτης που αυξάνει την ταχύτητα της εστεροποίησης.
3. Η εστεροποίηση είναι αντίδραση που κάποτε «σταματά». Δηλαδή δεν παράγονται νέες ποσότητες προϊόντων, χωρίς όμως να έχει αντιδράσει όλη η ποσότητα των αντιδρώντων.
4. Η αντίστροφη αντίδραση της εστεροποίησης ονομάζεται **υδρολύση**:

Υδρολύση:
ύδωρ + λύω,
διάσπαση δε-
σμών με τη
βοήθεια του
νερού.



Για να πραγματοποιηθεί η υδρολύση, χρειάζεται θέρμανση. Η προσθήκη μικρής ποσότητας οξέος τη διευκολύνει.

Η εστεροποίηση και η υδρολύση γίνονται ταυτόχρονα. Η ταυτόχρονη αντίδραση συμβολίζεται με διπλό βέλος ανάμεσα στα αντιδρώντα και τα προϊόντα και χαρακτηρίζεται ως αμφίδρομη:



Εικόνα 7.4

Ο άνθρωπος φαίνεται να μένει στο ίδιο σημείο. Ανεβαίνει με την ίδια ταχύτητα με την οποία κατεβαίνει η κυλιόμενη σκάλα.

Αυτό σημαίνει ότι, παρ' όλο που φαινομενικά η αντίδραση «σταμάτησε», στην πραγματικότητα γίνονται και οι δύο αντιδράσεις με την ίδια ταχύτητα. Δηλαδή, μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, όσα αντιδρώντα μετατρέπονται σε προϊόντα τόσα προϊόντα μετατρέπονται σε αντιδρώντα. Σ' αυτή την περίπτωση λέμε ότι η αντίδραση βρίσκεται σε χημική ισορροπία.

Εάν η υδρολύση πραγματοποιηθεί παρουσία βάσης, τότε σχηματίζεται το άλας του καρβοξυλικού οξέος:



Η αλκαλική υδρολύση ονομάζεται **σαπωνοποίηση** (βλέπε ενότητα 7.3) και είναι μονόδρομη, δηλαδή γίνεται προς μία μόνο κατεύθυνση.

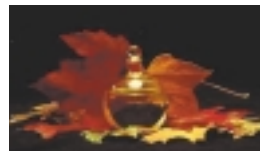
7.1.4 Χρήσεις

Οι εστέρες των καρβοξυλικών οξέων είναι συνήθως άχρωμα υγρά, με ευχάριστη οσμή, αδιάλυτα στο νερό και διαλυτά σε οργανικούς διαλύτες.

Πολλοί εστέρες έχουν οσμή φρούτων, γι' αυτό χρησιμοποιούνται, σε κατάλληλα μείγματα και με κατάλληλη αραίωση, ως τεχνητά αιθέρια έλαια (essences) και ως συστατικά των αρωμάτων.

Χρησιμοποιούνται επίσης ως διαλύτες σε βερνίκια και κόλλες, καθώς και ως πλαστικοποιητές.

Τέλος, οι εστέρες είναι ενώσεις χρήσιμες σε οργανικές συνθέσεις.



Εικόνα 7.5

Οι εστέρες χρησιμοποιούνται ως συστατικά των αρωμάτων.

7.2 Λίπη και έλαια - Λιπαρά οξέα

7.2.1 Προέλευση

Τα λίπη και τα έλαια μαζί με τους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες αποτελούν τις τρεις βασικές θρεπτικές ουσίες του ανθρώπου και των ζώων. Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση και συναντώνται στα ζώα και στα φυτά.

Στα ζώα βρίσκονται σε όλα τα όργανα, στους ιστούς και στα υγρά του σώματος (αίμα, γάλα κτλ.), ενώ συγκεντρώνονται και ως εφεδρικές θρεπτικές ουσίες (αποθέματα) σε διάφορα μέρη του σώματος.

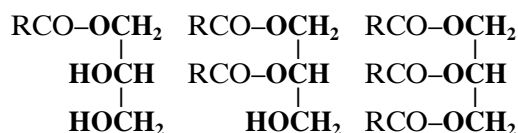
Στα φυτά βρίσκονται σε όλα τα μέρη τους, ενώ οι μεγαλύτερες ποσότητες είναι συγκεντρωμένες στα σπέρματα και στους πυρήνες των καρπών.

Ο όρος «έλαια» χρησιμοποιείται γενικά για να περιγράψει και άλλα σώματα, όπως τα ορυκτέλαια και τα αιθέρια έλαια, τα οποία δεν έχουν καμιά σχέση με τα αναφερόμενα έλαια.

Τα ορυκτέλαια λαμβάνονται από το πετρέλαιο και είναι υδρογονάνθρακες, ενώ τα αιθέρια έλαια είναι εστέρες των ανώτερων λιπαρών οξέων με κατώτερες μονοσθενείς αλκοόλες.

7.2.2 Σύσταση

Από χημική άποψη τα λίπη και τα έλαια είναι εστέρες της γλυκερίνης με διάφορα λιπαρά οξέα και γι' αυτό λέγονται γλυκερίδια:



μονογλυκερίδιο διγλυκερίδιο τριγλυκερίδιο

Τα γλυκερίδια διακρίνονται σε μονο-, δι- ή τρι-γλυκερίδια, ανάλογα με τον αριθμό των εστεροποιημένων υδροξυλίων της γλυκερίνης. Τα δι- και τα τρι-γλυκερίδια μπορεί να είναι απλά ή μεικτά, ανάλογα με το αν τα υδροξύλια της γλυκερίνης είναι εστεροποιημένα με το ίδιο ή με διαφορετικά καρβοξυλικά οξέα αντίστοιχα.

Τα ονόματα των γλυκεριδίων προκύπτουν από τα ονόματα των αντίστοιχων οξέων και την κατάληξη -ίνη. Στα γλυκερίδια που περιέχουν μία, δύο ή τρεις ρίζες του ίδιου οξέος προτάσσονται, αντίστοιχα, τα αριθμητικά μονο-, δι- ή τρι-.

Απλά γλυκερίδια		Μεικτό γλυκερίδιο
$C_{15}H_{31}CO-OCH_2$	$C_{15}H_{31}CO-OCH_2$	$C_{15}H_{31}CO-OCH_2$
$C_{15}H_{31}CO-OCH$	$C_{15}H_{31}CO-OCH$	$C_{17}H_{35}CO-OCH$
$HOCH_2$	$C_{15}H_{31}CO-OCH_2$	$C_{17}H_{35}CO-OCH_2$
α,β-διπαλμιτίνη	τριπαλμιτίνη ή παλμιτίνη	παλμιτο-διστεατίνη

Τα φυσικά λίπη και έλαια (γλυκερίδια) είναι μείγματα μεικτών γλυκεριδίων (πίνακας 7.2), δηλαδή τριεστέρων της γλυκερίνης με διαφορετικά λιπαρά οξέα (π.χ. παλμιτικό, στεατικό ή ελαϊκό οξύ).



Εικόνα 7.6

Το ηλιέλαιο είναι πλούσιο σε ακόρεστα λιπαρά οξέα.

Τα οξέα που απαντούν στο σχηματισμό των γλυκεριδίων είναι τα άκυκλα μονοκαρβοξυλικά οξέα, τα οποία ονομάζονται και λιπαρά οξέα. Τα οξέα αυτά, που έχουν ευθύγραμμη αλυσίδα, μπορεί να είναι κορεσμένα ή ακόρεστα και έχουν άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα (4-20).

Από τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα συνηθέστερα είναι το παλμιτικό και το στεατικό οξύ και από τα ακόρεστα το ελαϊκό οξύ (πίνακας 7.3).

Πίνακας 7.2

Σύσταση μερικών λιπών και ελαίων

	Κορεσμένα οξέα		Ακόρεστα οξέα	
	παλμιτικό (%)	στεατικό (%)	ελαϊκό (%)	λιγνελαικό (%)
βούτυρο	23-26	10-13	30-40	4-5
χοιρινό λίπος	28-30	12-18	41-48	6-7
ελαιόλαδο	5-15	1-4	69-84	4-12
καλαμποκέλαιο	10	3	50	34**
ηλιέλαιο	6	2	25	66**
λάδι σαρδέλας	15	3	18*	

* Και επιπλέον 32% πολυακόρεστα με περισσότερα από 18 άτομα άνθρακα.

** Μαζί με λιγνολενικό οξύ.

Πίνακας 7.3

Μονοκαρβοξυλικά λιπαρά οξέα

Συντακτικός τύπος	Όνομα κατά IUPAC	Εμπειρικό όνομα	σ.τ. (°C)	σ.β. (°C)
Κορεσμένα οξέα				
C_3H_7COOH	βουτανικό οξύ	βουτυρικό οξύ	-7,9	163,5
$C_9H_{19}COOH$	δεκανικό οξύ	καπρινικό οξύ	31,3	270
$C_{11}H_{23}COOH$	δωδεκανικό οξύ	λαυρικό οξύ	44	298
$C_{15}H_{31}COOH$	δεκαεξανικό οξύ	παλμιτικό οξύ	62,9	221,5 (στα 21,3 mbar)
$C_{17}H_{35}COOH$	δεκαοκτανικό οξύ	στεατικό οξύ	69,6	240 (στα 21,3 mbar)
Ακόρεστα οξέα				
$C_{17}H_{33}COOH$	9-δεκαοκτενικό οξύ	ελαϊκό οξύ	13	223 (στα 13,3 mbar)
$C_{17}H_{31}COOH$	9,12-δεκαοκταδιενικό οξύ	λινελαϊκό οξύ	28-29	179-183 (στα 1,1 mbar)
$C_{17}H_{29}COOH$	9,12,15-δεκαοκτατριενικό οξύ	λινολενικό οξύ	-11	

7.2.3 Ταξινόμηση λιπών και ελαίων

Ανάλογα με την προέλευσή τους, δηλαδή αν προέρχονται από ζώα ή φυτά, τα λίπη και τα έλαια διακρίνονται σε ζωικά και σε φυτικά λίπη και έλαια.

Ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση, διακρίνονται σε στερεά (λίπη) και υγρά (έλαια) σε συνήθεις συνθήκες.

Η φυσική κατάσταση των γλυκεριδίων εξαρτάται από το είδος και την αναλογία των λιπαρών οξέων που τα σχηματίζουν. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των κορεσμένων ανώτερων λιπαρών οξέων (παλμιτικό και στεατικό οξύ), τόσο πιο σκληρά (υψηλότερο σημείο τήξης) είναι τα γλυκερίδια. Αντίθετα, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των ακόρεστων ανώτερων λιπαρών οξέων (ελαϊκό οξύ), τόσο πιο ρευστά είναι τα γλυκερίδια.

Με συνδυασμό των κριτηρίων αυτών προκύπτουν οι παρακάτω κατηγορίες λιπών και ελαίων:

Κοκκόλιπος:
λίπος από
ινδική
καρυδιά.

Πυρηνέλαιο:
λάδι από
τους πυρήνες
της ελιάς.

Λίπη και έλαια			
Ζωικά		Φυτικά	
Λίπη	Έλαια	Λίπη	Έλαια
βούτυρο βοδινό λίπος χοιρινό λίπος πρόβειο	ιχθυέλαιο μυρουνέλαιο	φοινικόλιπος κοκκόλιπος κακαόλιπος	ελαιόλαδο πυρηνέλαιο ηλιέλαιο καλαμποκέλαιο σογιέλαιο λινέλαιο σησαμέλαιο βαμβακέλαιο κτλ.

7.2.4 Βιομηχανικές κατεργασίες λιπών και ελαίων

Τα περισσότερα έλαια μετά την παραλαβή τους από τις φυσικές πρώτες ύλες (ζώα ή φυτά) υποβάλλονται σε κατεργασίες προκειμένου να γίνουν βρώσιμα. Το σύνολο των κατεργασιών αυτών ονομάζεται **ραφινάρισμα** ή **εξευγενισμός** των ελαίων. Οι κυριότερες κατεργασίες ραφινάρισματος είναι ο αποχρωματισμός, η απόσμιση, η εξουδετέρωση και η υδρογόνωση.

Αποχρωματισμός

Πραγματοποιείται με σκοπό την απομάκρυνση των χρωστικών ουσιών (καροτινοειδή, χλωροφύλλες) και διάφορων υπολειμμάτων που υπάρχουν στα λίπη και στα έλαια. Ο αποχρωματισμός γίνεται με στερεά προσροφητικά υλικά, όπως είναι η αποχρωστική γη και ο ενεργός άνθρακας.

Απόσμιση

Πραγματοποιείται με σκοπό την απομάκρυνση ουσιών με ανεπιθύμητη οσμή και γεύση, όπως αλδεΰδες και κετόνες. Η απόσμιση επιτυγχάνεται με απόσταξη με υπέρθερμο υδρατμό (180-220 °C). Ο υπέρθερμος υδρατμός, κατά τη διέλευσή του μέσα από το λίπος ή το έλαιο, παρασύρει και διαχωρίζει τις πτητικές δύσοσμες ουσίες από τα μη πτητικά γλυκερίδια.

Εξουδετέρωση

Πραγματοποιείται με σκοπό την απομάκρυνση των ελεύθερων οξέων που υπάρχουν στα ακατέργαστα λίπη και έλαια (1-20%). Τα

ραφινარიσμένα λίπη και έλαια πρέπει να περιέχουν ελεύθερα οξέα κάτω από 0,1%. Η εξουδετέρωση επιτυγχάνεται με αλκαλικά διαλύματα και ακολουθεί μια εκτεταμένη πλύση του λίπους ή του ελαίου.

Υδρογόνωση (σκλήρυνση ελαίων)

Η υδρογόνωση αναπτύχθηκε λόγω της αυξημένης ζήτησης σε στερεά λίπη και πραγματοποιείται με σκοπό τη μετατροπή των υγρών ελαίων σε στερεά λίπη.

Με την υδρογόνωση μετατρέπονται τα πλεονάζοντα έλαια (ιχθυέλαια, πυρηνέλαια, βαμβακέλαιο κτλ.), τα οποία είναι ακατάλληλα προς βρώση, σε στερεά λίπη κατάλληλα προς βρώση.

Η υδρογόνωση γίνεται με υδρογόνο παρουσία καταλύτη νικελίου στους 180 °C και σε πίεση 5 bar. Κατά τη διαδικασία αυτή υδρογονώνονται τα ακόρεστα οξέα των γλυκεριδίων και σχηματίζονται γλυκερίδια με υψηλότερο σημείο τήξης (**σκλήρυνση ελαίων**).

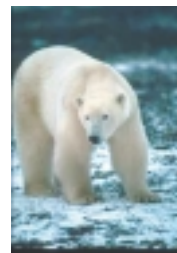
Τα υδρογονωμένα λίπη είναι άγευστα και άοσμα και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή μαργαρίνης ή, ως συστατικά ανάμειξης, για την παρασκευή άλλων τύπων λιπών.

7.2.5 Χρήσεις

Τα λίπη και τα έλαια χρησιμοποιούνται κυρίως ως τροφή και ως πηγή ενέργειας του ανθρώπινου οργανισμού.

Εκτός από τον παραπάνω ρόλο, το λίπος παρέχει προστασία από το κρύο, ενώ στα ζώα παρέχει προστασία και από μηχανικά χτυπήματα.

Στη χημική βιομηχανία χρησιμοποιούνται τα λίπη για την παρασκευή ειδών διατροφής (μαργαρίνης, βουτύρων, σοκολάτας, καραμελών κτλ.), σαπουνιών και καλλυντικών, χρωμάτων και βερνικιών, γλυκερίνης και κεριών, καθώς επίσης και ως φωτιστικά μέσα.



Εικόνα 7.7

Το στρώμα λίπους που διαθέτει προστατεύει την πολική αρκούδα από το κρύο.

7.2.6 Βιοχημικός ρόλος λιπών και ελαίων

Τα λίπη και τα έλαια είναι, μετά τους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες, η τρίτη μεγάλη ομάδα των θρεπτικών και αποθεματικών ουσιών του ανθρώπου. Αποτελούν τη σπουδαιότερη πηγή ενέργειας του ανθρώπινου οργανισμού και αποδίδουν κατά την καύση τους διπλάσια σχεδόν ποσότητα ενέργειας από ό,τι οι υδατάνθρακες (9,5 kcal/g τα λίπη και 4 kcal/g οι υδατάνθρακες).

Συναντώνται σχεδόν αποκλειστικά ως αποθέματα σε διάφορα σημεία του οργανισμού (όργανα, ιστούς κτλ.) και σχηματίζονται από το πλεόνασμα της τροφής (υδατάνθρακες).

Στον οργανισμό του ανθρώπου το λίπος της τροφής μεταβάλλεται πρώτα σε γαλάκτωμα, με τη βοήθεια της χολής και των εντερικών υγρών, και στη συνέχεια διασπάται, με την επίδραση συγκεκριμένων ενζύμων (των λιπασών), σε γλυκερίνη και οξέα. Κατόπιν τα συστατικά αυτά συνθέτονται ξανά σε ειδικά λίπη στα τοιχώματα του εντέρου και μεταφέρονται από τη λέμφο και το αίμα στο σώμα του ανθρώπου. Η διάσπαση και η ανασύνθεση των λιπών μπορεί να γίνει και στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος.

Το είδος και η ποσότητα των λιπαρών ουσιών που καταναλώνονται έχουν επίδραση και στην υγεία του ανθρώπου. Από σχετικές έρευνες που έγιναν αποδείχτηκε ότι η διατροφή μας είναι πιο υγιεινή, όταν καταναλώνουμε περισσότερες ακόρεστες λιπαρές ουσίες, όπως είναι το ελαιόλαδο. Αντίθετα, όταν καταναλώνουμε κορεσμένες λιπαρές ουσίες, όπως είναι το βούτυρο, κινδυνεύουμε περισσότερο από καρδιοπάθειες και καρκινογενέσεις.

7.3 Σαπούνια και απορρυπαντικά

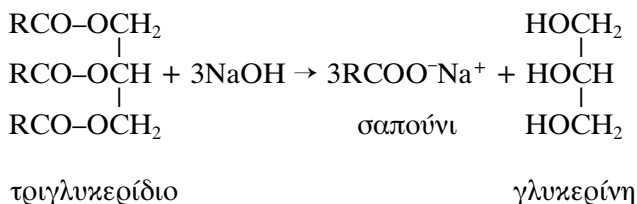
7.3.1 Παρασκευή σαπουνιού



Εικόνα 7.7
Τα σαπούνια είναι άλατα με νάτριο ή κάλιο των λιπαρών οξέων.

Τα λίπη και τα έλαια αποτελούνται από εστέρες της γλυκερίνης και των λιπαρών οξέων. Κατά τη θέρμανση των λιπών και των ελαίων με διαλύματα καυστικών αλκαλίων (καυστικού νατρίου, NaOH , ή καυστικού καλίου, KOH) σχηματίζονται γλυκερίνη και άλατα των λιπαρών οξέων.

Τα άλατα αυτά ονομάζονται **σαπούνια** (σάπωνες) και η αντίδραση λέγεται **σαπωνοποίηση**:

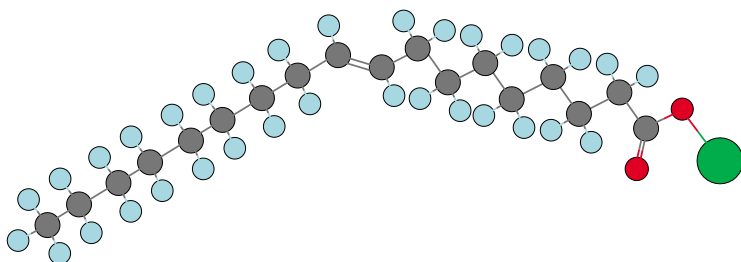


R =αλειφατικές αλυσίδες, συνήθως με C_{12} - C_{18}

Από χημική άποψη δηλαδή τα σαπούνια είναι μείγματα αλάτων με νάτριο ή κάλιο των λιπαρών οξέων με μακριά ανθρακική αλυσίδα.

Το ακατέργαστο σαπούνι που λαμβάνεται από τη σαπωνοποίηση περιέχει και γλυκερίνη και περίσσεια της βάσης. Για να καθαριστεί, βράζεται με NaCl , οπότε το σαπούνι γίνεται πιο δυσδιάλυτο και, ως ελαφρύτερο, ανέρχεται στην επιφάνεια. Εκεί, με την ψύξη, στερεοποιείται.

Όταν η σαπωνοποίηση γίνεται με NaOH, σχηματίζονται τα άλατα με νάτριο και παίρνουμε σκληρά σαπούνια. Όταν γίνεται με KOH, σχηματίζονται τα άλατα με κάλιο και παίρνουμε μαλακά σαπούνια. Τα σαπούνια με κάλιο λαμβάνονται με μορφή πολτού, διότι δεν είναι δυνατός ο πλήρης αποχωρισμός της γλυκερίνης (σαπούνι γλυκερίνης).



Εικόνα 7.9

Το μόριο του ελαϊκού νατρίου

Όταν τα σαπούνια παρασκευάζονται από πρόσφατα χλωροφυλλούχα έλαια (ελαιόλαδο, πυρηγέλαιο), είναι πράσινα λόγω της παρουσίας χλωροφύλλης.

Για την παρασκευή αρωματικών σαπουνιών προστίθεται άρωμα, για την παρασκευή έγχρωμων σαπουνιών προστίθενται χρωστικές ουσίες, για την παρασκευή ιατρικών σαπουνιών προστίθενται αντισηπτικά, ενώ για να επιπλέουν στο νερό γίνεται εμφύσηση αέρα. Τα διαφανή σαπούνια λαμβάνονται με προσθήκη αλκοόλης.

Για να πάρει το σαπούνι το επιθυμητό σχήμα, πιέζεται μέσα σε κατάλληλες μήτρες στα πιεστήρια.

7.3.2 Απορρυπαντική δράση του σαπουνιού

Τα μόρια του σαπουνιού παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

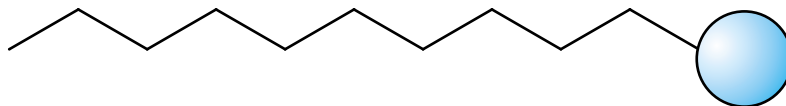


Το ένα τους άκρο, η καρβοξυλομάδα, είναι πολικό και έχει την τάση να διαλύεται στο νερό. Γι' αυτό το λόγο χαρακτηρίζεται ως υδρόφιλη ομάδα.

Αντίθετα, η μακριά ανθρακική αλυσίδα R δε διαλύεται στο νερό, προσπαθεί να το αποφύγει και γι' αυτό χαρακτηρίζεται ως

Πολική ομάδα:
η ομάδα που έχει φορτίο.

υδρόφοβη. Η υδρόφοβη αυτή ομάδα έχει την τάση να διαλύεται σε οργανικό περιβάλλον.



υδρόφοβη ομάδα

υδρόφιλη ομάδα

Έτσι τα μόρια του σαπουνιού «έλκονται» και από το νερό και από τις λιπαρές ουσίες, οι οποίες είναι οργανικές ουσίες. Αυτό το χαρακτηριστικό κάνει τα σαπούνια να έχουν απορρυπαντική δράση.



Εικόνα 7.10

Τα μόρια του σαπουνιού σχηματίζουν λεπτό στρώμα στην επιφάνεια του νερού.

Πιο συγκεκριμένα, όταν τα μόρια του σαπουνιού βρεθούν στο νερό, προσανατολίζονται έτσι, ώστε το υδρόφιλο τμήμα τους να είναι μέσα στο νερό και το υδρόφοβο έξω από αυτό, σχηματίζοντας ένα λεπτό στρώμα στην επιφάνεια του νερού (εικόνα 7.10).

Όταν το σαπυνοδιάλυμα έλθει σε επαφή με τη λιπαρή ουσία, τότε τα μόρια του σαπουνιού συσσωματώνονται γύρω από αυτήν. Το υδρόφοβο άκρο τους διαλύεται στη λιπαρή ουσία, ενώ το υδρόφιλο συνεχίζει να παραμένει διαλυμένο στο νερό. Το συσσωμάτωμα που σχηματίζεται ονομάζεται **μικκύλιο** (εικόνα 7.11). Έτσι η λιπαρή ουσία μεταφέρεται με τη βοήθεια του σαπουνιού στο νερό και με έκπλυση μπορεί να απομακρυνθεί.



Εικόνα 7.11

Η λιπαρή ουσία περιβάλλεται από μόρια σαπουνιού και σχηματίζεται μικκύλιο.

7.3.3 Μειονεκτήματα των σαπουνιών

Τα σαπούνια αποτέλεσαν και αποτελούν και σήμερα το πιο διαδεδομένο απορρυπαντικό. Παρουσιάζουν ωστόσο ορισμένα μειονεκτήματα:

- Δεν μπορούν να δράσουν με σκληρό νερό, διότι σχηματίζονται τα δυσδιάλυτα άλατα των λιπαρών οξέων με μαγνήσιο (Mg) και ασβέστιο (Ca). Έτσι η δράση τους περιορίζεται. Τα δυσδιάλυτα αυτά άλατα σχηματίζουν γκριζες κηλίδες στα λευκά υφάσματα και γλοιώδη υπολείμματα στα είδη υγιεινής.

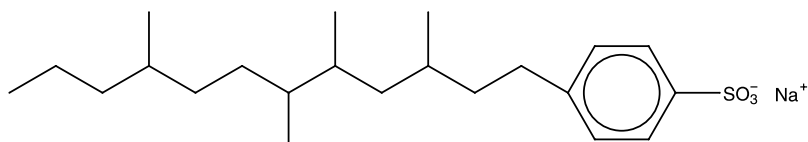
Σκληρό νερό: περιέχει μεγάλες ποσότητες ιόντων Ca^{2+} και Mg^{2+} .

- Δεν μπορούν να δράσουν σε όξινο περιβάλλον, διότι υδρολύονται, με συνέπεια να αποβάλλονται αδιάλυτα στο νερό λιπαρά οξέα.
- Υδρολύονται εύκολα και παρουσιάζουν βασική αντίδραση. Γι' αυτό το λόγο δεν ενδείκνυται η χρήση τους σε υφάσματα ζωικής προέλευσης, όπως το μαλλί και το μετάξι, ούτε σε τεχνητά, όπως το νάιλον. Τα υφάσματα αυτά καταστρέφονται με θέρμανση σε αλκαλικό περιβάλλον.
- Για την παρασκευή των σαπουνιών χρησιμοποιούνται λίπη και έλαια που είναι ουσίες πολύτιμες ως τρόφιμα.

Βασική ή αλκαλική αντίδραση:
έχει $pH > 7$ στους $25^\circ C$.

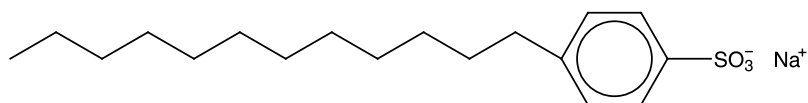
7.3.4 Συνθετικά απορρυπαντικά

Τα μειονεκτήματα των σαπουνιών οδήγησαν στην προσπάθεια παρασκευής συνθετικών απορρυπαντικών. Η δράση των συνθετικών απορρυπαντικών είναι όμοια με τη δράση των σαπουνιών, αφού έχουν και αυτά μακριά ανθρακική αλυσίδα και ένα άκρο υδρόφιλο. Τέτοια μόρια είναι τα αλκυλοσουλφονικά οξέα:



Τα συνθετικά απορρυπαντικά μπορούν να δράσουν σε σκληρό νερό και σε όξινο περιβάλλον και είναι πιο φθηνά. Οι πρώτες ύλες για την παρασκευή τους είναι προσιτές και προέρχονται από τη βιομηχανία των πετροχημικών.

Τα πρώτα συνθετικά απορρυπαντικά που παρασκευάστηκαν είχαν αλειφατική αλυσίδα διακλαδισμένη. Παρουσίασαν όμως έντονα προβλήματα, διότι δεν ήταν βιοαποικοδομήσιμα. Γι' αυτό στη συνέχεια παρασκευάστηκαν συνθετικά απορρυπαντικά με ευθύγραμμη αλυσίδα, τα οποία αναγνωρίζονταν από τα βακτήρια και μπορούσαν να αποικοδομηθούν. Και στις δύο όμως περιπτώσεις ο βενζολικός δακτύλιος δεν αποικοδομείται.



Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως στις οδοντόπαστες και στα σαμπουάν, χρησιμοποιούνται απορρυπαντικά με εξ ολοκλήρου αλειφατική αλυσίδα, χωρίς δηλαδή την παρουσία του βενζολικού δακτυλίου.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Οι **εστέρες** είναι προϊόντα αντίδρασης οξέων και αλκοολών. Υπάρχουν εστέρες ανόργανων και εστέρες οργανικών (καρβοξυλικών) οξέων.
- Η αντίδραση παρασκευής οργανικών εστέρων ονομάζεται **εστεροποίηση**. Είναι αντίδραση αργή και χρειάζεται καταλύτη.
- Η εστεροποίηση είναι αμφίδρομη αντίδραση. Η αντίστροφη αντίδραση της εστεροποίησης ονομάζεται **υδρολυσή**.
- Οι εστέρες χρησιμοποιούνται ως τεχνητά αιθέρια έλαια, ως διαλύτες και σε οργανικές συνθέσεις.
- Τα λίπη και τα έλαια είναι ευρέως διαδεδομένα στα φυτά και στα ζώα. Από χημική άποψη τα λίπη και τα έλαια είναι εστέρες της γλυκερίνης (1,2,3-προπανοτριόλης) με λιπαρά οξέα, γι' αυτό και ονομάζονται **γλυκερίδια**.
- Τα υδροξύλια της γλυκερίνης μπορεί να είναι εστεροποιημένα όλα, οπότε έχουμε τα **τριγλυκερίδια**, δύο, οπότε έχουμε τα **διγλυκερίδια**, ή ένα, οπότε έχουμε τα **μονογλυκερίδια**.
- Τα δι- και τα τρι-γλυκερίδια μπορεί να είναι εστεροποιημένα με το ίδιο ή με διαφορετικά οξέα και τότε ονομάζονται **απλά** ή **μεικτά** αντίστοιχα.
- Τα λίπη και τα έλαια διακρίνονται σε **ζωικά** και σε **φυτικά** λίπη και έλαια, ανάλογα με την προέλευσή τους και σε **στερεά (λίπη)** και **λίπη (έλαια)**, ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση.
- Τα ζωικά και τα φυτικά λίπη και έλαια είναι **μείγματα μεικτών γλυκεριδίων** με λιπαρά οξέα.
- Τα **λιπαρά οξέα** είναι κορεσμένα ή ακόρεστα μονοκαρβοξυλικά οξέα, με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα και άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα (4-20).
- Το σύνολο των κατεργασιών που υφίστανται τα έλαια προκειμένου να γίνουν βρώσιμα ονομάζεται **εξευγενισμός** ή **ραφινάρισμα**. Οι κυριότερες κατεργασίες είναι ο **αποχρωματισμός**, η **απόσμηση**, η **εξουδετέρωση** και η **υδρογόνωση** (σκλήρυνση).
- Τα λίπη και τα έλαια χρησιμοποιούνται κυρίως ως τροφή και ως πηγή ενέργειας του ανθρώπου και των ζώων. Στη χημική βιομηχανία χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παρασκευή ειδών διατροφής, σαπουνιών, χρωμάτων, κεριών κτλ.
- Το είδος και η ποσότητα των λιπών και των ελαίων που καταναλώνει ο άνθρωπος έχουν μεγάλη επίδραση στην υγεία του. Σχετικές έρευνες

έχουν αποδείξει ότι, όταν καταναλώνουμε κορεσμένες λιπαρές ουσίες (π.χ. βούτυρο), κινδυνεύουμε περισσότερο από καρδιοπάθειες και καρκινογενέσεις. Αντίθετα, η διατροφή μας είναι υγιεινή, όταν καταναλώνουμε ακόρεστες λιπαρές ουσίες (π.χ. ελαιόλαδο).

- Η αντίδραση των τριγλυκεριδίων με υδροξείδιο του νατρίου ή του καλίου ονομάζεται **σαπωνοποίηση** και δίνει άλατα των λιπαρών οξέων και γλυκερίνη.
- Τα **σαπούνια** είναι μείγματα αλάτων με νάτριο ή κάλιο των λιπαρών οξέων με μακριά ανθρακική αλυσίδα.
- Η **απορρυπαντική δράση** του σαπουνιού οφείλεται στο ότι το μόριό του έχει ένα πολικό (υδροφίλο) άκρο και ένα υδρόφοβο άκρο (η μακριά ανθρακική αλυσίδα). Σε επαφή με τη λιπαρή ουσία τα μόρια του σαπουνιού συσσωματώνονται γύρω από αυτήν και σχηματίζουν μικκύλιο.
- Τα σαπούνια παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα: δε δρουν σε σκληρό νερό ούτε σε όξινο περιβάλλον, υδρολύονται και για την παρασκευή τους χρησιμοποιούνται ουσίες πολύτιμες για τη διατροφή.
- Η δράση των **συνθετικών απορρυπαντικών** είναι παρόμοια με τη δράση των σαπουνιών, χωρίς ωστόσο τα μειονεκτήματα των τελευταίων. Τα πρώτα συνθετικά απορρυπαντικά που παρασκευάστηκαν δεν ήταν **βιοαποικοδομήσιμα**. Στη συνέχεια παρασκευάστηκαν συνθετικά απορρυπαντικά που είναι δυνατόν να αναγνωριστούν από τα βακτήρια και να αποικοδομηθούν.



1. Να χαρακτηρίσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:
 - α. Η εστεροποίηση είναι αντίδραση μονόδρομη.
 - β. Η υδρόλυση και η εστεροποίηση είναι αντιδράσεις αντίστροφες.
 - γ. Τα λίπη και τα έλαια είναι εστέρες.
 - δ. Η αντίδραση της εστεροποίησης γίνεται με μικρή ταχύτητα.
 - ε. Το θειικό οξύ στην εστεροποίηση προκαλεί ελάττωση της ταχύτητας της αντίδρασης.Να διατυπώσεις ξανά τις λανθασμένες προτάσεις, έτσι ώστε να είναι σωστές.
2. Θέλουμε να παρασκευάσουμε οξικό προπυλεστέρα με αντίδραση του οξέος Α και της αλκοόλης Β.
 - α. Να γράψεις το Σ.Τ. του εστέρα.
 - β. Να προσδιορίσεις το οξύ και την αλκοόλη που θα χρησιμοποιηθούν.
 - γ. Να γράψεις την αντίδραση και να ονομάσεις τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της.
3. Θερμαίνουμε 6 g 1-προπανόλης με αιθανικό οξύ.
 - α. Να γράψεις την αντίδραση.
 - β. Στη θέση της χημικής ισορροπίας σχηματίστηκαν 6,8 g εστέρα. Να υπολογίσεις την ποσότητα της αλκοόλης και του οξέος που αντέδρασαν.
 - γ. Ποιο είναι το ποσοστό της αλκοόλης που αντέδρασε σε σχέση με αυτό που υπήρχε αρχικά;
4. Ο βουτανικός αιθυλεστέρας χρησιμοποιείται ως τεχνητό άρωμα ανανά στη ζαχαροπλαστική. Είναι υγρό και έχει πυκνότητα 0,87 g/mL.
 - α. Να γράψεις το Σ.Τ. του εστέρα.
 - β. Για την παρασκευή του αντιδρούν 33 g αλκοόλης με καρβοξυλικό οξύ παρουσία θειικού οξέος. Να γράψεις την αντίδραση.
 - γ. Ποιος είναι ο ρόλος του θειικού οξέος;
 - δ. Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα σχηματίζονται 36 mL εστέρα. Πόση μάζα εστέρα σχηματίστηκε;
 - ε. Πόση μάζα αλκοόλης αντέδρασε για το σχηματισμό της παραπάνω ποσότητας εστέρα;
 - στ. Να συγκρίνεις τη μάζα της αλκοόλης που αντέδρασε με τη μάζα της αλκοόλης που τοποθετήθηκε στο δοχείο αντίδρασης.

5. Με προσθήκη νερού στο προπένιο σχηματίζονται δύο αλκοόλες. Από αυτές η μία σχηματίζεται σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό. 4,5 g αυτής της αλκοόλης αντιδρά με αιθανικό οξύ.
- α. Να γράψεις το Σ.Τ. της αλκοόλης που αντιδρά με αιθανικό οξύ.
 - β. Να γράψεις την αντίστοιχη αντίδραση.
 - γ. Τι χαρακτηριστικά έχει αυτή η αντίδραση;
 - δ. Μετά από πολλές ημέρες σχηματίστηκαν 5,1g εστέρα. Ποιο είναι το ποσοστό της αλκοόλης που αντέδρασε;
6. Εστέρας με Σ.Τ. RCOOR' έχει 4 άτομα άνθρακα. Με υδρόλυση δίνει ένα οξύ Β και μία αλκοόλη Γ. Η αλκοόλη έχει Μ.Τ. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.
- α. Να γράψεις το Σ.Τ. της αλκοόλης Γ.
 - β. Να βρεις το Σ.Τ. του οξέος Β.
 - γ. Να γράψεις την αντίδραση: $\text{B} + \text{Γ} \longrightarrow$
- 7.
- α. Πόσα διαφορετικά τριγλυκερίδια μπορείς να σχηματίσεις ξεκινώντας από γλυκερίνη και τρία διαφορετικά λιπαρά οξέα: R_1COOH , R_2COOH , R_3COOH ;
 - β. Πόσα από αυτά τα τριγλυκερίδια θα δώσουν, με υδρόλυση, ένα μόνο οξύ;
 - γ. Πόσα από αυτά τα τριγλυκερίδια θα δώσουν, με υδρόλυση, τρία διαφορετικά οξέα;
8. Να απαντήσεις σύντομα στις παρακάτω ερωτήσεις:
- α. Τι καθορίζει τη φυσική κατάσταση των γλυκεριδίων;
 - β. Ποια οξέα χαρακτηρίζονται ως λιπαρά;
 - γ. Γιατί τα λίπη θεωρούνται ως η σπουδαιότερη πηγή ενέργειας για τους ζωικούς οργανισμούς;
9. Ένα σπορέλαιο έχει, κατά την παραλαβή του, κοκκινωπό χρώμα και χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή. Σε ποιες κατεργασίες πρέπει να υποβληθεί, για να γίνει βρώσιμο;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

10. Να συμπληρώσεις τον παρακάτω πίνακα:

Κατεργασία	Σκοπός	Μέσο
αποχρωματισμός		
απόσμιση		
εξουδετέρωση		
υδρογόνωση		

11. Να αντιστοιχίσεις τις λέξεις της πρώτης στήλης με τις λέξεις της δεύτερης στήλης:

Στήλη I

- απόσμιση ●
- υδρογόνωση ●
- αποχρωματισμός ●
- εξουδετέρωση ●

Στήλη II

- μαργαρίνη ●
- ελεύθερα οξέα ●
- πτητικές ουσίες ●
- καροτινοειδή ●

12. Να αντιστοιχίσεις τις λέξεις της πρώτης στήλης με τις λέξεις της δεύτερης στήλης:

Στήλη I

- χολή ●
- λιπάση ●
- ελαιόλαδο ●
- βούτυρο ●
- ιχθυέλαιο ●

Στήλη II

- ακόρεστη λιπαρή ουσία ●
- γαλακτωματοποίηση λιπών ●
- διάσπαση λιπών ●
- σκλήρυνση ελαίων ●
- κορεσμένη λιπαρή ουσία ●

13. Να αντιστοιχίσεις τις λέξεις της πρώτης στήλης με τις λέξεις της δεύτερης στήλης:

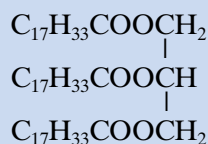
Στήλη I

- ζωικό λίπος ●
- ζωικό έλαιο ●
- φυτικό λίπος ●
- φυτικό έλαιο ●

Στήλη II

- λινέλαιο ●
- βούτυρο ●
- ελαιόλαδο ●
- κακαόλιπος ●
- ιχθυέλαιο ●
- σογιέλαιο ●
- πυρηνέλαιο ●
- μουρουνέλαιο ●

14. Να απαντήσεις σύντομα στις παρακάτω ερωτήσεις:
- Ποια είναι η χαρακτηριστική διαφορά ανάμεσα στην υδρόλυση και τη σαπωνοποίηση;
 - Ποια είναι η χημική σύσταση των σαπουνιών;
 - Για ποιους λόγους παρασκευάστηκαν συνθετικά απορρυπαντικά;
15. Να αναφέρεις τρία μειονεκτήματα των σαπουνιών.
16. α. Να εξηγήσεις τις έννοιες: υδρόφιλη ομάδα, υδρόφοβη ομάδα.
β. Με βάση τις παραπάνω έννοιες, να περιγράψεις την απορρυπαντική δράση των σαπουνιών.
17. Το ελαιόλαδο περιέχει 75% w/w τριελαΐνη, δηλαδή τριεστέρα της γλυκερίνης με ελαϊκό οξύ.
- Να γράψεις το Σ.Τ. του ελαϊκού οξέος.
 - Ο Σ.Τ. της τριελαΐνης είναι:



Ένα σαπούνι περιέχει 25% w/w ελαϊκό νάτριο, που προέρχεται από αντίδραση της τριελαΐνης με υδροξείδιο του νατρίου. Να γράψεις την αντίδραση.

- γ. Για να παρασκευάσουμε μία πλάκα 200 g από το παραπάνω σαπούνι, πόσα g ελαιολάδου θα χρησιμοποιήσουμε;
18. Η βουτυρίνη είναι λίπος που υπάρχει στο βούτυρο. Ο Σ.Τ. της είναι:
- $$\begin{array}{c} \text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_2 \\ | \\ \text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH} \\ | \\ \text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_2 \end{array}$$
- Θερμαίνουμε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου με βουτυρίνη.
- Να γράψεις την αντίδραση.
 - Πώς ονομάζεται αυτή η αντίδραση;
 - Να ονομάσεις τα προϊόντα της αντίδρασης.
 - Μετά την ψύξη χύνουμε το περιεχόμενο σε διάλυμα NaCl. Σχηματίζεται ένα στερεό, που είναι σαπούνι. Γράψε το Σ.Τ. του.
 - Πόση μάζα σαπουνιού σχηματίζεται από 30,2 g βουτυρίνης;

