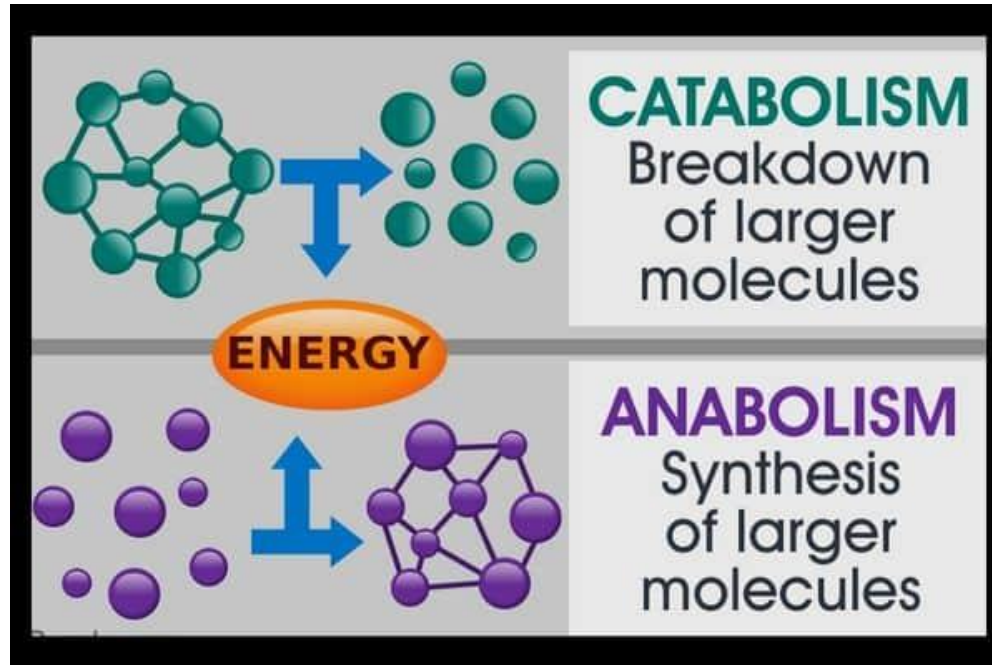
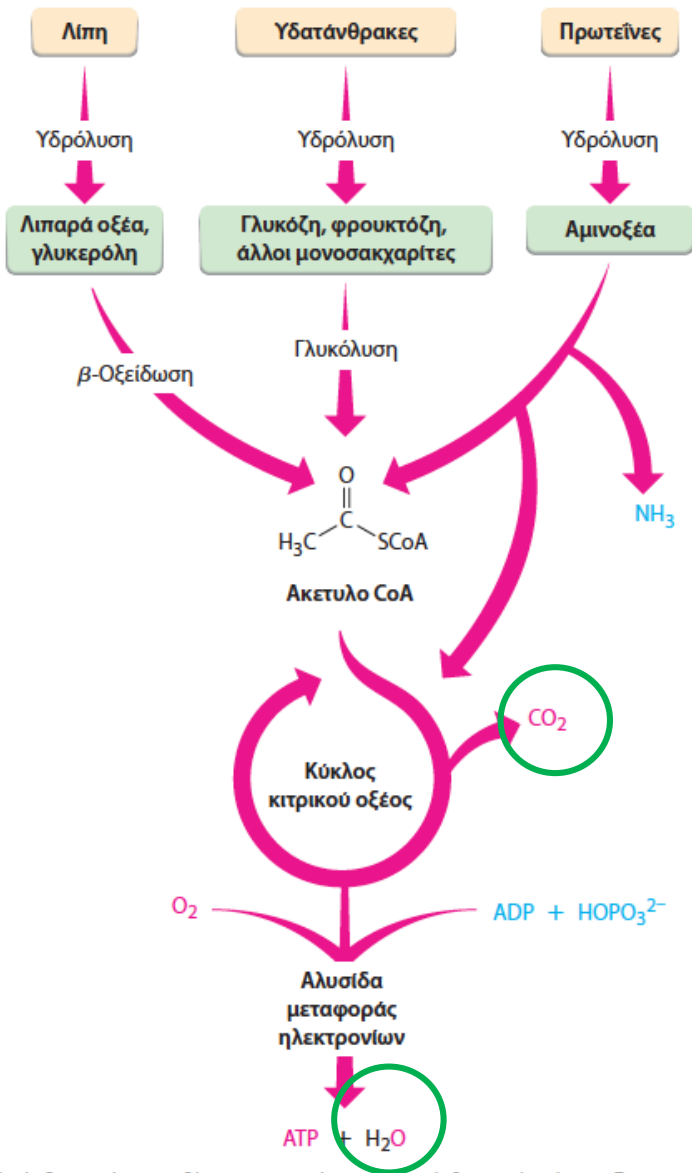


# **ΚΕΦ.29. Οργανική χημεία των μεταβολικών διεργασιών**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2025

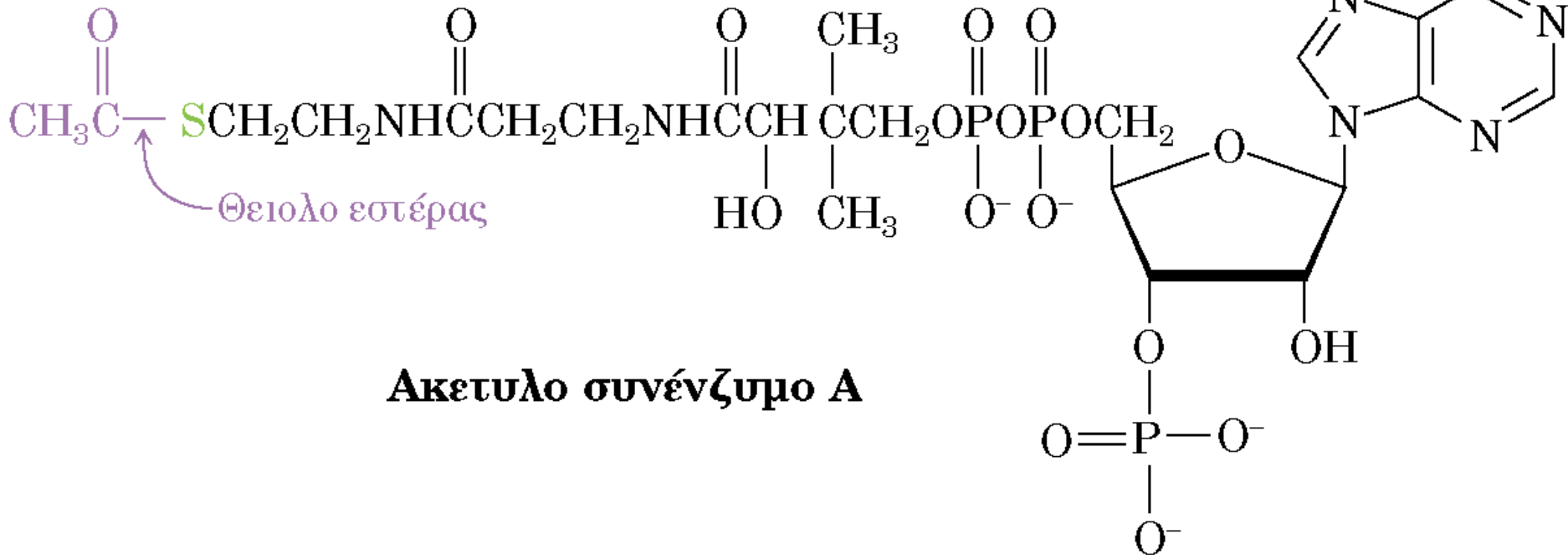


- Στάδιο 1** Η τροφή υδρολύεται στο στομάχι και στο λεπτό έντερο σε μικρότερα μόρια.
- Στάδιο 2** Τα προϊόντα υδρόλυσης, που είναι κυρίως λιπαρά οξέα, μονοσακχαρίτες και αμινοξέα, διασπώνται στα κύτταρα σχηματίζοντας ακετυλο CoA.
- Στάδιο 3** Το ακετυλο CoA οξειδώνεται στον κύκλο του κιτρικού οξέος προς σχηματισμό CO<sub>2</sub>.
- Στάδιο 4** Η ενέργεια που απελευθερώνεται στον κύκλο του κιτρικού οξέος χρησιμοποιείται στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων για την οξειδωτική φωσφορυλίωση του ADP σε ATP.



**ΕΙΚΟΝΑ 29-1** Επισκόπηση των καταβολικών διεργασιών αποικοδόμησης της τροφής και παραγωγής βιοχημικής ενέργειας. Τα τελικά προϊόντα του καταβολισμού της τροφής είναι CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από τον κύκλο του κιτρικού οξέος χρησιμοποιείται στην ενδεργονική σύνθεση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP), από την αντίδραση της διφωσφορικής αδενοσίνης (ADP) με το όξινο φωσφορικό ιόν, HOPO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.

Φωσφοπαντεθεινή

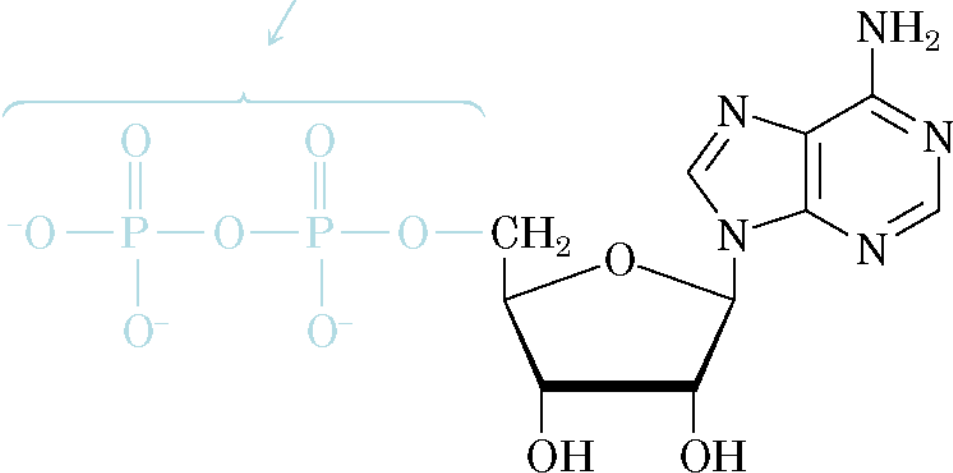


Θειολο εστέρας

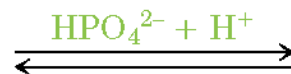
Ακετυλο συνένζυμο Α

Διφωσφορική αδενοσίνη

Διφωσφορική ομάδα



Μέσω καταβολισμού

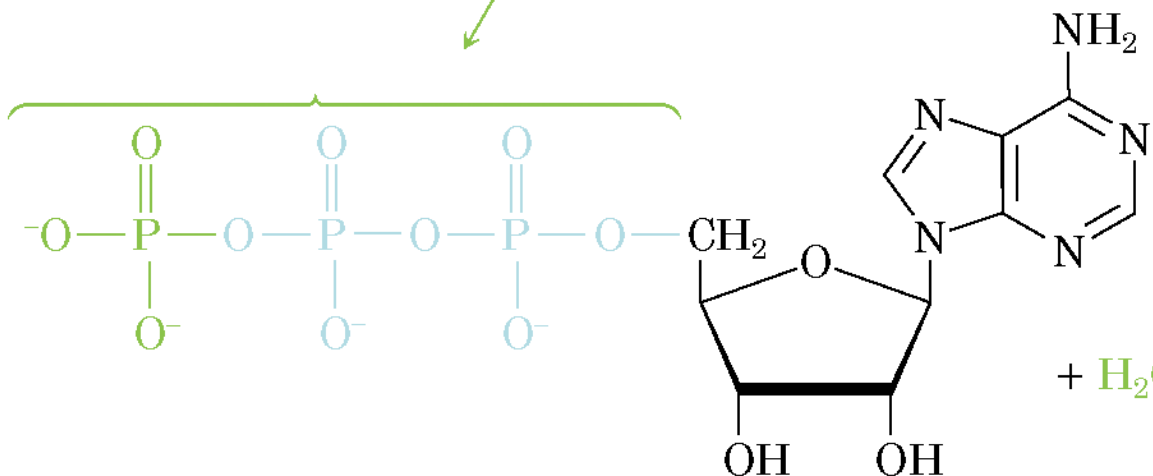


Μέσω αναβολισμού

**Διφωσφορική αδενοσίνη (ADP)**

Τριφωσφορική ομάδα

Θυμηθείτε ανυδρίτες



+  $\text{H}_2\text{O}$

**Τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP)**

## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

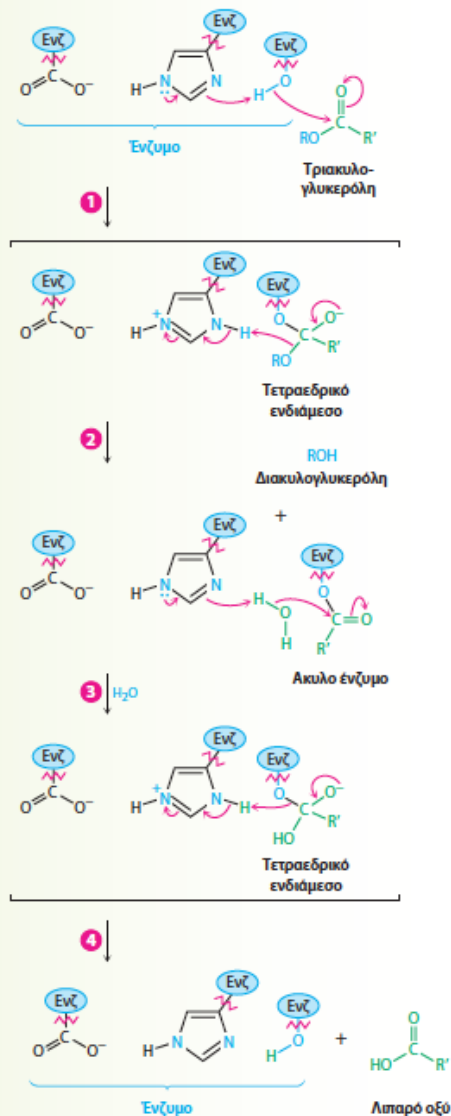
Ο μηχανισμός δράσης της λιπάσης. Το ενεργό κέντρο του ενζύμου περιέχει μια καταλυτική τριάδα ασπαρτικού οξέος, ιστιδίνης και σερίνης, η οποία αντιδρά συνεργιστικά προκειμένου να καταλύσει δύο αντιδράσεις πυρηνόφιλης ακυλο υποκατάστασης. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.

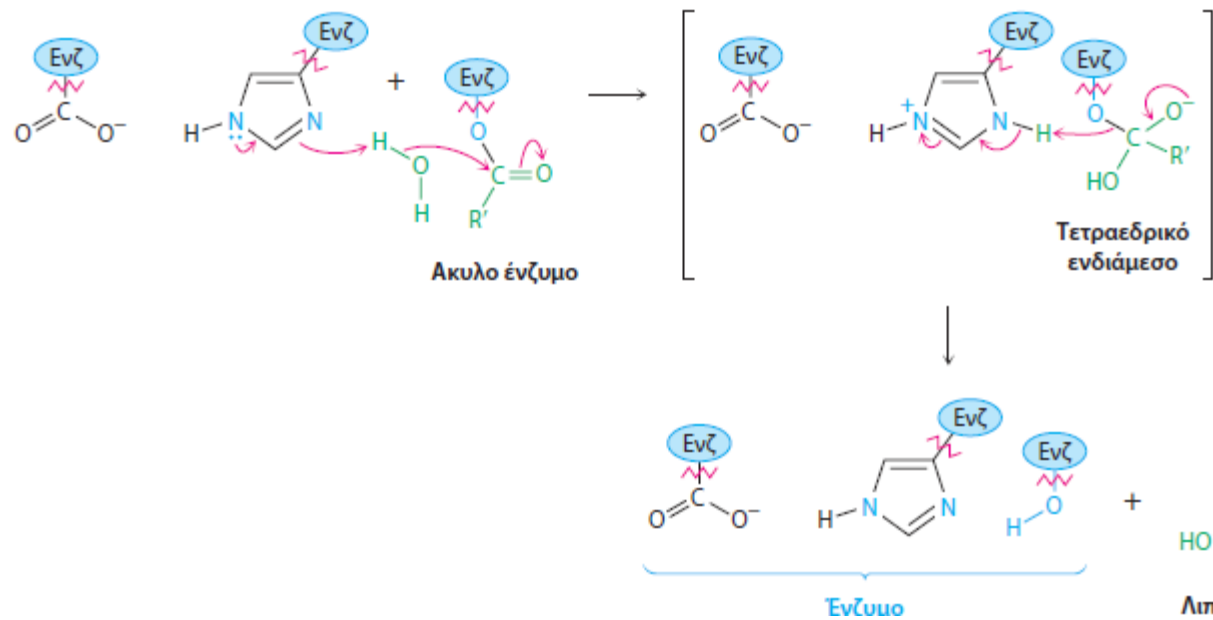
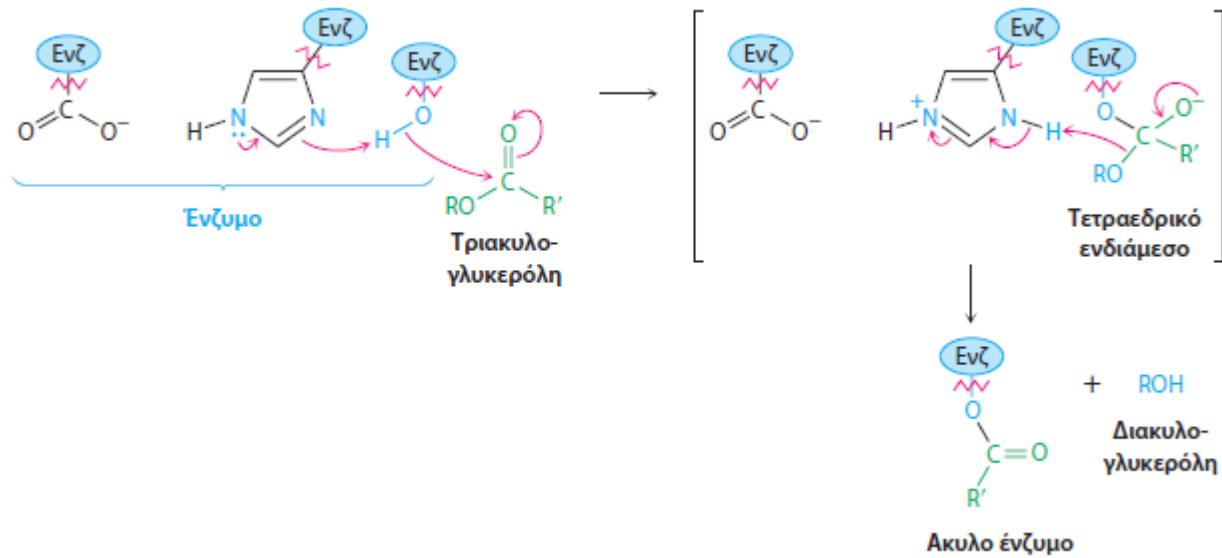
- 1 Το ενεργό κέντρο του ενζύμου περιέχει ένα ασπαρτικό οξύ, μια ιστιδίνη και μια σερίνη. Αρχικά, η ιστιδίνη δρα ως βάση και αποπρωτονώνει την ομάδα  $-OH$  της σερίνης, με το αρνητικά φορτισμένο καρβοξυλικό ανιόν του ασπαρτικού οξέος να σταθεροποιεί το γεπτονικό κατιόν της πρωτονιωμένης ιστιδίνης που προκύπτει. Έπειτα, η αποπρωτονωμένη σερίνη προστίθεται στην καρβonyλομάδα της τριακυλογλυκερόλης, σε μια αντίδραση πυρηνόφιλης ακυλο υποκατάστασης, οπότε σχηματίζεται ένα τετραεδρικό ενδιάμεσο.

- 2 Αυτό το ενδιάμεσο αποβάλλει ως αποχωρούσα ομάδα τη διακυλογλυκερόλη, παράγοντας ένα ακυλο ένζυμο. Στο στάδιο της αποβολής, η διακυλογλυκερόλη πρωτονιώνεται από την πρωτονιωμένη ιστιδίνη.

- 3 Η ιστιδίνη αποπρωτονώνει ένα μόριο νερού και το παραγόμενο  $OH^-$  προστίθεται στην ακυλομάδα σε μια δεύτερη αντίδραση πυρηνόφιλης ακυλο υποκατάστασης, σχηματίζοντας ένα νέο τετραεδρικό ενδιάμεσο. Το παραγόμενο κατιόν ιστιδίνης σταθεροποιείται από το αρνητικά φορτισμένο καρβοξυλικό ανιόν του γεπτονικού ασπαρτικού οξέος.

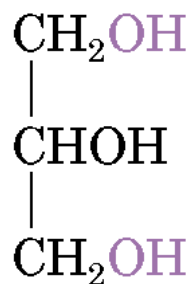
- 4 Από το τετραεδρικό ενδιάμεσο αποβάλλεται ως αποχωρούσα ομάδα το ανιόν σερίνης, οπότε παράγεται το ελεύθερο λιπαρό οξύ. Ένα πρωτόνιο μεταφέρεται από την πρωτονιωμένη ιστιδίνη στο ανιόν της σερίνης και το ένζυμο επανέρχεται στην αρχική του δομή.



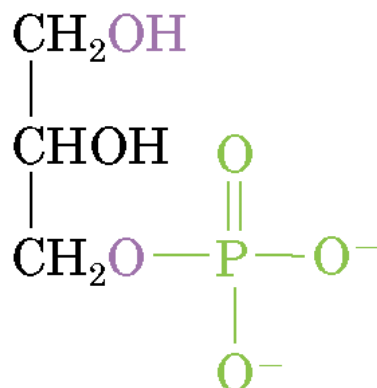


Μιτοχόνδρια,  
αποικοδόμηση  
σε ακετυλο CoA

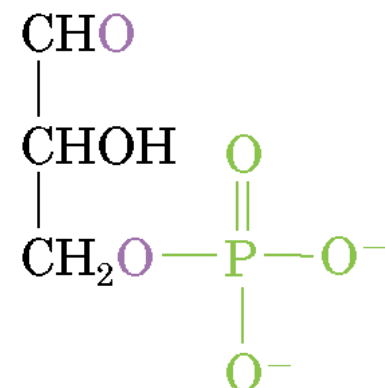




Γλυκερόλη



Μονοφωσφορική γλυκερόλη



3-Φωσφορική γλυκεραλδεΐδη



γλυκόλυση

β-οξειδωση

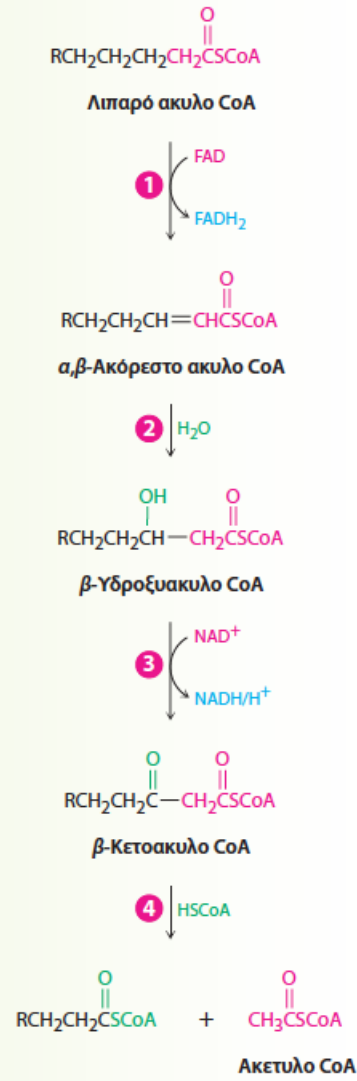
Τα τέσσερα στάδια της διεργασίας της β-οξειδωσης, κατά την οποία διασπάται μια ακετυλομάδα από το άκρο της αλυσίδας του λιπαρού οξέος. Το στάδιο-κλειδί στην αποικοδόμηση της αλυσίδας είναι μια αντίδραση retro-Claisen ενός β-κετο θειεστέρα. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.

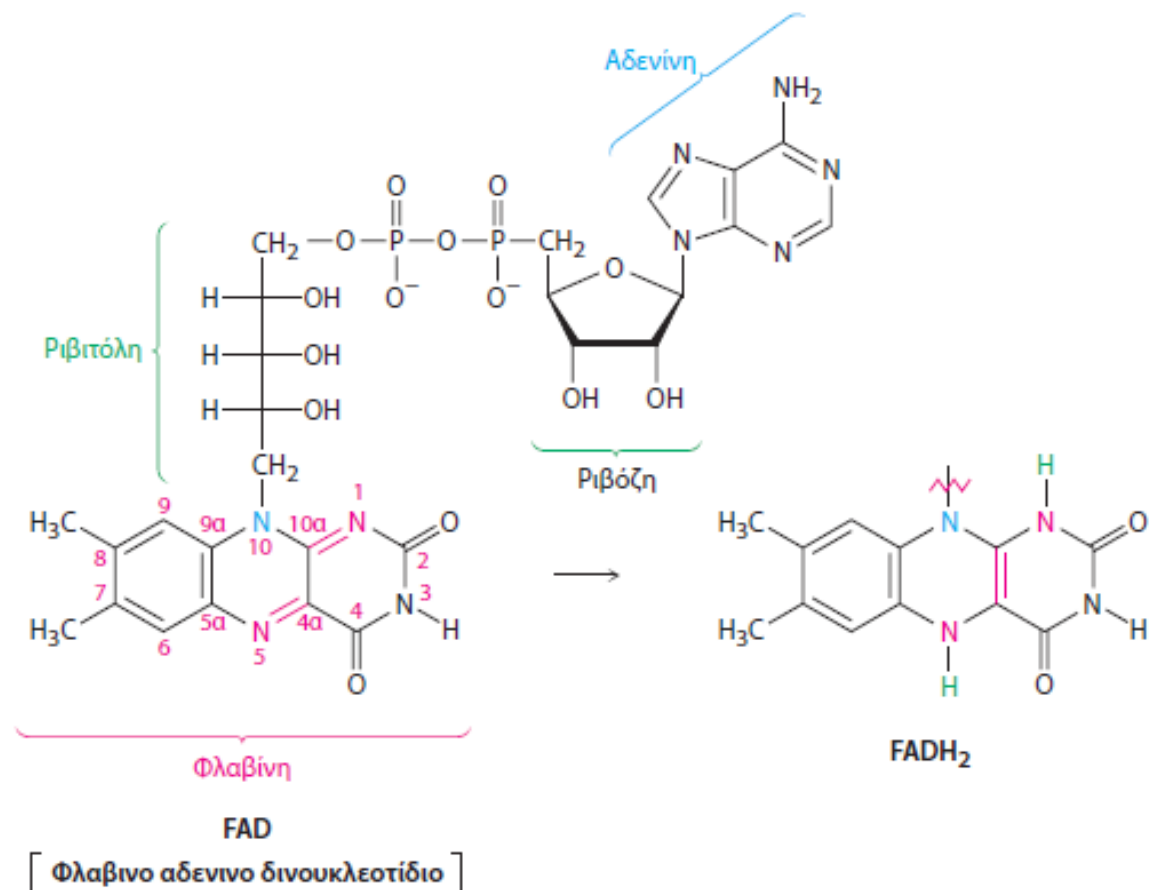
1 Ένας συζυγιακός διπλός δεσμός εισάγεται με απομάκρυνση δύο ατόμων υδρογόνου από τους άνθρακες C2 και C3, από το συνένζυμο φλαβινο αδενινο δινουκλεοτίδιο (FAD).

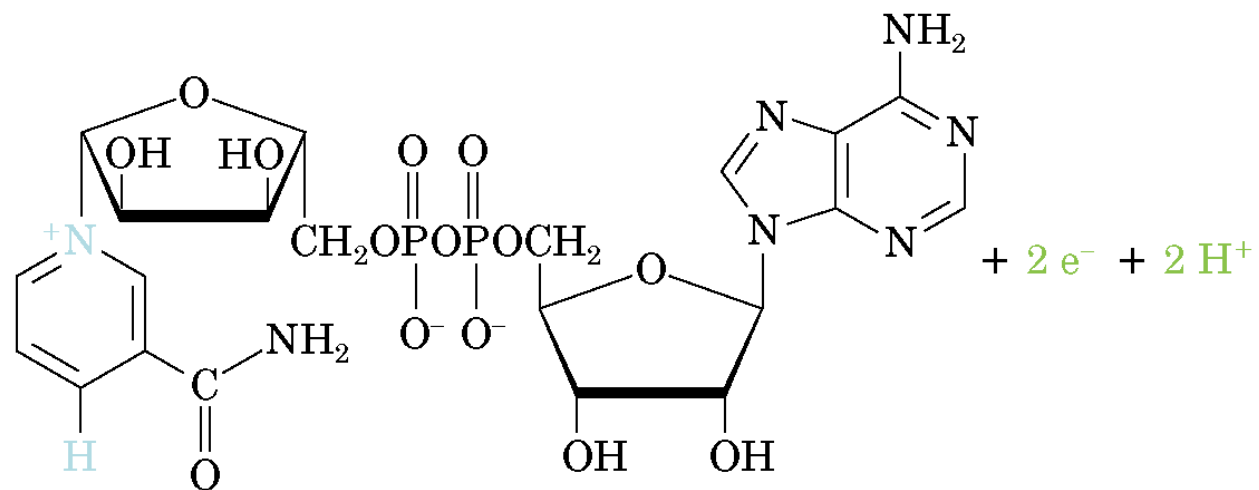
2 Με συζυγιακή πυρηνόφιλη προσθήκη H<sub>2</sub>O στον διπλό δεσμό σχηματίζεται ένα β-υδροξυακυλο CoA.

3 Η αλκοόλη οξειδώνεται από το NAD<sup>+</sup> προς έναν β-κετο θειεστέρα.

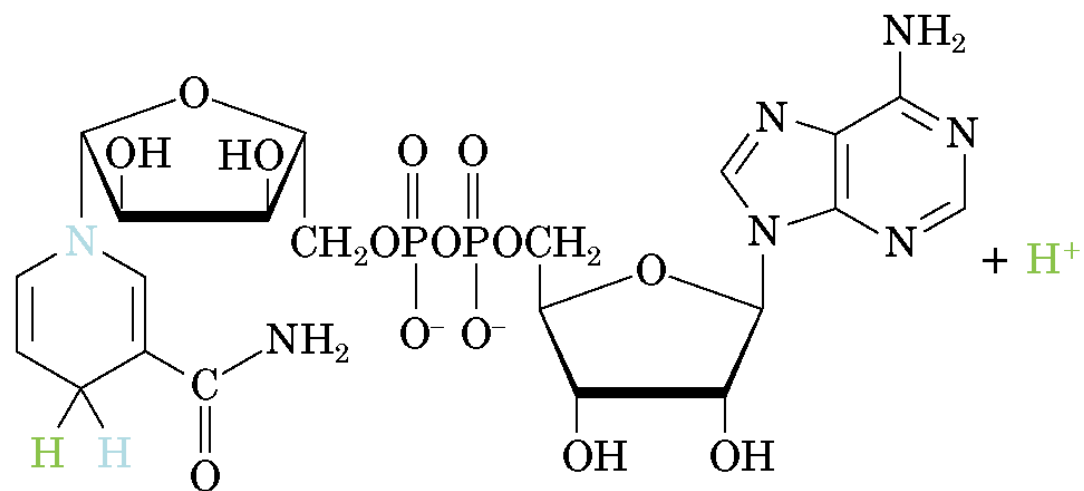
4 Πραγματοποιείται πυρηνόφιλη προσθήκη του συνενζύμου A στην κετο ομάδα, ακολουθούμενη από μια αντίδραση retro-Claisen. Τα προϊόντα είναι το ακετυλο CoA και ένα λιπαρό ακυλο CoA με αποικοδομημένη την ανθρακική αλυσίδα κατά δύο άτομα άνθρακα.



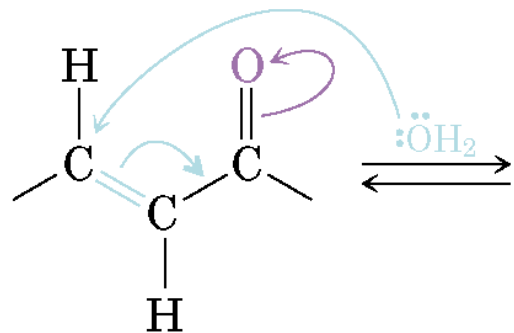




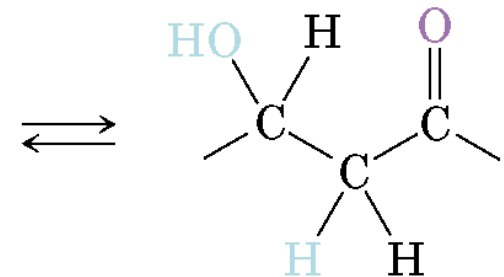
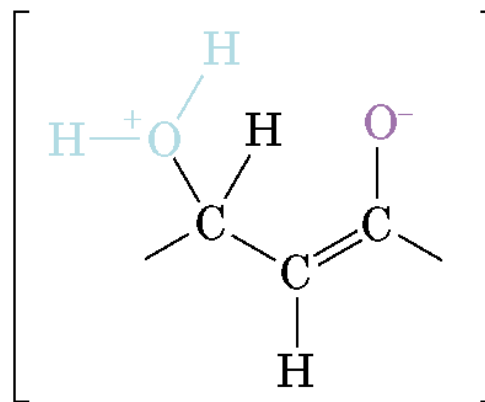
**NAD<sup>+</sup>**



**NADH/H<sup>+</sup>**

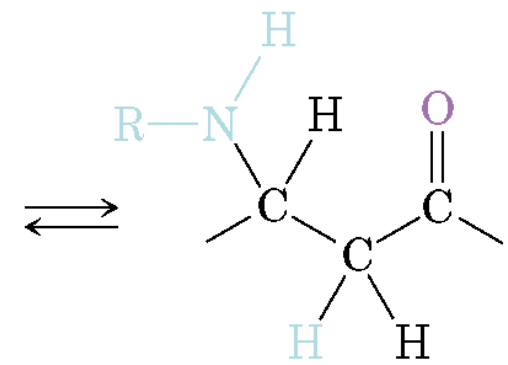
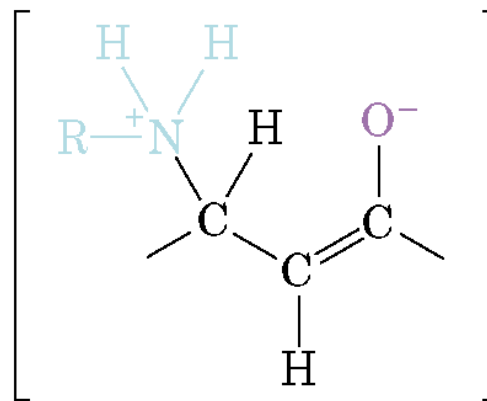
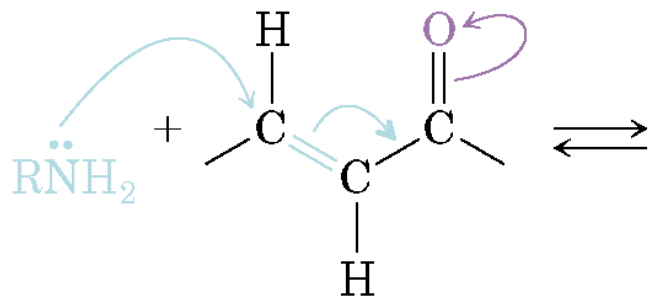


***α,β*-Ακόρεστη καρβονυλική  
ένωση**

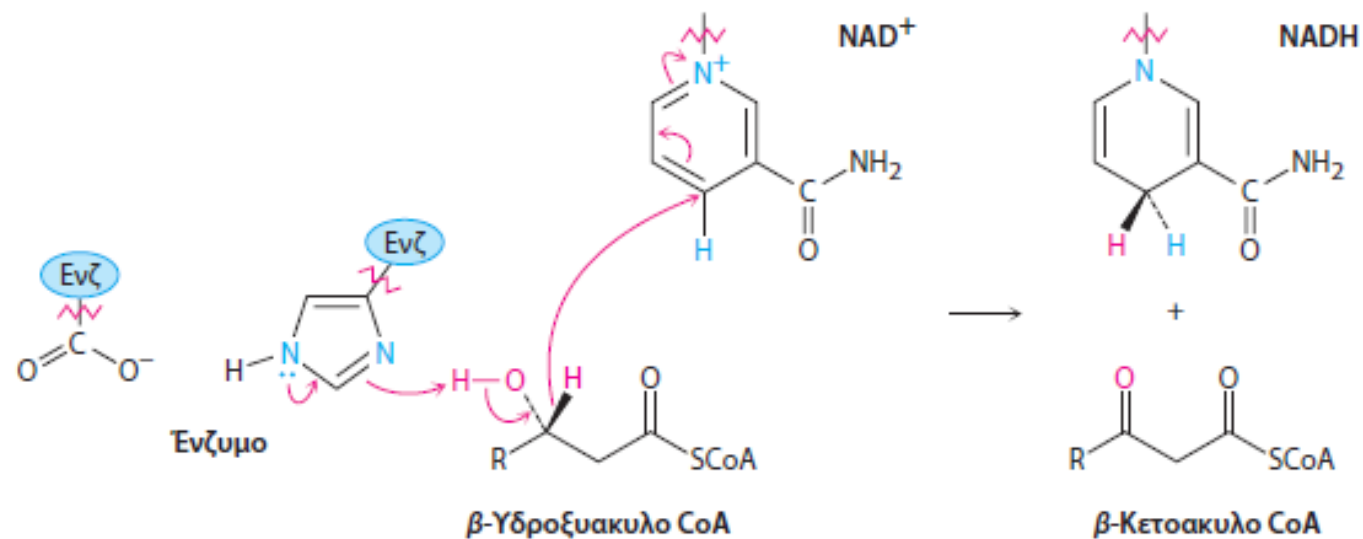


***β*-Υδροξυ καρβονυλική  
ένωση**

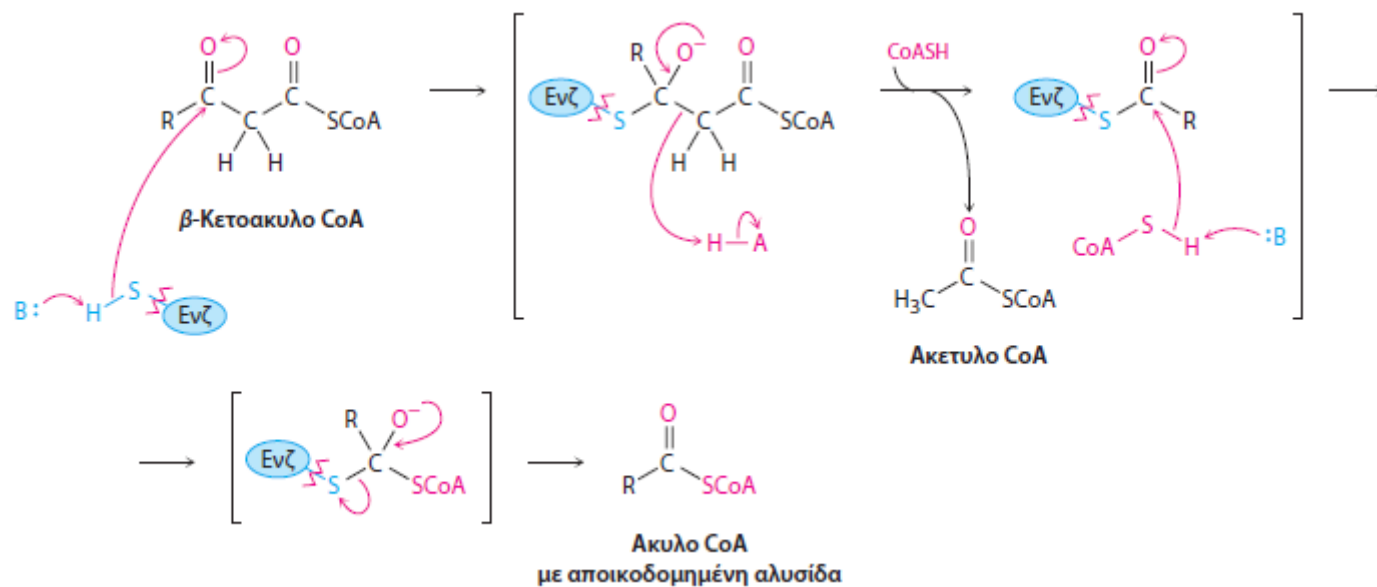
Θυμηθείτε:



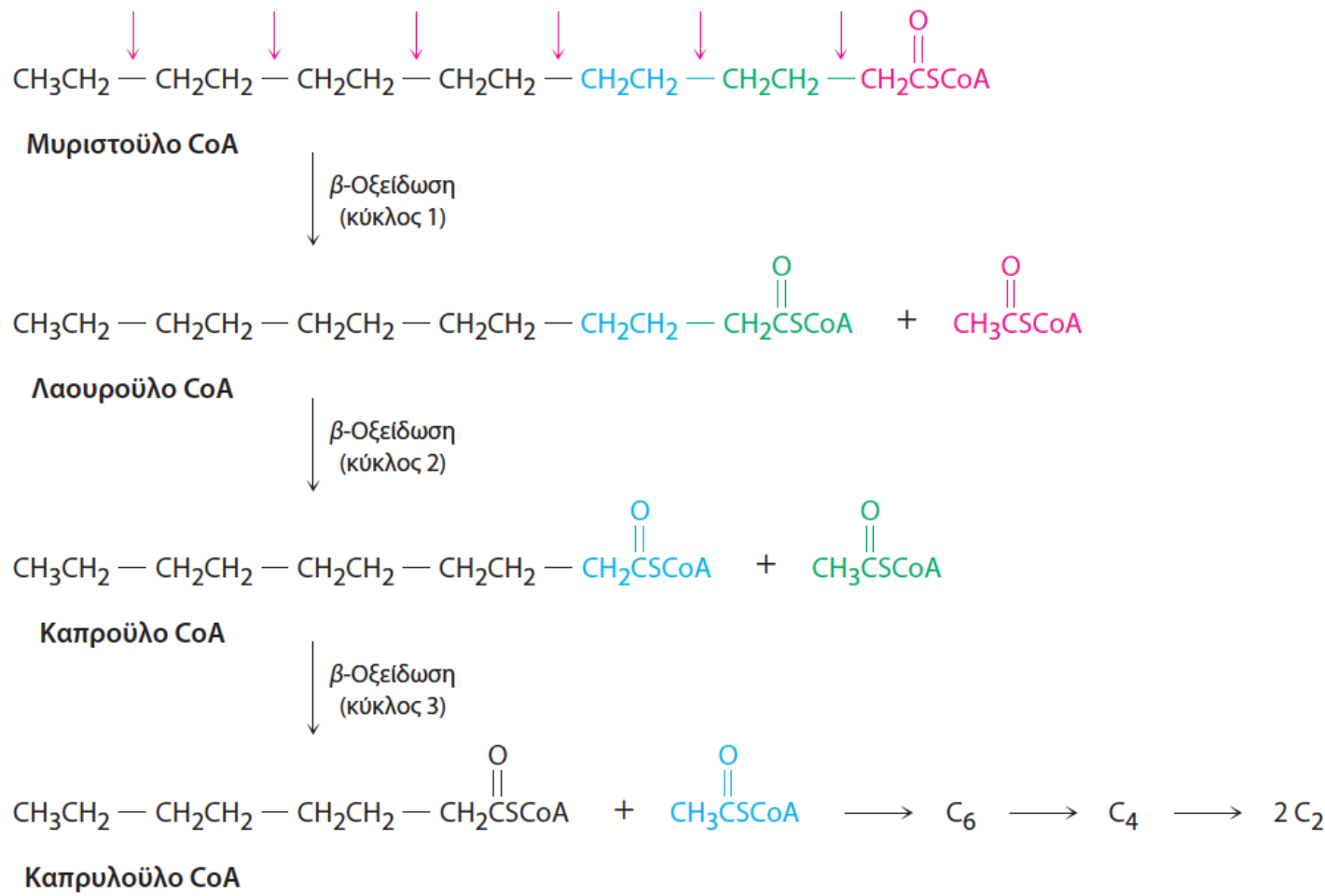
3



4



**ΕΙΚΟΝΑ 29-4** Από τον καταβολισμό του μυριστικού οξέος (14 άτομα άνθρακα) μέσω της διεργασίας της β-οξειδωσης σχηματίζονται επτά μόρια ακετυλο CoA, μετά από έξι κύκλους.



-2C

Βιοσύνθεση λιπαρών οξέων

Η διεργασία βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων από το πρόδρομο μόριο δύο ατόμων άνθρακα, ακετυλο CoA. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.

1 Μια ακετυλομάδα μεταφέρεται από το CoA στην πρωτεΐνη ACP.

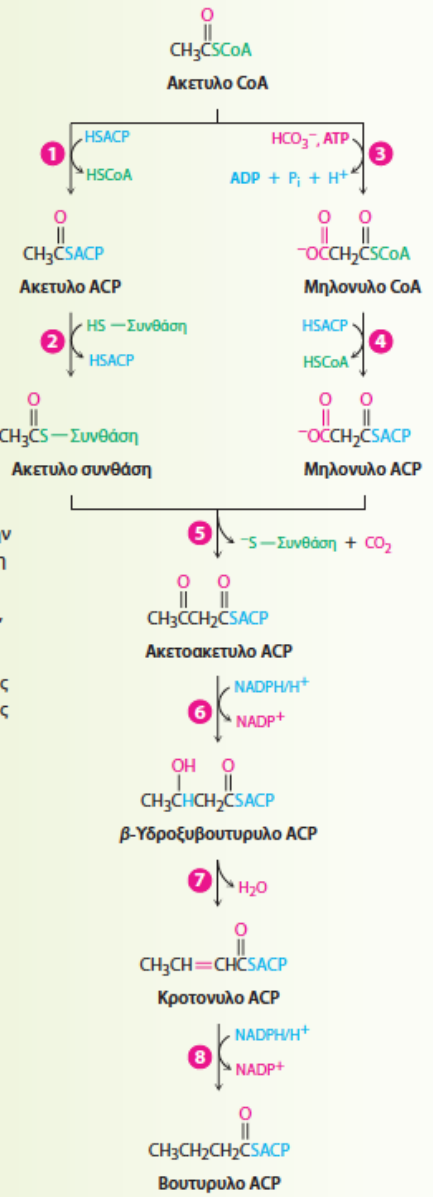
2 Η ακετυλομάδα μεταφέρεται πάλι, από την ACP σε ένα ένζυμο συνθάσης.

5 Πραγματοποιείται μια αντίδραση συμπύκνωσης τύπου Claisen ανάμεσα στο μηλονυλο ACP και την ακετυλο συνθάση, ακολουθούμενη από αποκαρβοξυλίωση, και προκύπτει ένας β-κετο θειεστέρας, το ακετοακετυλο ACP.

6 Από την αναγωγή της κετονομάδας με NADPH παράγεται ο αντίστοιχος β-υδροξυ θειεστέρας.

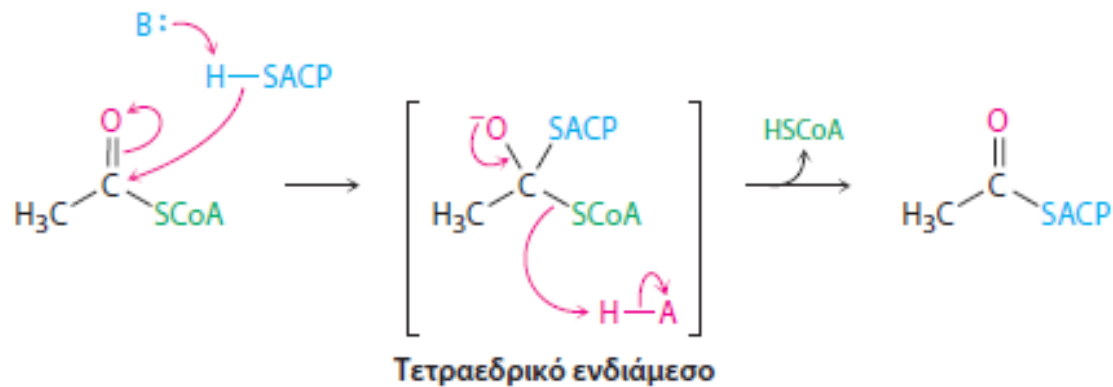
7 Με αφυδάτωση του β-υδροξυβουτυρυλο ACP σχηματίζεται ένας α,β-ακόρεστος θειεστέρας, το κροτονυλο ACP.

8 Με αναγωγή του διπλού δεσμού παράγεται το τεσσάρων ατόμων άνθρακα βουτυρυλο ACP.



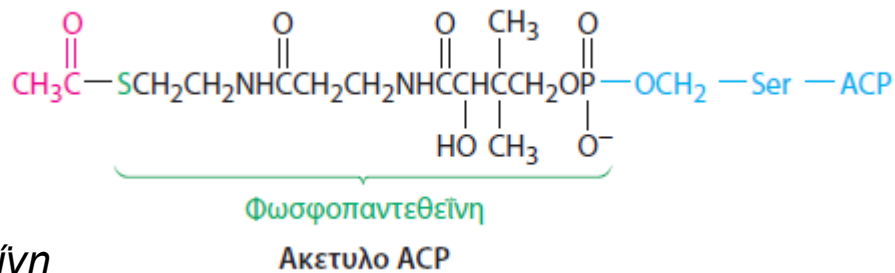
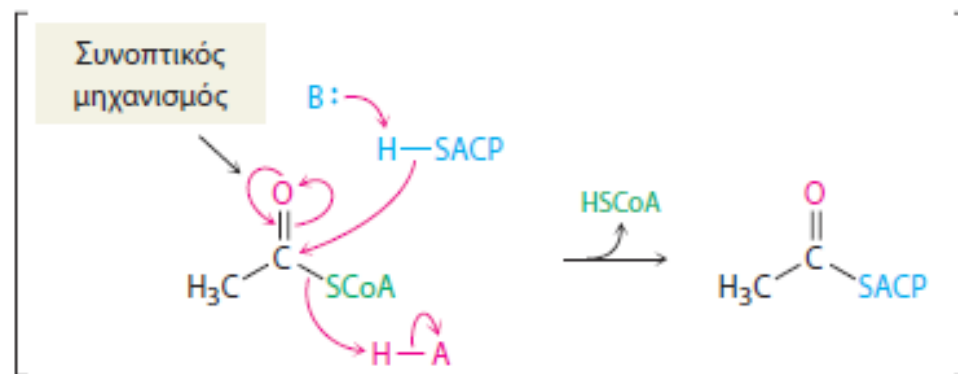
3 Το ακετυλο CoA καρβοξυλιώνεται προς μηλονυλο CoA.

4 Η μηλονυλο ομάδα μεταφέρεται από το CoA στην ACP.



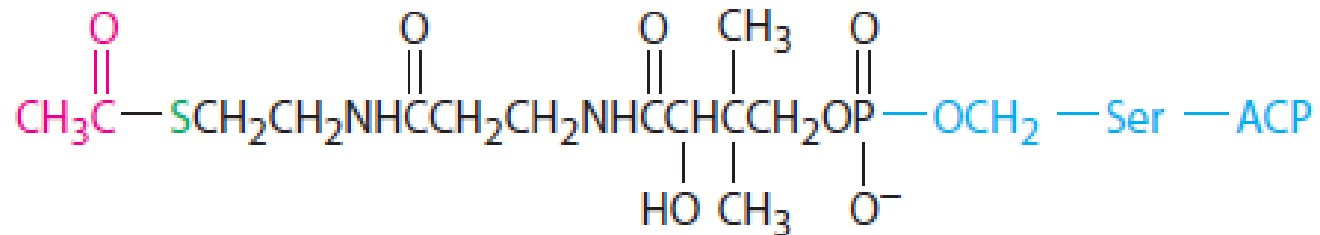
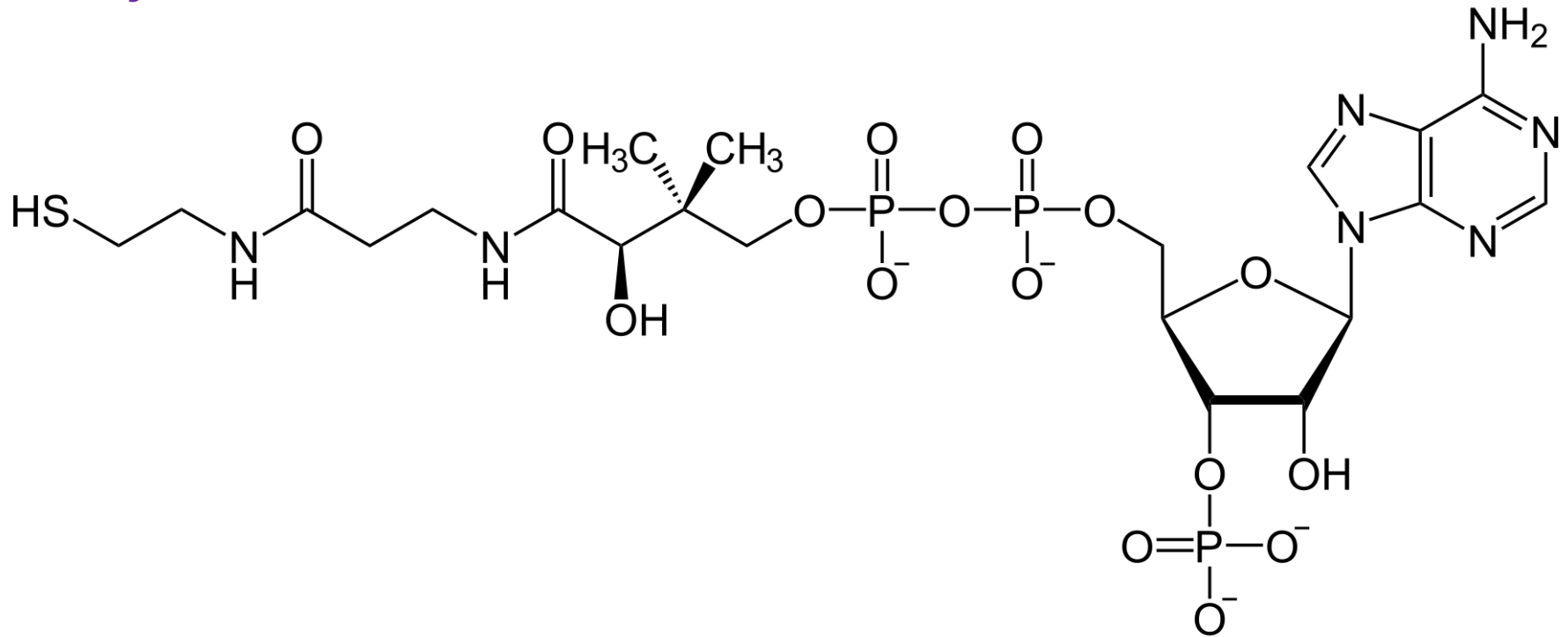
Μεταφορά Ac

CoA  
↓  
ACP  
↓  
Συνθάση



*acyl carrier protein*, πρωτεΐνη  
φορέας ακυλομάδας

## Coenzyme A

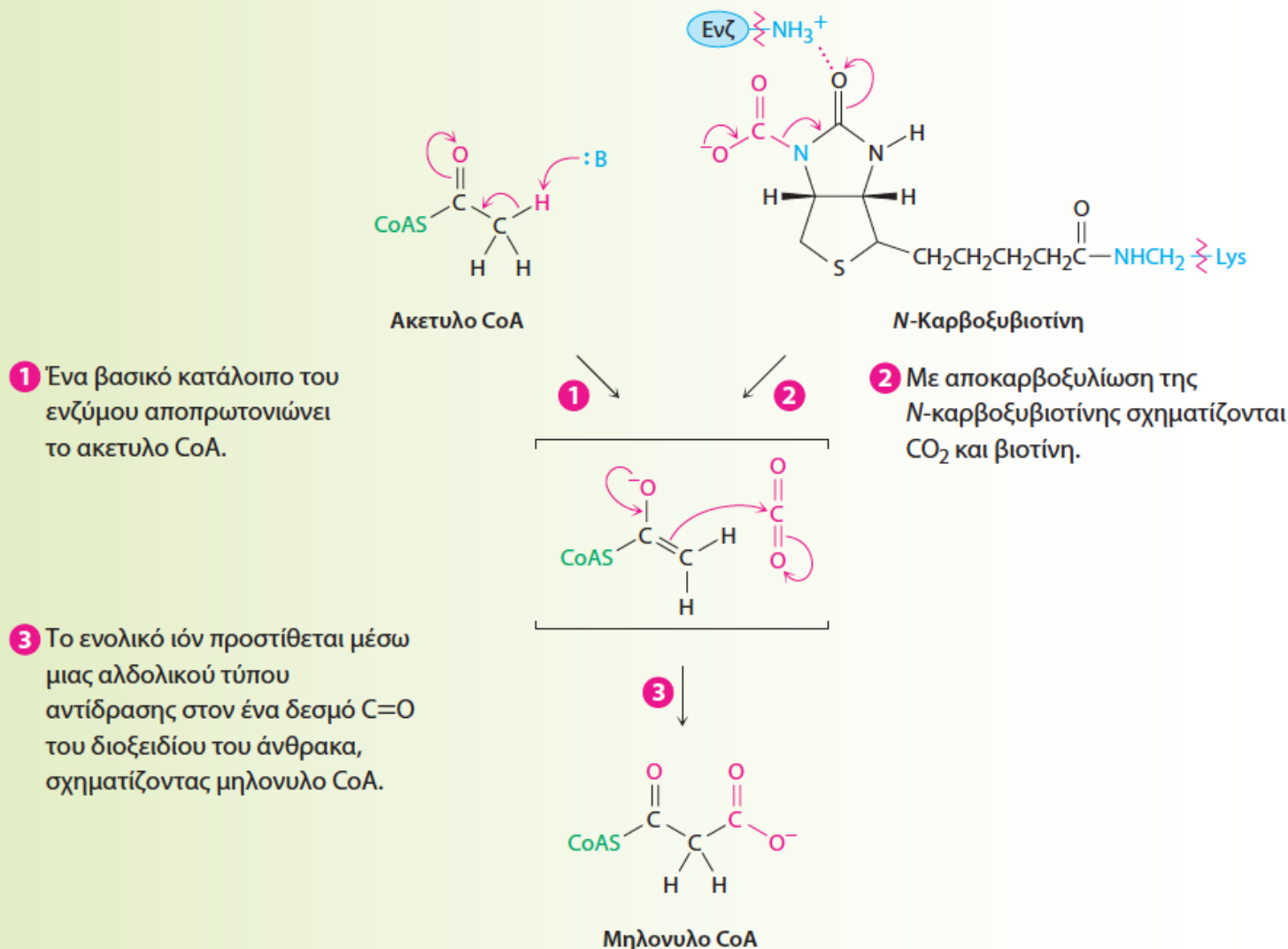


## Φωσφοπαντεθείνη

## Ακετυλο ACP

## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

Ο μηχανισμός του σταδίου 3 της Εικόνας 29-5, της εξαρτώμενης από τη βιοτίνη καρβοξυλίωσης του ακετυλο CoA προς μηλονυλο CoA.



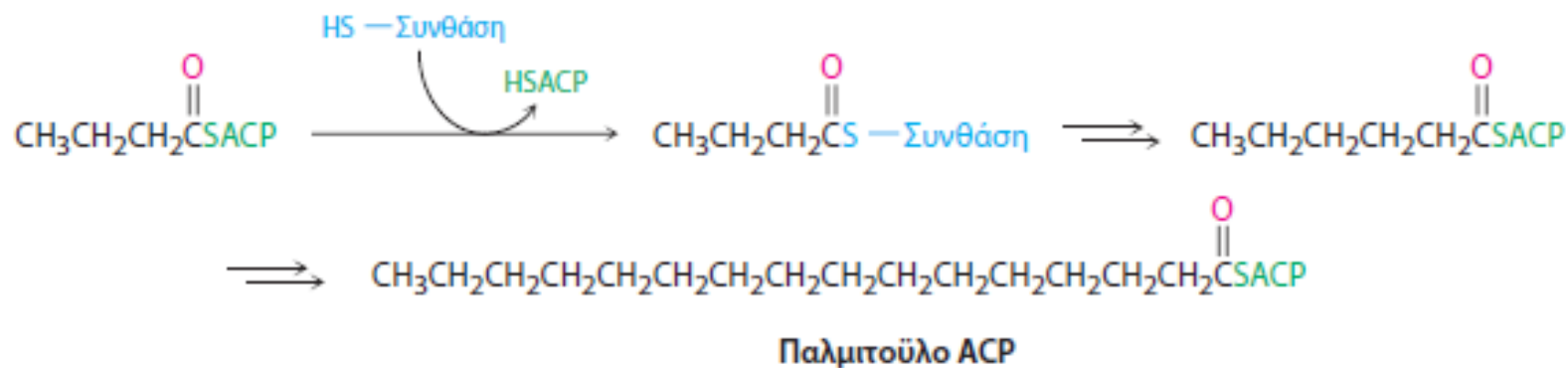
### Ακετοακετυλο ACP

Chemical reaction mechanism showing the formation of a Schiff base. An acid (A-H) deprotonates the C2 position of a pyridine ring. The resulting carbanion at C2 attacks the carbonyl carbon of a thioester (SACP). The pyridine ring is shown with a positive charge on the nitrogen atom. The reaction yields a Schiff base intermediate and a pyridine derivative.

**NADP<sup>+</sup>**

Βουτυρυλο ACP

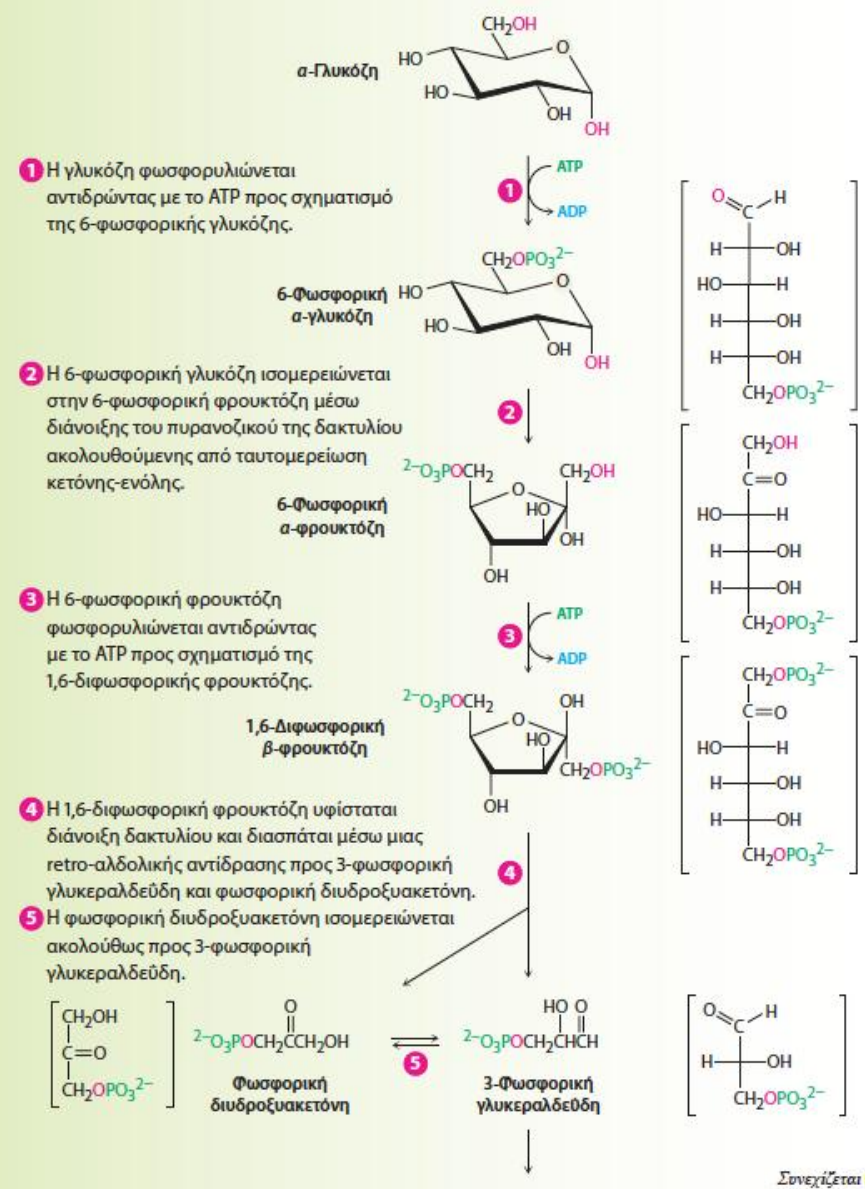
## Συνολικό αποτέλεσμα



+2C

Τα δέκα στάδια της γλυκόλυσης μέσω της οποίας καταβολίζεται η γλυκόζη προς δύο μόρια πυροσταφυλικού ιόντος. Τα επιμέρους στάδια περιγράφονται στο κείμενο.

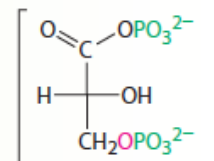
Γλυκόλυση



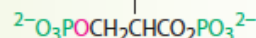
(Συνέχεια)

- 6 Η 3-φωσφορική γλυκεραλδεΐδη οξειδώνεται στο αντίστοιχο καρβοξυλικό οξύ και κατόπιν φωσφορυλιώνεται για να προκύψει το 1,3-διφωσφογλυκερικό ιόν.

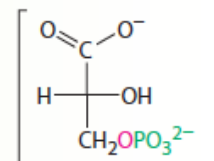
3-Φωσφορική  
γλυκεραλδεΐδη



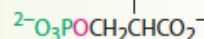
1,3-Διφωσφογλυκερικό ιόν



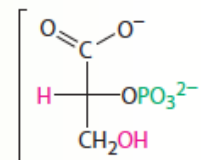
- 7 Μια φωσφορική ομάδα μεταφέρεται από την καρβοξυλομάδα στο ADP, οδηγώντας στη σύνθεση ενός μορίου ATP και 3-φωσφογλυκερικού ιόντος.



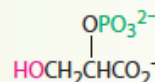
3-Φωσφογλυκερικό ιόν



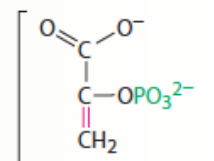
- 8 Πραγματοποιείται ισομερείωση του 3-φωσφογλυκερικού ιόντος στο 2-φωσφογλυκερικό ιόν.



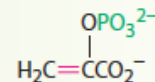
2-Φωσφογλυκερικό ιόν



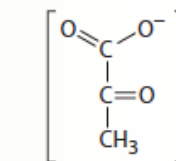
- 9 Ακολουθεί αφυδάτωση και προκύπτει το φωσφοενολοπυροσταφυλικό ιόν.



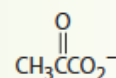
Φωσφοενολοπυροσταφυλικό ιόν



- 10 Μεταφέρεται μια φωσφορική ομάδα από το φωσφοενολοπυροσταφυλικό ιόν στο ADP και παράγονται πυροσταφυλικό ιόν και ATP.

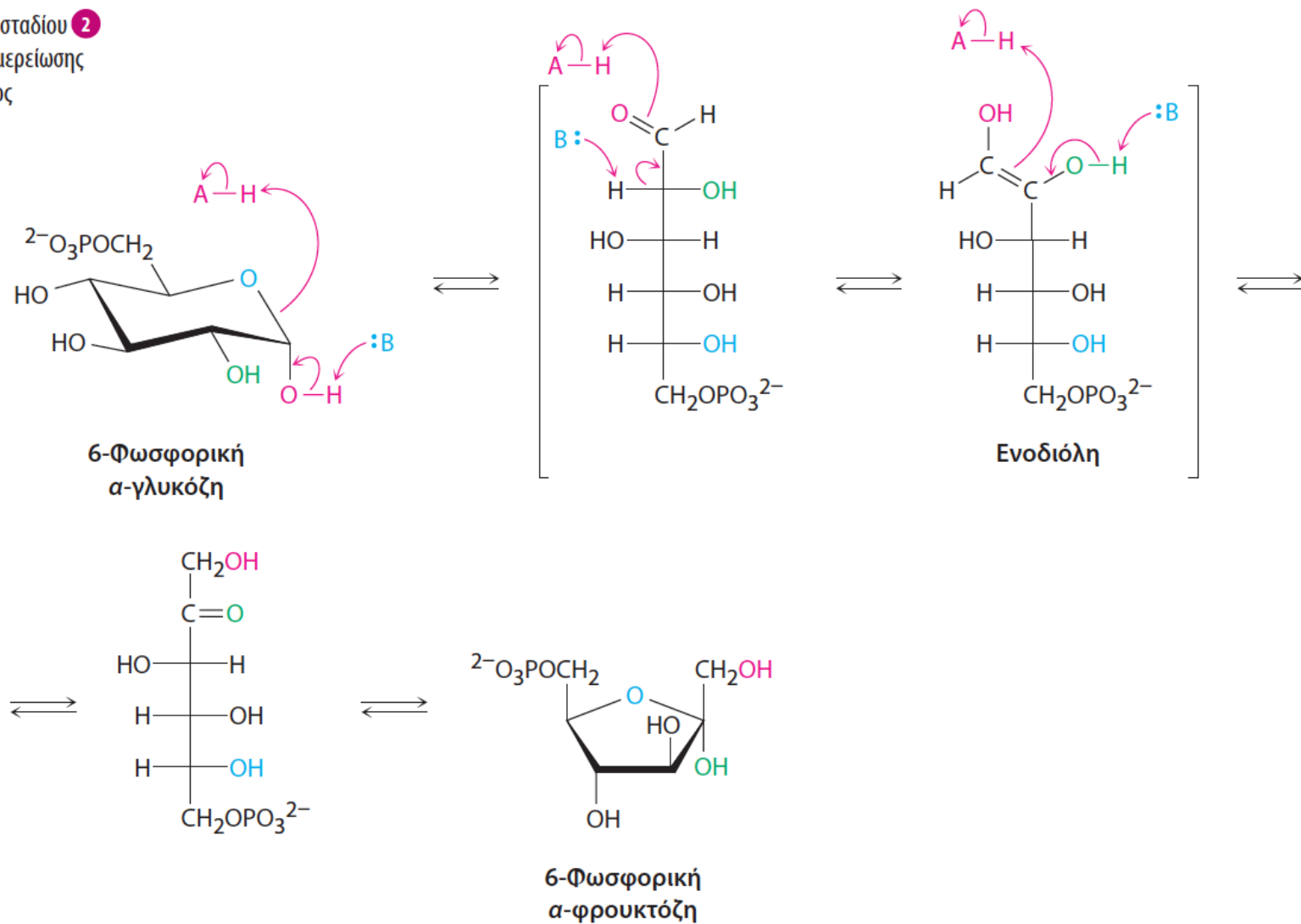


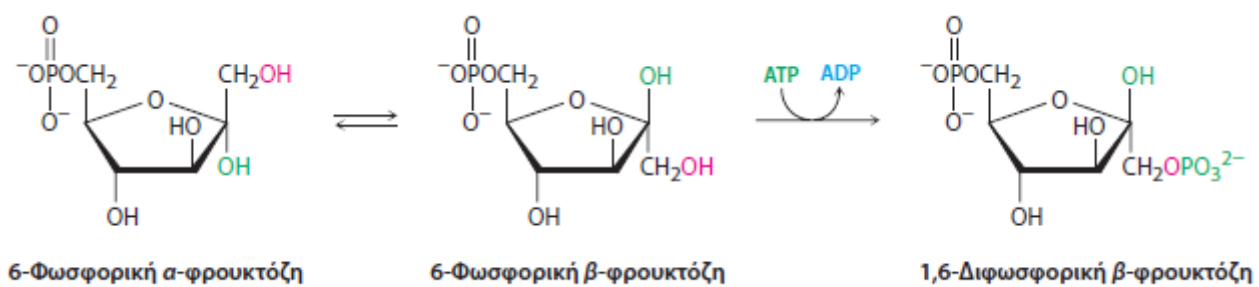
Πυροσταφυλικό ιόν

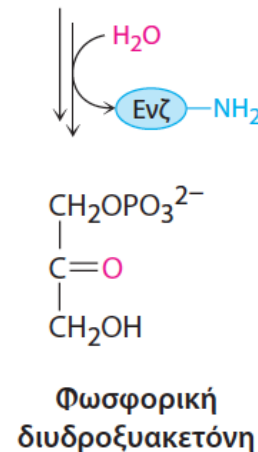
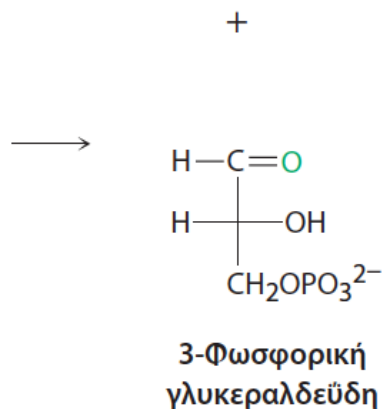
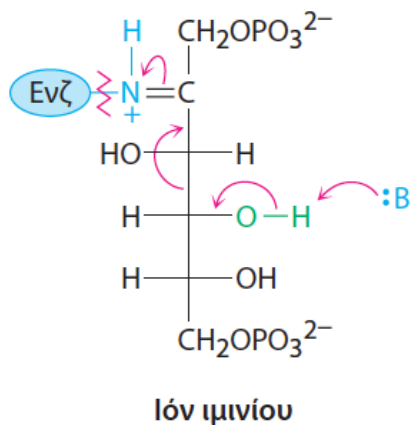
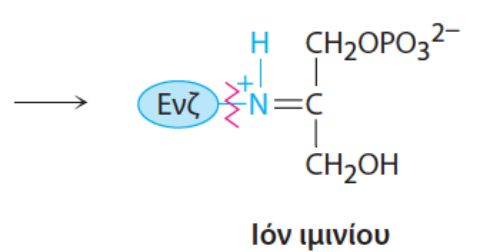
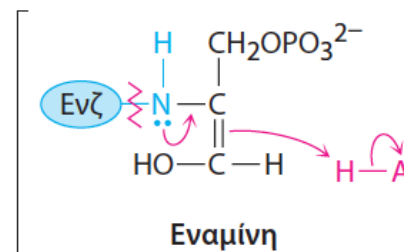
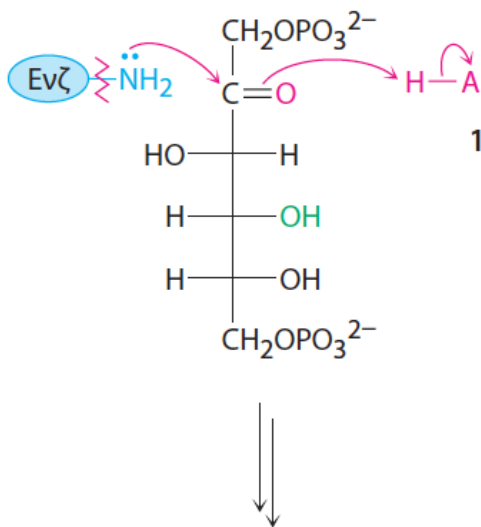


**ΕΙΚΟΝΑ 29-8** Μηχανισμός του σταδίου 2

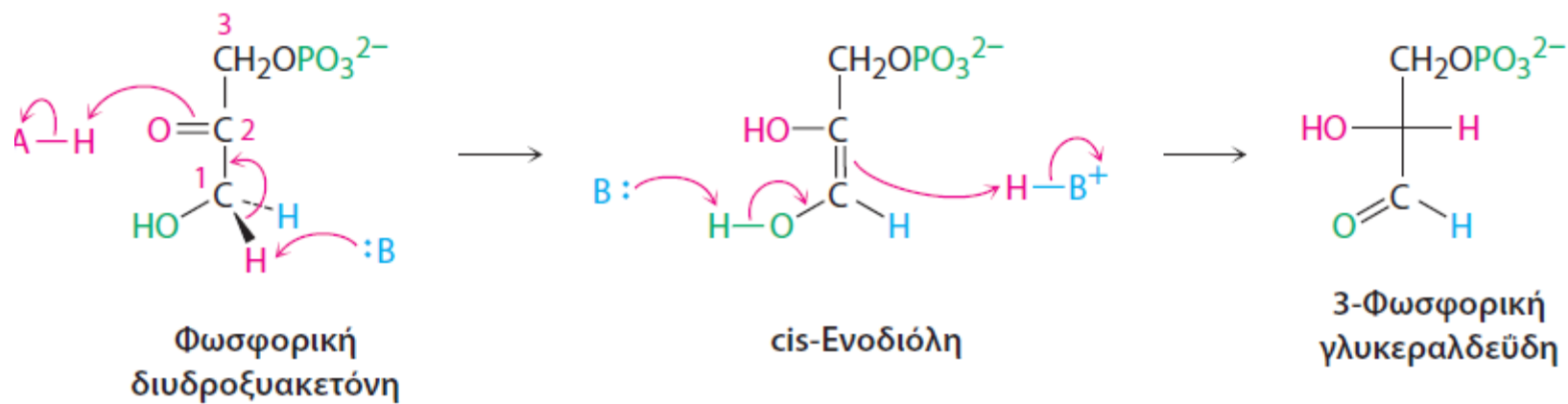
της γλυκόλυσης, δηλαδή της ισομερείωσης της 6-φωσφορικής γλυκόζης προς 6-φωσφορική φρουκτόζη.

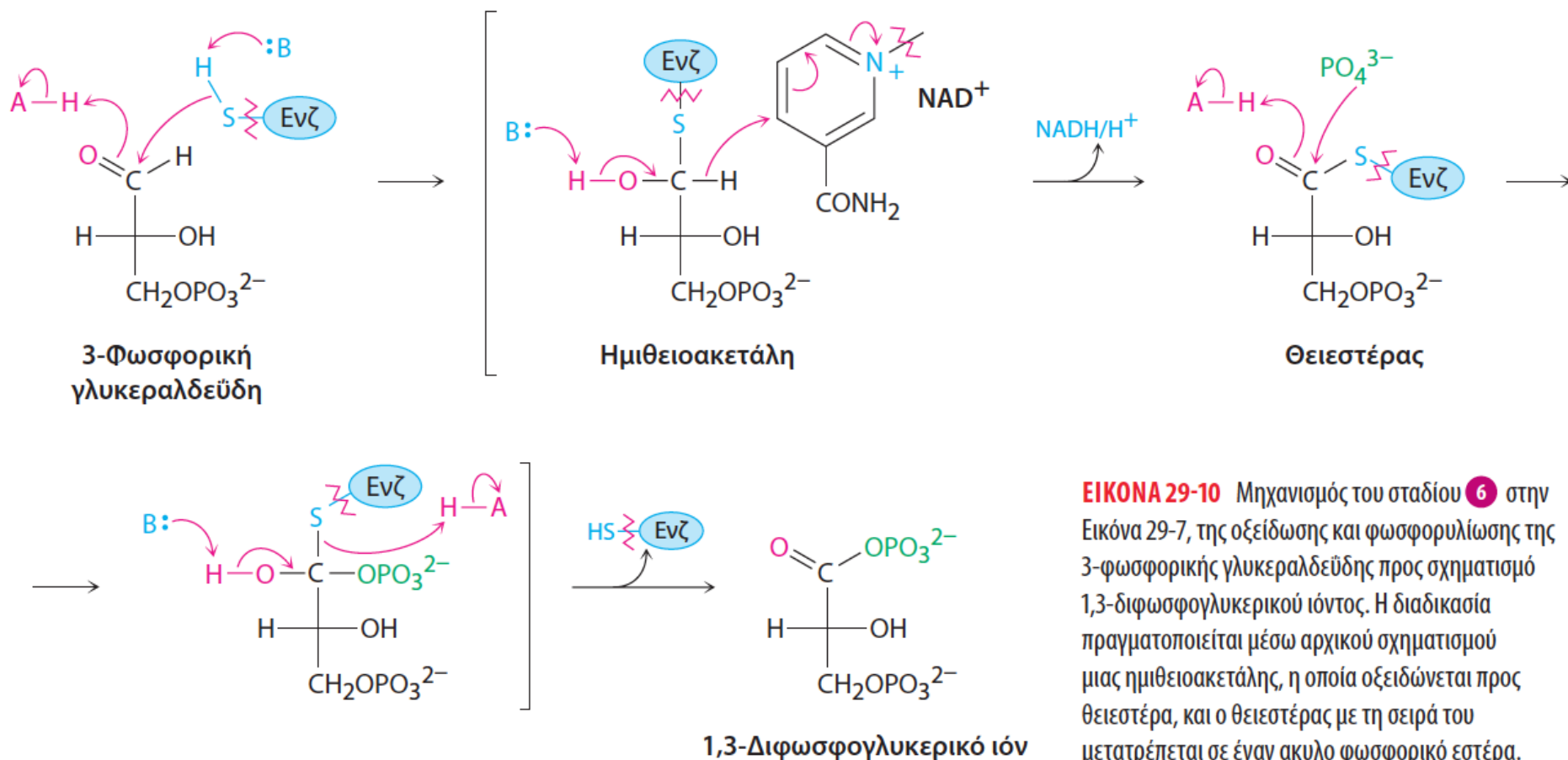




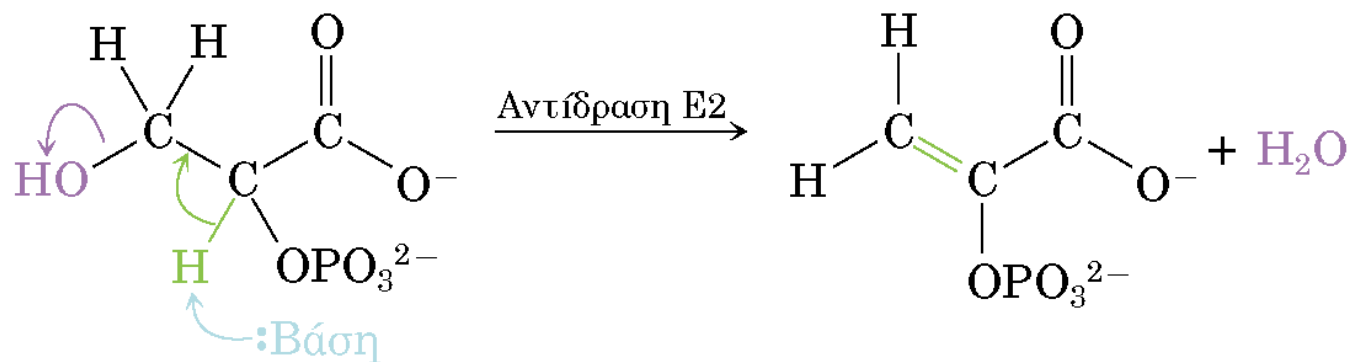
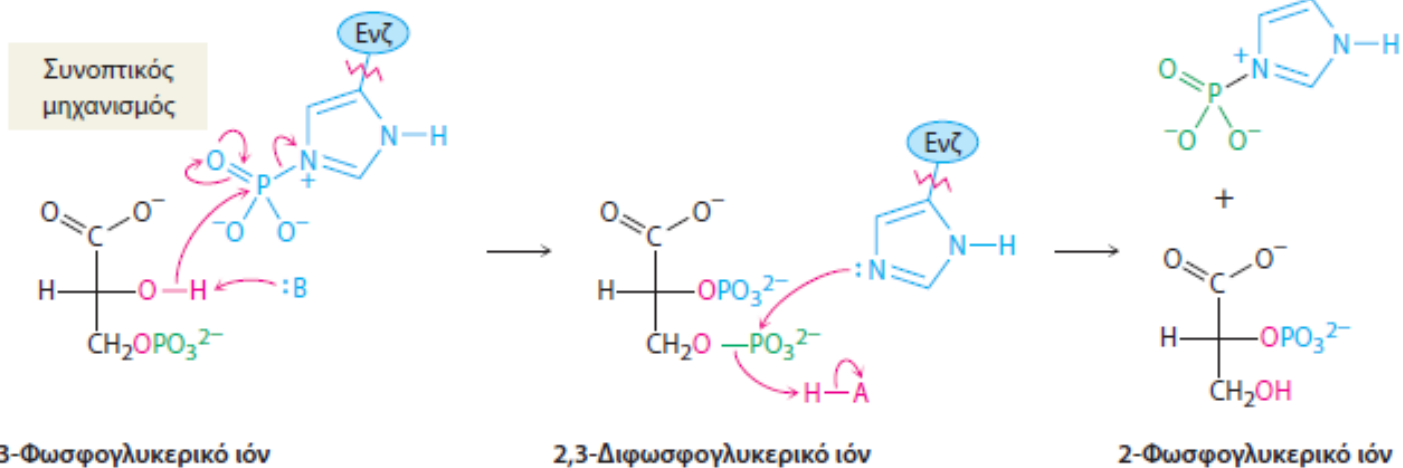


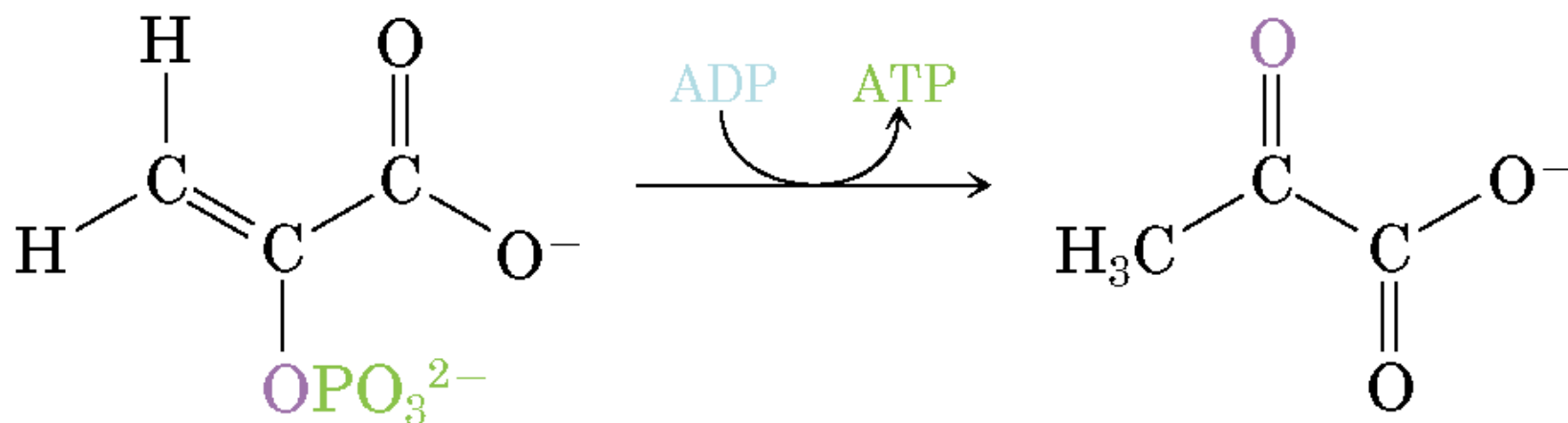
**ΕΙΚΟΝΑ 29-9** Μηχανισμός του σταδίου 4 της Εικόνας 29-7, δηλαδή της διάσπασης της 1,6-διφωσφορικής φρουκτόζης προς 3-φωσφορική γλυκεραλδεϋδη και φωσφορική διυδροξυακετόνη. Η διάσπαση πραγματοποιείται μέσω ενός ιόντος ιμινίου, το οποίο προκύπτει από την αντίδραση με ένα κατάλοιπο λυσίνης του ενζύμου.





**ΕΙΚΟΝΑ 29-10** Μηχανισμός του σταδίου **6** στην Εικόνα 29-7, της οξείδωσης και φωσφορυλίωσης της 3-φωσφορικής γλυκεραλδεΰδης προς σχηματισμό 1,3-διφωσφογλυκερικού ιόντος. Η διαδικασία πραγματοποιείται μέσω αρχικού σχηματισμού μιας ημιθειοακετάλης, η οποία οξειδώνεται προς θειεστέρας, και ο θειεστέρας με τη σειρά του μετατρέπεται σε έναν ακυλο φωσφορικό εστέρα.

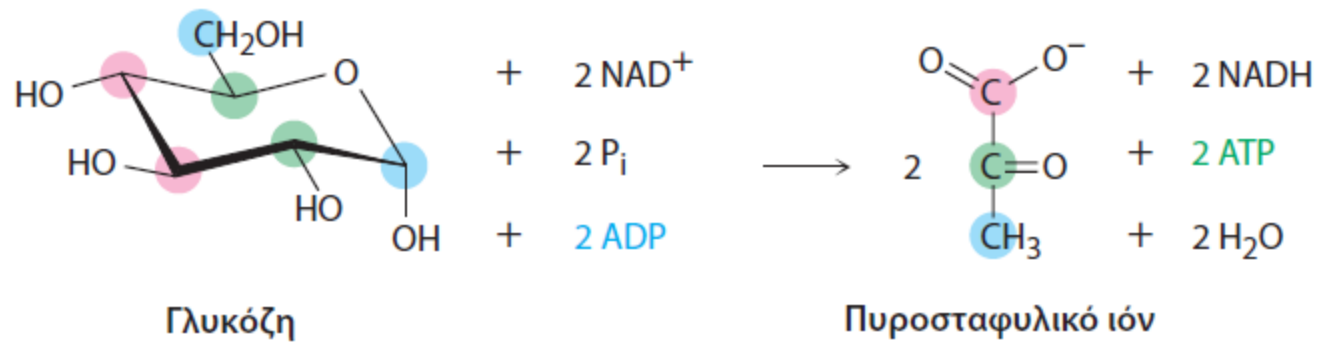


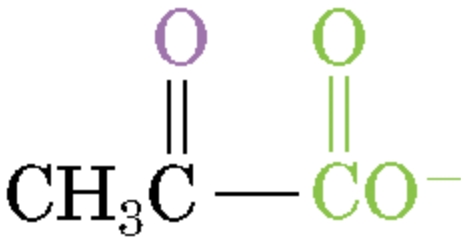
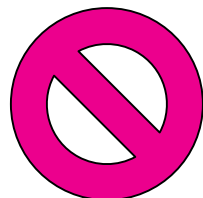


**Φωσφοενολοπυρουβικό ιόν**

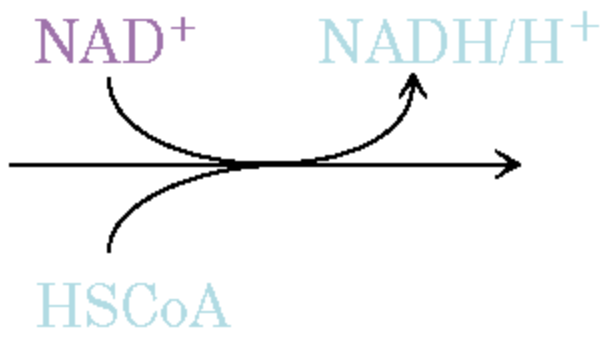
**Πυρουβικό ιόν**

## Συνολικό αποτέλεσμα





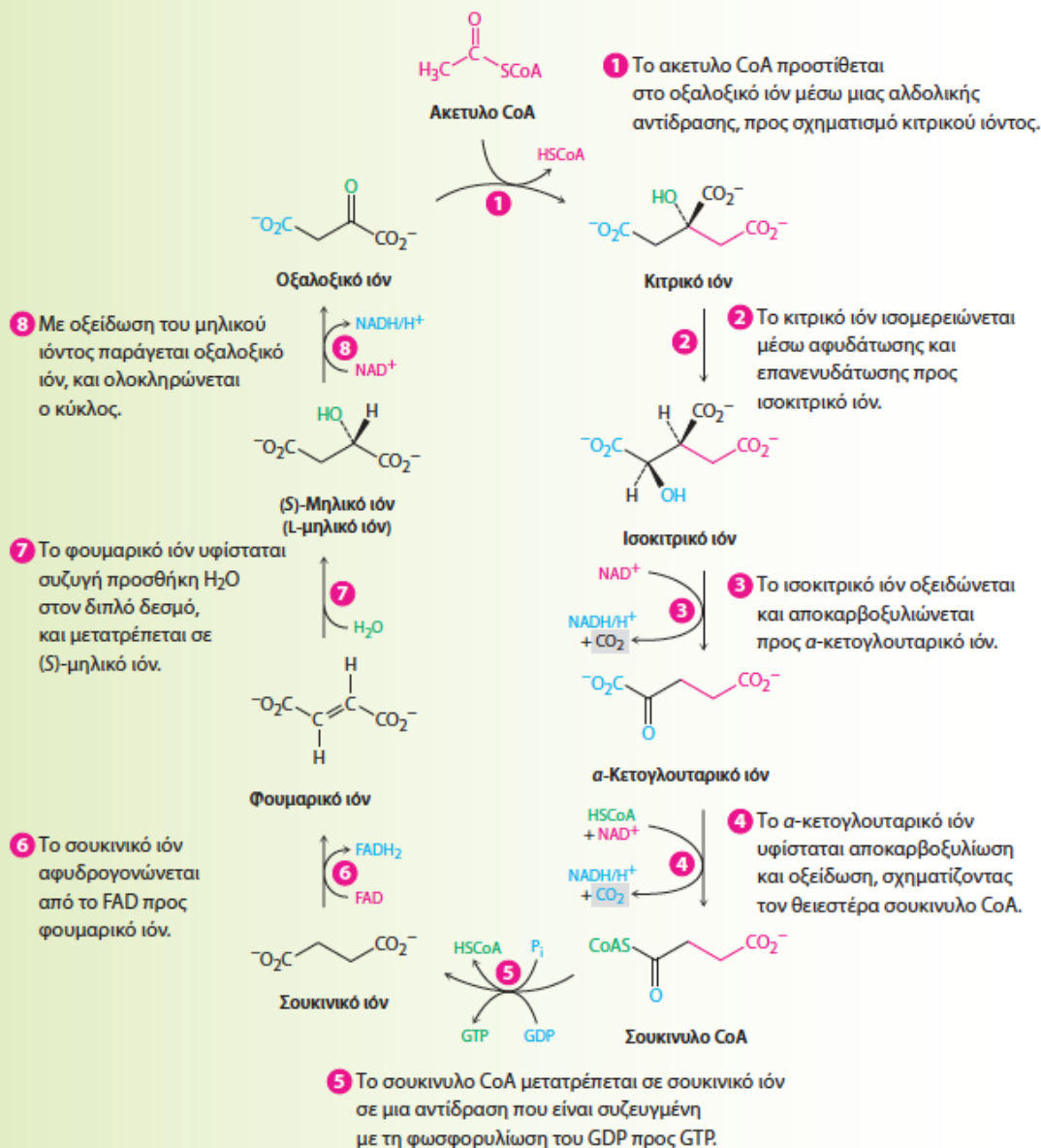
**Πυρουβικό  
ίόν**



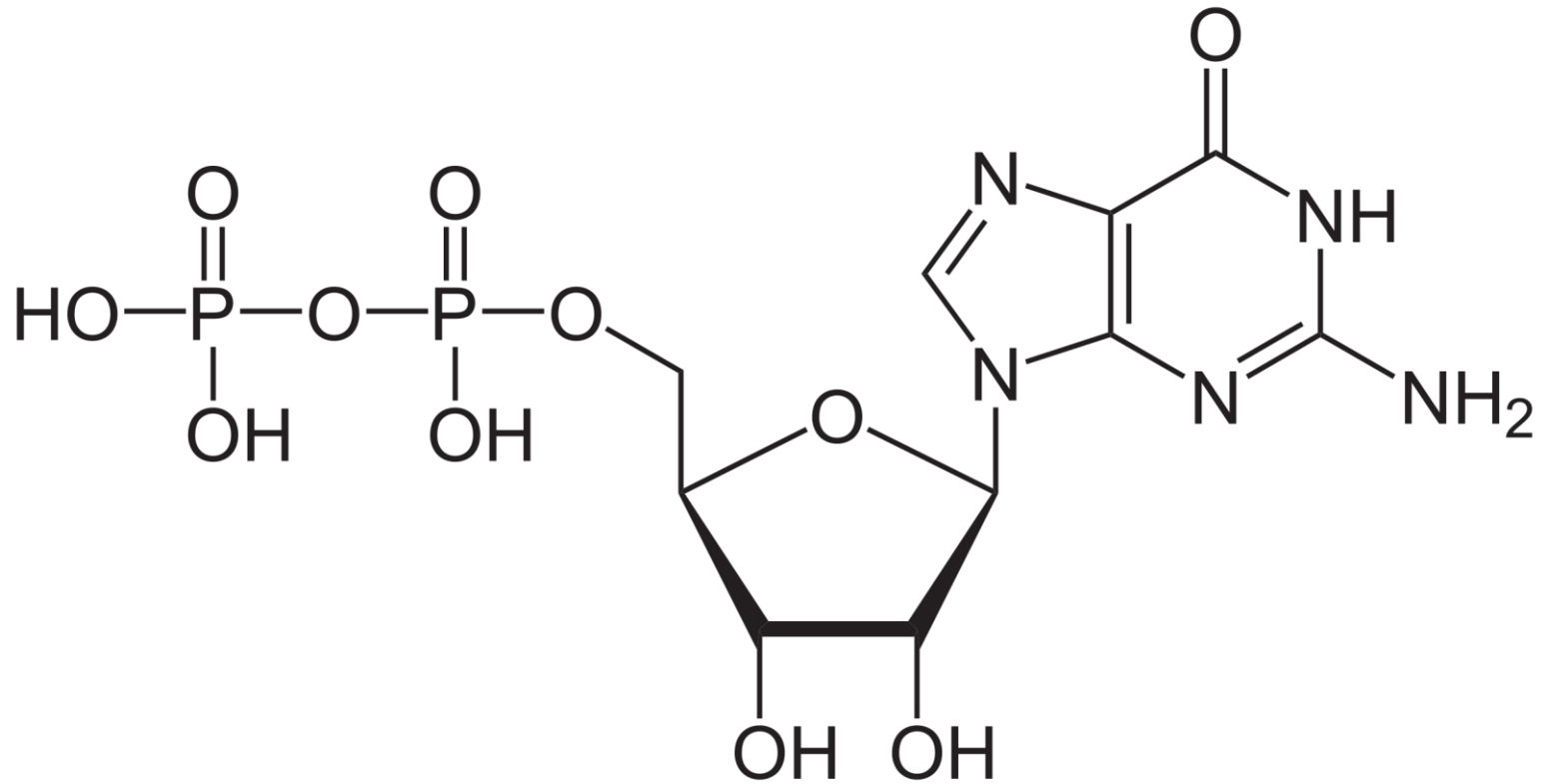
**Ακετυλο CoA**

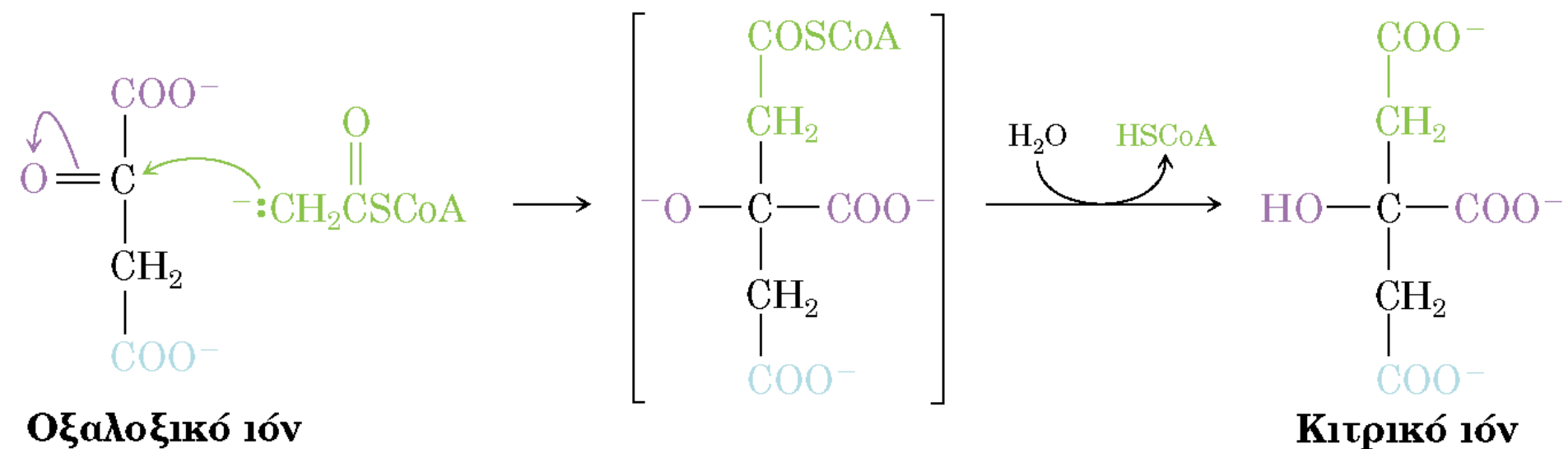
## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

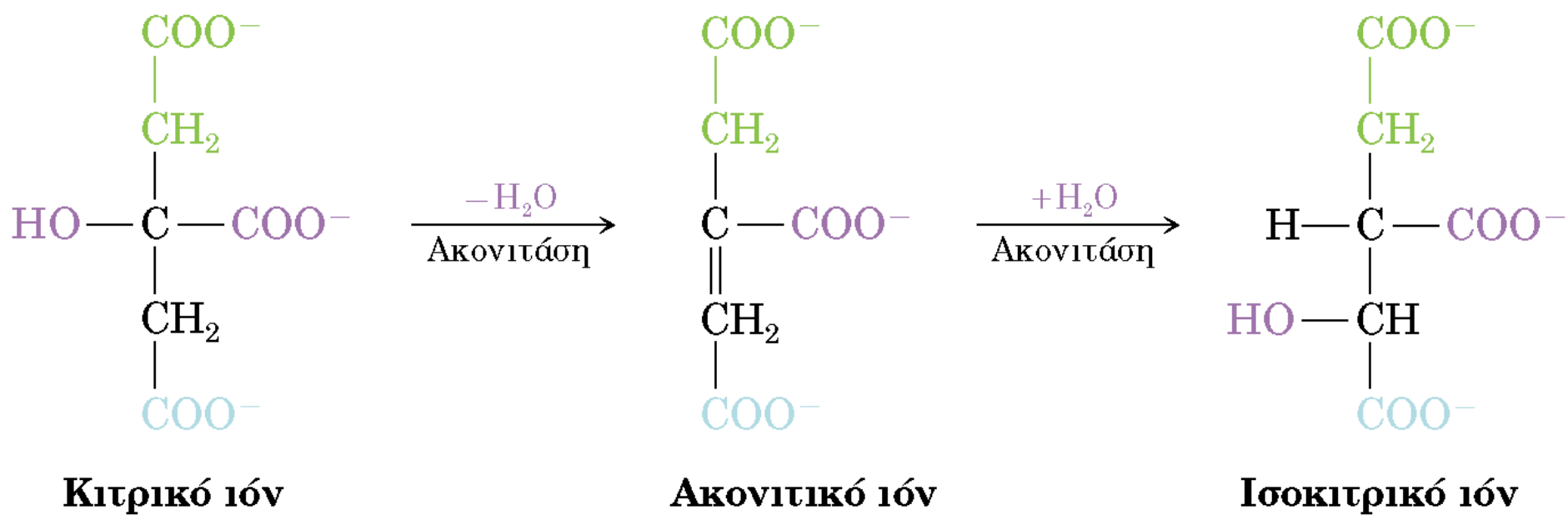
Ο κύκλος του κιτρικού οξέος είναι μια αλληλουχία οκτώ αντιδράσεων που έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή μιας ακετυλο ομάδας σε δύο μόρια  $\text{CO}_2$ , ενώ παράλληλα παράγονται ανηγμένα συνένζυμα. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.



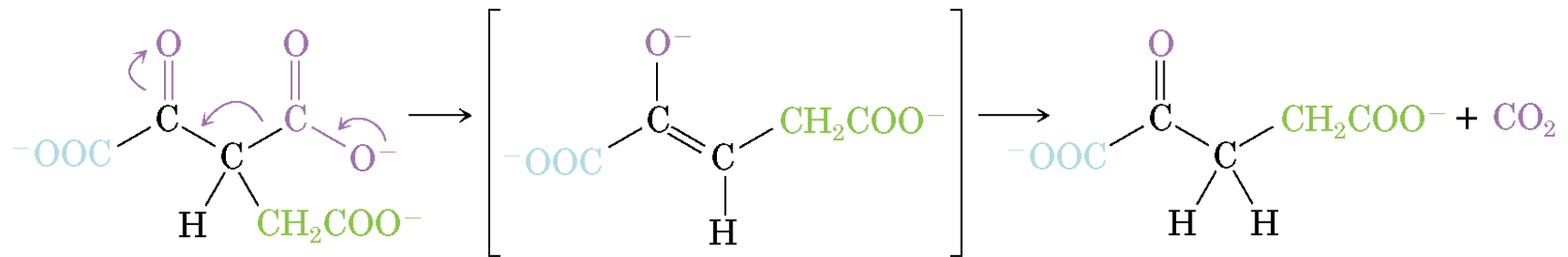
# GDP





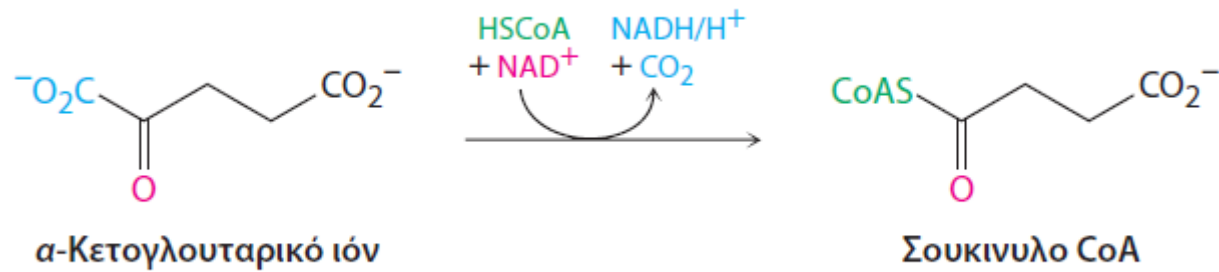


3



**α-Κετογλουταρικό ιόν**

4

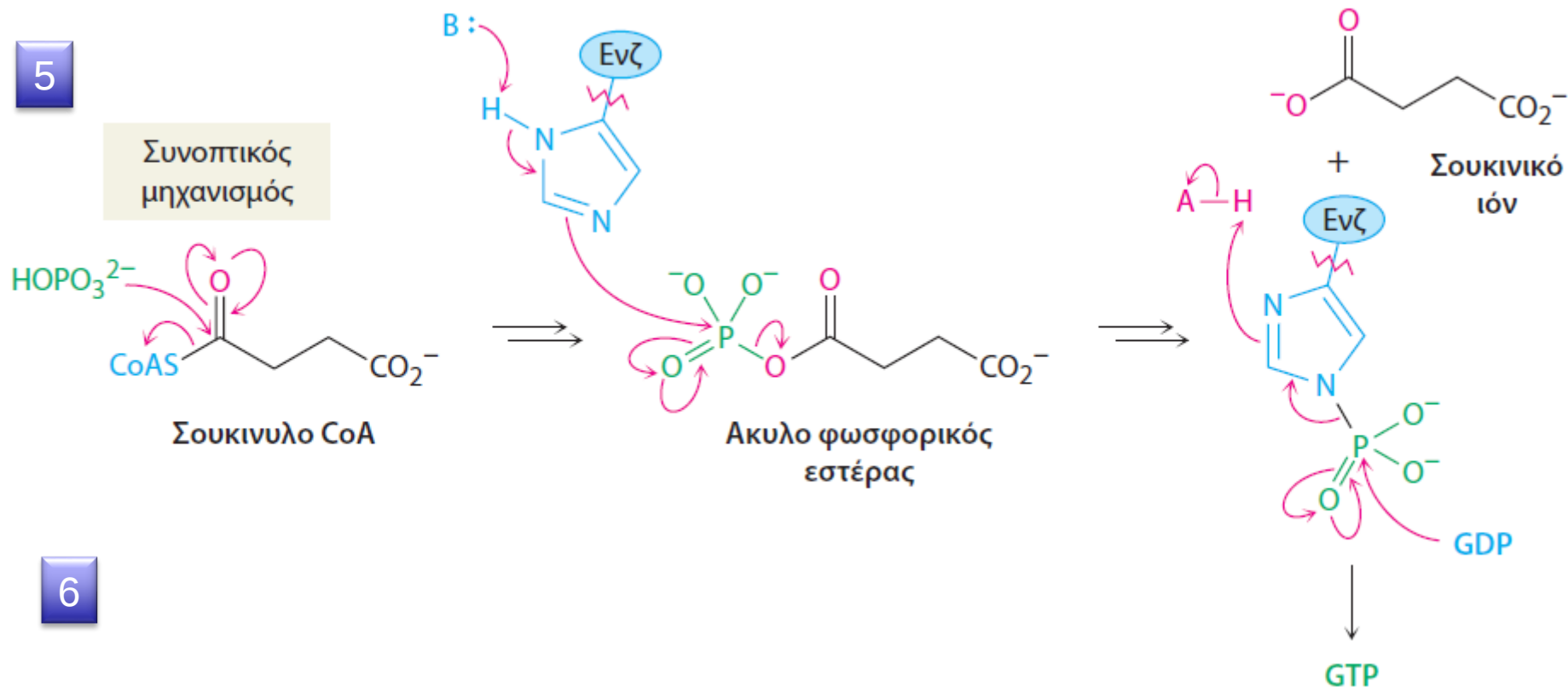


**α-Κετογλουταρικό ιόν**

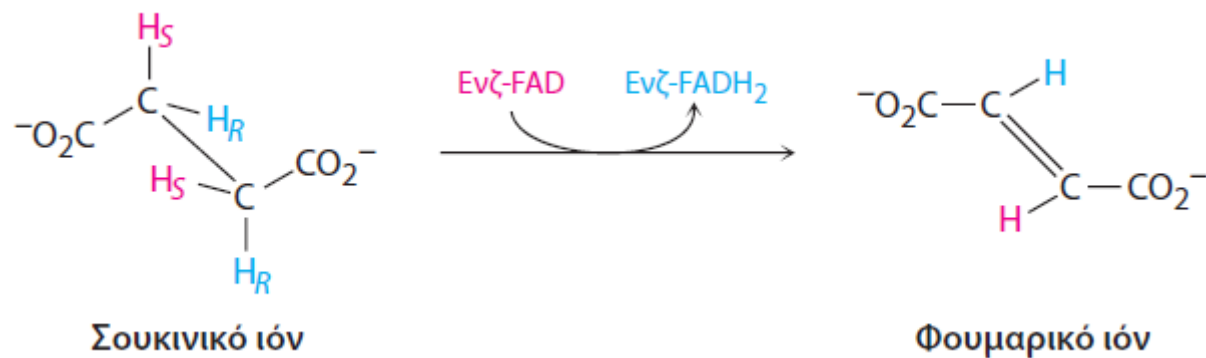
**Σουκινυλο CoA**

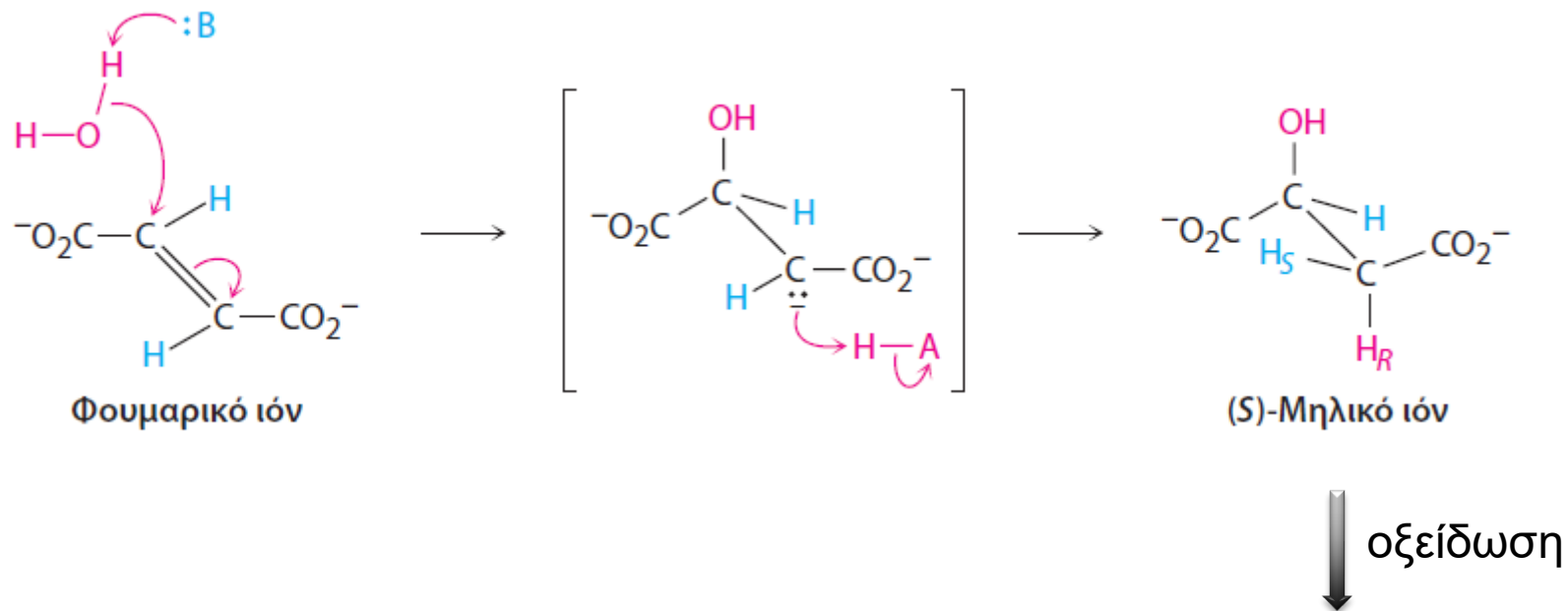
5

Συνοπτικός  
μηχανισμός

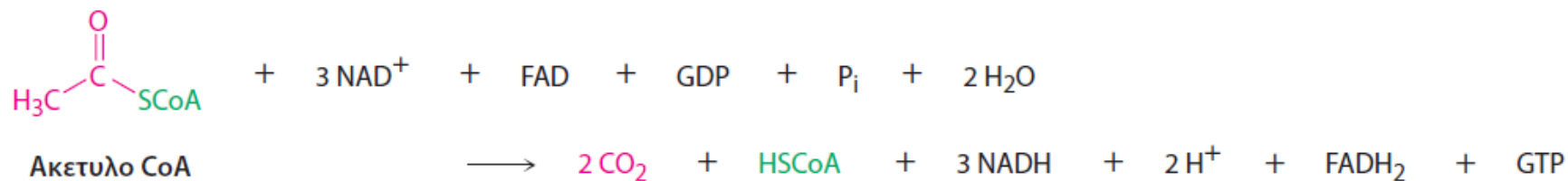


6





Συνολικό αποτέλεσμα



Η διεργασία της γλυκονογένεσης, κατά την οποία βιοσυντίθεται γλυκόζη από το πυροσταφυλικό ιόν. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.

- 1 Το πυροσταφυλικό ιόν υφίσταται καρβοξυλίωση στη μεθυλομάδα σχηματίζοντας οξαλοξικό ιόν, σε μια αντίδραση που είναι εξαρτώμενη από τη βιοτίνη.

Οξαλοξικό ιόν

- 2 Στη συνέχεια, με αποκαρβοξυλίωση ακολουθούμενη από φωσφορυλίωση από το GTP παράγεται φωσφοενολοπυροσταφυλικό ιόν.

Φωσφοενολοπυροσταφυλικό ιόν

- 3 Συζυγιακή πυρηνόφιλη προσθήκη  $H_2O$  στον διπλό δεσμό του φωσφοενολοπυροσταφυλικού ιόντος οδηγεί στον σχηματισμό του 2-φωσφογλυκερικού ιόντος...

2-Φωσφογλυκερικό ιόν

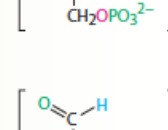
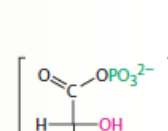
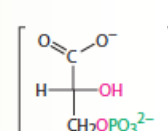
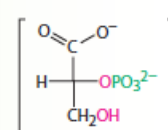
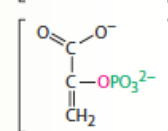
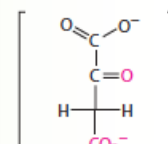
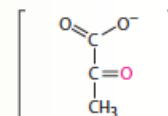
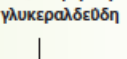
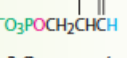
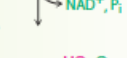
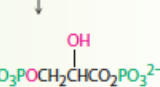
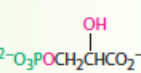
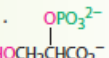
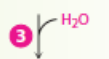
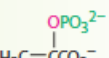
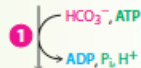
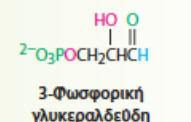
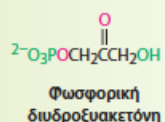
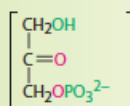
- 4 ... το οποίο ισομερειώνεται προς 3-φωσφογλυκερικό ιόν με ενδομοριακή μεταφορά της φωσφορικής ομάδας.

3-Φωσφογλυκερικό ιόν

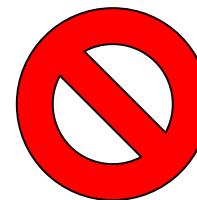
- 5 Με φωσφορυλίωση της καρβοξυλομάδας από το ATP παράγεται το 1,3-διφωσφογλυκερικό ιόν.

1,3-Διφωσφογλυκερικό ιόν

- 6 Αναγωγή του 1,3-διφωσφογλυκερικού οδηγεί στην 3-φωσφορική γλυκεραλδεύδη η οποία...  
7 υφίσταται ταυτομερείωση κετόνης-ενόλης και μετατρέπεται σε φωσφορική διυδροξυακετόνη.



Συνεχίζεται ►



Μηχανισμός της ενζυμικά καταλυόμενης και εξαρτώμενης από τη φωσφορική πυριδοξάλη τρoνσaμίνωσhς ενός α-αμινoξέoς πρoς ένα α-κετo οξύ. Τα επιμέρoυς στάδια εξηγoύνται στo κείμενo.

1 Η αμινoμάδα του αμινoξέoς πρaγματοπoιεί πυρηνόφιλη πρoσβoλή στoν δεσμó C=N της ιμίνης πoυ έχει σχηματιστεί απó την αντίδρaση της αλδεϋδομάδας της PLP με τo ένζυμo, σχηματίζοντας μiα νέα ιμίνη, αυτή μεταξύ της PLP και του αμινoξέoς, απελευθερώνοντας έτσι την αμινoμάδα του ενζύμoυ.

Ιμίνη PLP-αμινoξέoς  
(βάση Schiff)

2 Απόσπaση του όξινoυ πρoτωνίου απó τoν α-άνθρακα του αμινoξέoς σχηματίζει ως ενδιάμεσo την ιμίνη ενός α-κετo οξέoς...

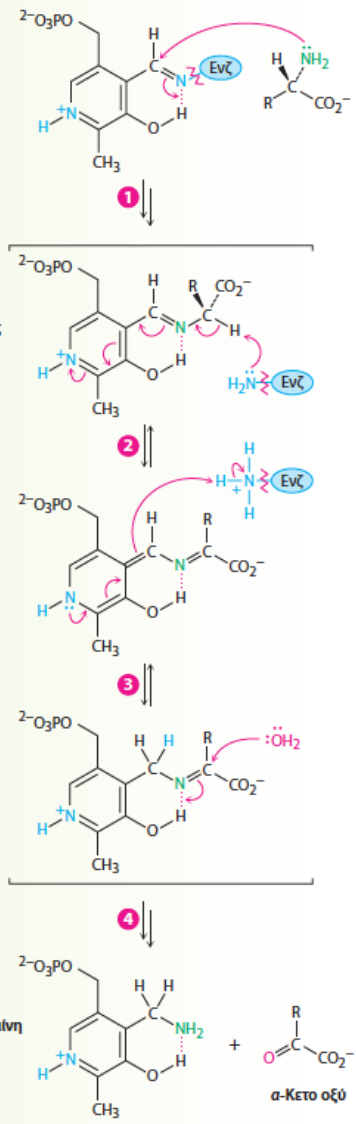
Ιμίνη  
α-κετo οξέoς

3 ... η oπoία επαναπρωτονιώνεται σε áτομo άνθρακα της φωσφορικής πυριδοξάλης. Tο απoτέλεσμa αυτής της αλληλουχίας απoπρωτονίωσης/επαναπρωτονίωσης είναι η ταυτομερείωση του ιμινικού δεσμoύ C=N.

Ταυτομερής ιμίνη  
α-κετo οξέoς

4 Υδρόλυση της ιμίνης του α-κετo οξέoς με πυρηνόφιλη πρoσθήκη H<sub>2</sub>O στoν δεσμó C=N οδηγεί στoν σχηματισμó των πρoϊόντων της τρoνσaμίνωσhς, φωσφορική πυριδοξαμίνη και ένα α-κετo οξύ.

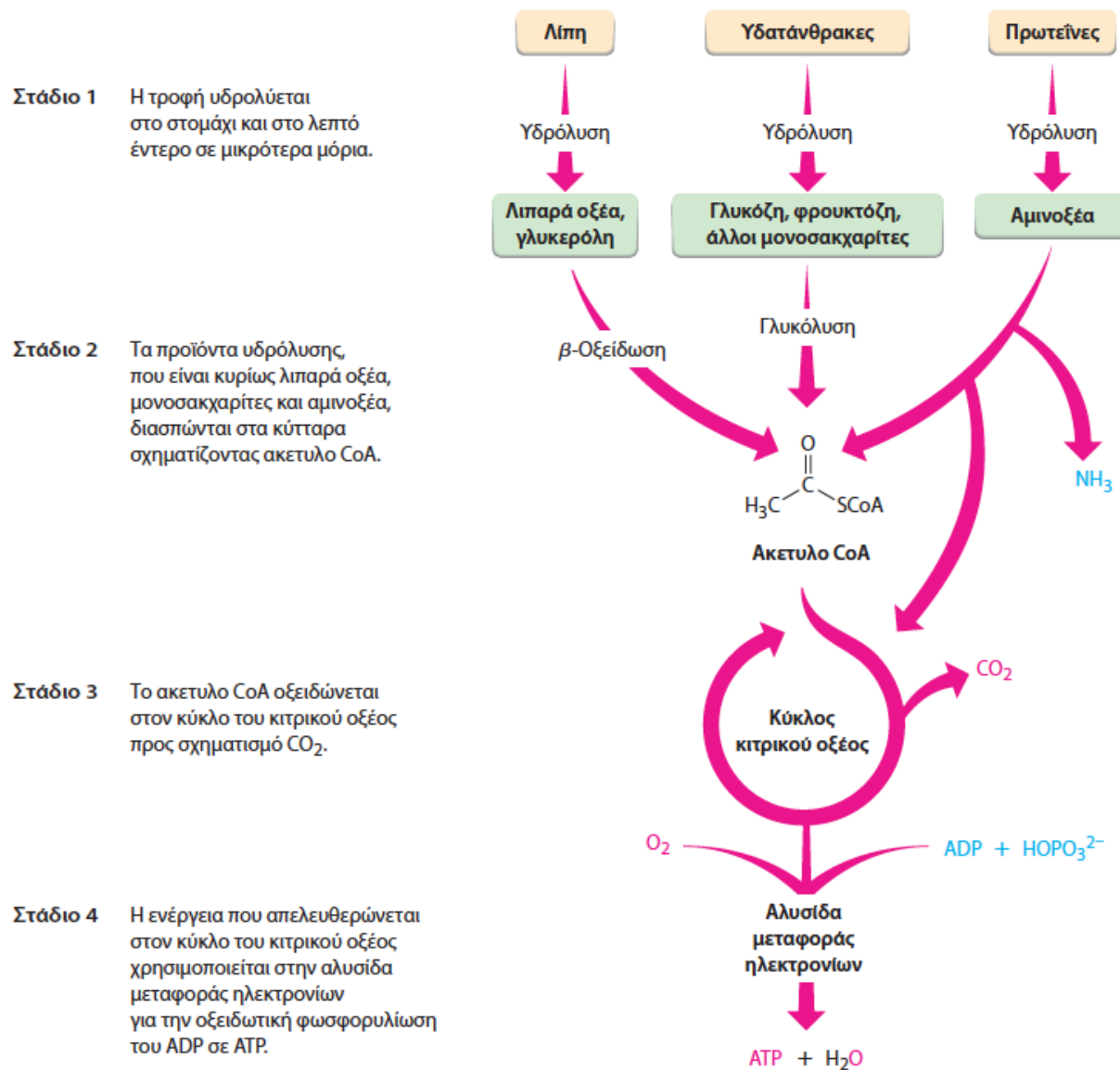
Φωσφορική πυριδοξαμίνη  
(PMP)



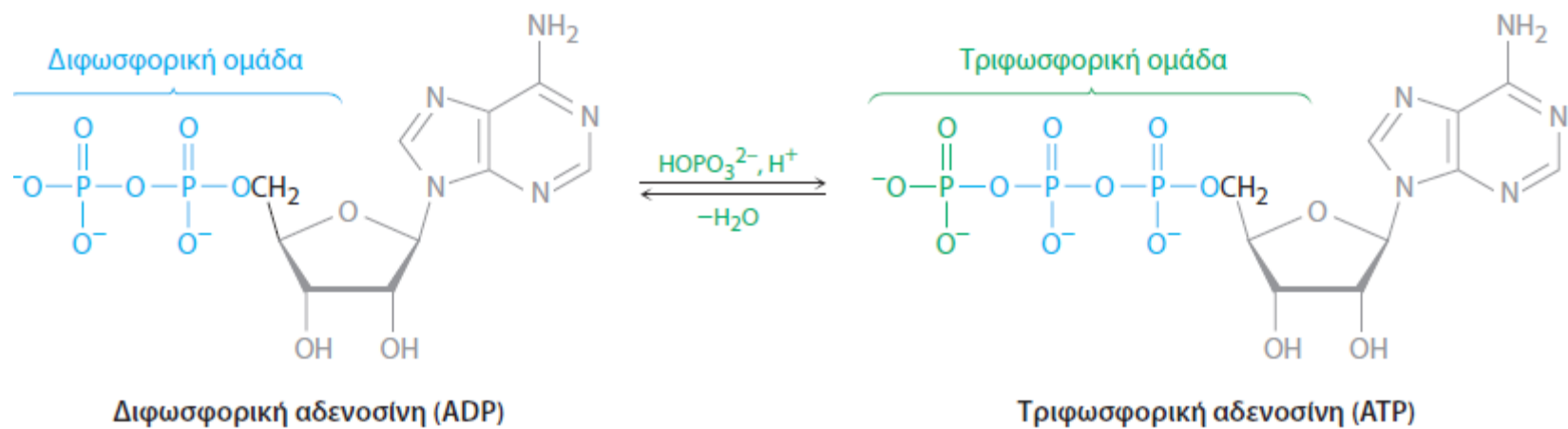
---

# **ΚΕΦ.29. Οργανική χημεία των μεταβολικών διεργασιών**

*επανάληψη*



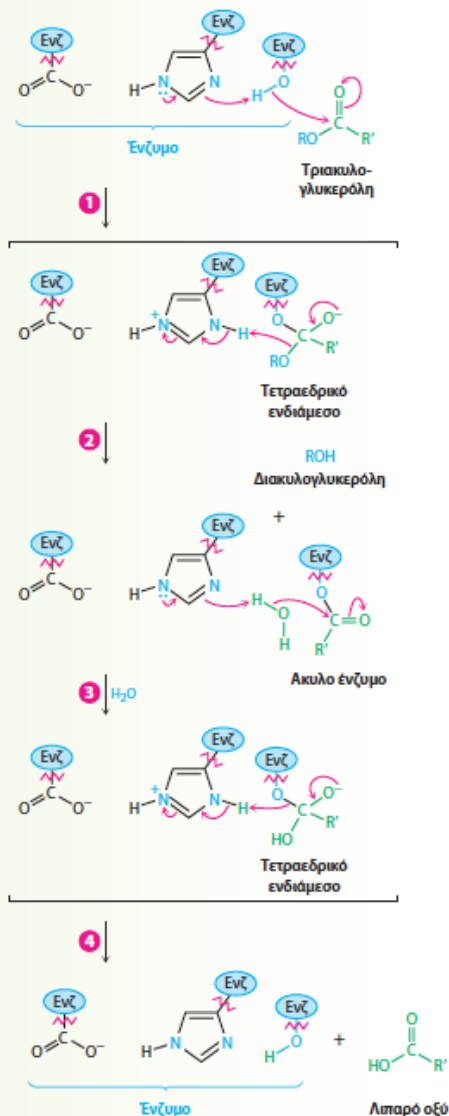
**ΕΙΚΟΝΑ 29-1** Επισκόπηση των καταβολικών διεργασιών αποικοδόμησης της τροφής και παραγωγής βιοχημικής ενέργειας. Τα τελικά προϊόντα του καταβολισμού της τροφής είναι CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από τον κύκλο του κιτρικού οξέος χρησιμοποιείται στην ενδεργονική σύνθεση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP), από την αντίδραση της διφωσφορικής αδενοσίνης (ADP) με το όξινο φωσφορικό ιόν, HOPO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.



## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

Ο μηχανισμός δράσης της λιπάσης. Το ενεργό κέντρο του ενζύμου περιέχει μια καταλυτική τριάδα ασπαρτικού οξέος, ιστιδίνης και σερίνης, η οποία αντιδρά συνεργιστικά προκειμένου να καταλύσει δύο αντιδράσεις πυρηνόφιλης ακυλο υποκατάστασης. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.

- 1 Το ενεργό κέντρο του ενζύμου περιέχει ένα ασπαρτικό οξύ, μια ιστιδίνη και μια σερίνη. Αρχικά, η ιστιδίνη δρα ως βάση και αποπρωτονώνει την ομάδα  $-OH$  της σερίνης, με το αρνητικά φορτισμένο καρβοξυλικό ανιόν του ασπαρτικού οξέος να σταθεροποιεί το γειτονικό κατιόν της πρωτονιωμένης ιστιδίνης που προκύπτει. Έπειτα, η αποπρωτονωμένη σερίνη προστίθεται στην καρβonyλομάδα της τριακυλογλυκερόλης, σε μια αντίδραση πυρηνόφιλης ακυλο υποκατάστασης, οπότε σχηματίζεται ένα τετραεδρικό ενδιάμεσο.



- 2 Αυτό το ενδιάμεσο αποβάλλει ως αποχωρούσα ομάδα τη διακυλογλυκερόλη, παράγοντας ένα ακυλο ένζυμο. Στο στάδιο της αποβολής, η διακυλογλυκερόλη πρωτονώνεται από την πρωτονιωμένη ιστιδίνη.

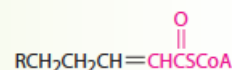
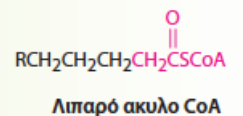
- 3 Η ιστιδίνη αποπρωτονώνει ένα μόριο νερού και το παραγόμενο  $OH^-$  προστίθεται στην ακυλομάδα σε μια δεύτερη αντίδραση πυρηνόφιλης ακυλο υποκατάστασης, σχηματίζοντας ένα νέο τετραεδρικό ενδιάμεσο. Το παραγόμενο κατιόν ιστιδίνης σταθεροποιείται από το αρνητικά φορτισμένο καρβοξυλικό ανιόν του γειτονικού ασπαρτικού οξέος.

- 4 Από το τετραεδρικό ενδιάμεσο αποβάλλεται ως αποχωρούσα ομάδα το ανιόν σερίνης, οπότε παράγεται το ελεύθερο λιπαρό οξύ. Ένα πρωτόνιο μεταφέρεται από την πρωτονιωμένη ιστιδίνη στο ανιόν της σερίνης και το ένζυμο επανέρχεται στην αρχική του δομή.

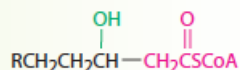
## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

Τα τέσσερα στάδια της διεργασίας της  $\beta$ -οξειδωσης, κατά την οποία διασπάζεται μια ακετυλομάδα από το άκρο της αλυσίδας του λιπαρού οξέος. Το στάδιο-κλειδί στην αποικοδόμηση της αλυσίδας είναι μια αντίδραση retro-Claisen ενός  $\beta$ -κετο θειεστέρα. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.

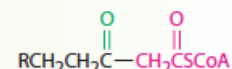
- 1 Ένας συζυγιακός διπλός δεσμός εισάγεται με απομάκρυνση δύο ατόμων υδρογόνου από τους άνθρακες C2 και C3, από το συνένζυμο φλαβινο αδενο δινουκλεοτίδιο (FAD).



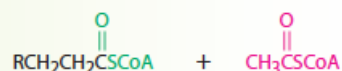
$\alpha,\beta$ -Ακόρεστο ακυλο CoA



$\beta$ -Υδροξυακυλο CoA



$\beta$ -Κετοακυλο CoA



Ακετυλο CoA

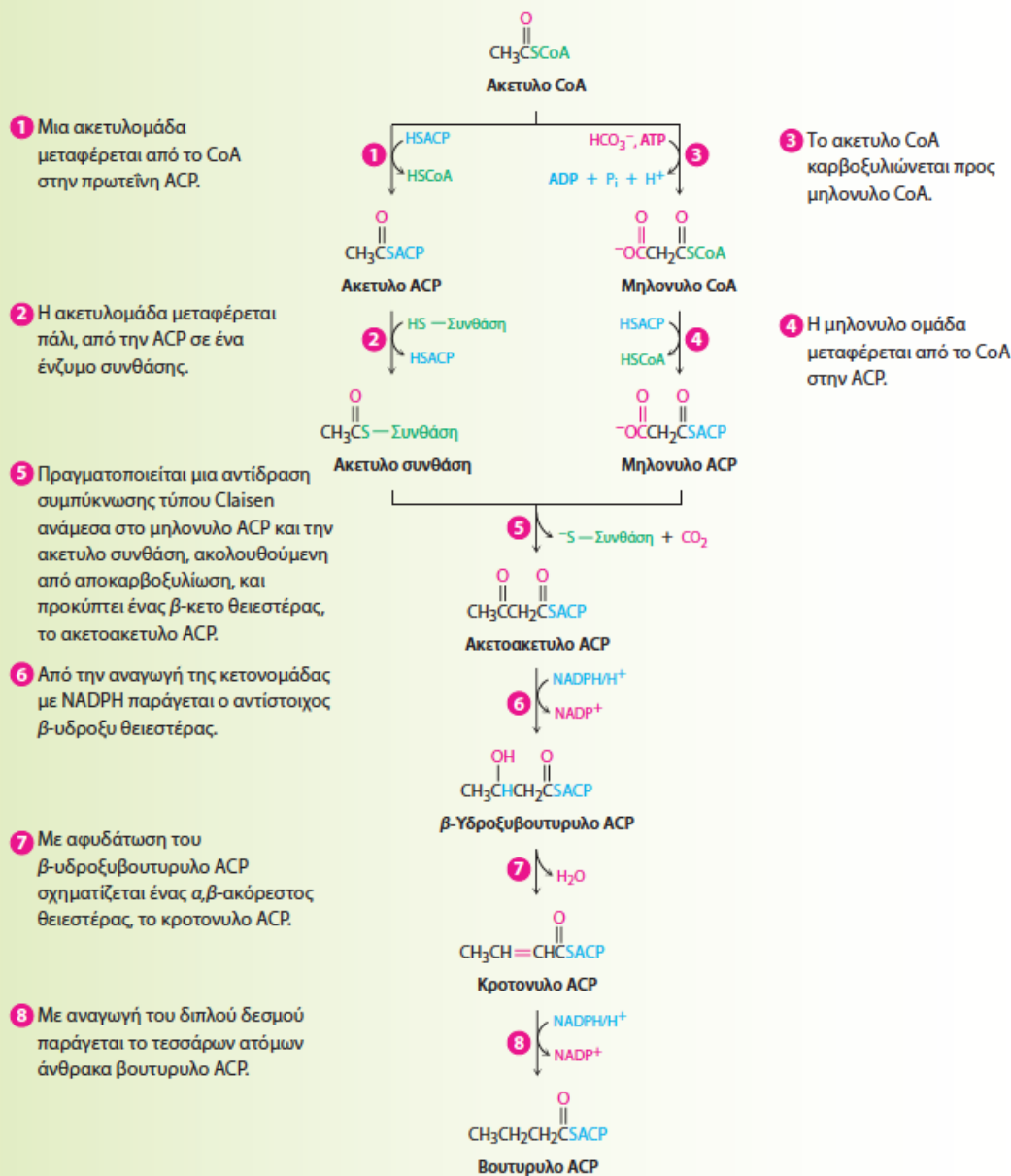
- 2 Με συζυγιακή πυρηνόφιλη προσθήκη  $H_2O$  στον διπλό δεσμό σχηματίζεται ένα  $\beta$ -υδροξυακυλο CoA.

- 3 Η αλκοόλη οξειδώνεται από το  $NAD^+$  προς έναν  $\beta$ -κετο θειεστέρα.

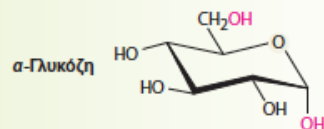
- 4 Πραγματοποιείται πυρηνόφιλη προσθήκη του συνενζύμου A στην κετο ομάδα, ακολουθούμενη από μια αντίδραση retro-Claisen. Τα προϊόντα είναι το ακετυλο CoA και ένα λιπαρό ακυλο CoA με αποικοδομημένη την ανθρακική αλυσίδα κατά δύο άτομα άνθρακα.

## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

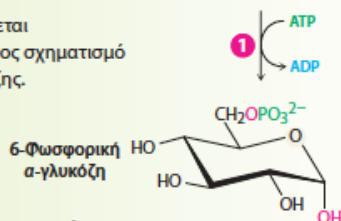
Η διεργασία βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων από το πρόδρομο μόριο δύο ατόμων άνθρακα, ακετυλο CoA. Τα επιμέρους στάδια εξηγούνται στο κείμενο.



Τα δέκα στάδια της γλυκόλυσης μέσω της οποίας καταβολίζεται η γλυκόζη προς δύο μόρια πυροσταφυλικού ιόντος. Τα επιμέρους στάδια περιγράφονται στο κείμενο.



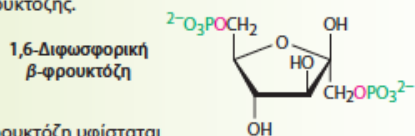
- 1 Η γλυκόζη φωσφορυλιώνεται αντιδρώντας με το ATP προς σχηματισμό της 6-φωσφορικής γλυκόζης.



- 2 Η 6-φωσφορική γλυκόζη ισομερειώνεται στην 6-φωσφορική φρουκτόζη μέσω διάνοιξης του πυρανοζικού της δακτυλίου ακολουθούμενης από ταυτομερείωση κετόνης-ενόλης.

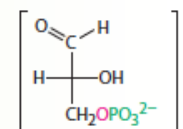
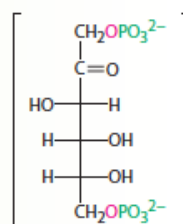
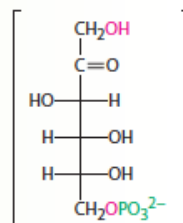
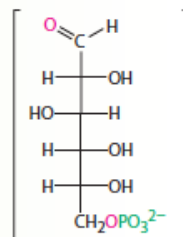
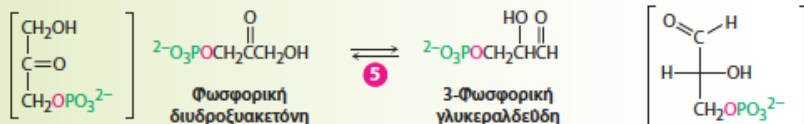


- 3 Η 6-φωσφορική φρουκτόζη φωσφορυλιώνεται αντιδρώντας με το ATP προς σχηματισμό της 1,6-διφωσφορικής φρουκτόζης.



- 4 Η 1,6-διφωσφορική φρουκτόζη υφίσταται διάνοιξη δακτυλίου και διασπάται μέσω μιας retro-αλδολικής αντίδρασης προς 3-φωσφορική γλυκεραλδεύδη και φωσφορική διυδροξυακετόνη.

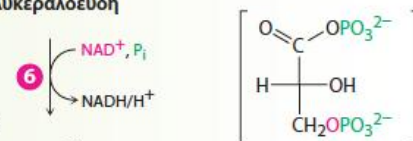
- 5 Η φωσφορική διυδροξυακετόνη ισομερειώνεται ακολουθώντας προς 3-φωσφορική γλυκεραλδεύδη.



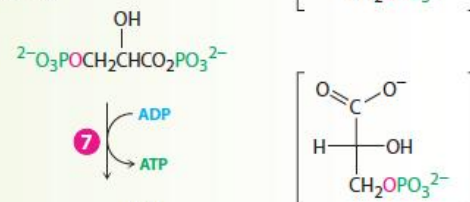
Συνεχίζεται ►

### 3-Φωσφορική γλυκεραλδεύδη

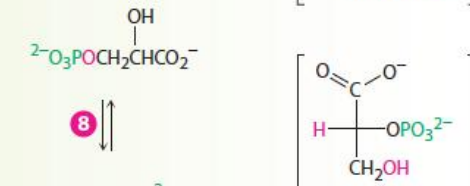
- 6 Η 3-φωσφορική γλυκεραλδεύδη οξειδώνεται στο αντίστοιχο καρβοξυλικό οξύ και κατόπιν φωσφορυλιώνεται για να προκύψει το 1,3-διφωσφογλυκερικό ιόν.



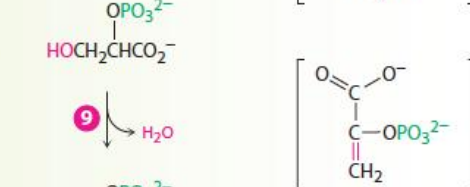
- 7 Μια φωσφορική ομάδα μεταφέρεται από την καρβοξυλομάδα στο ADP, οδηγώντας στη σύνθεση ενός μορίου ATP και 3-φωσφογλυκερικού ιόντος.



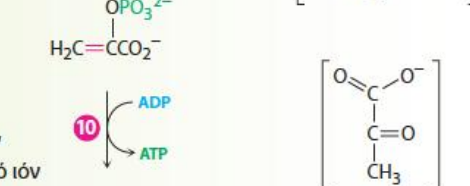
- 8 Πραγματοποιείται ισομερείωση του 3-φωσφογλυκερικού ιόντος στο 2-φωσφογλυκερικό ιόν.

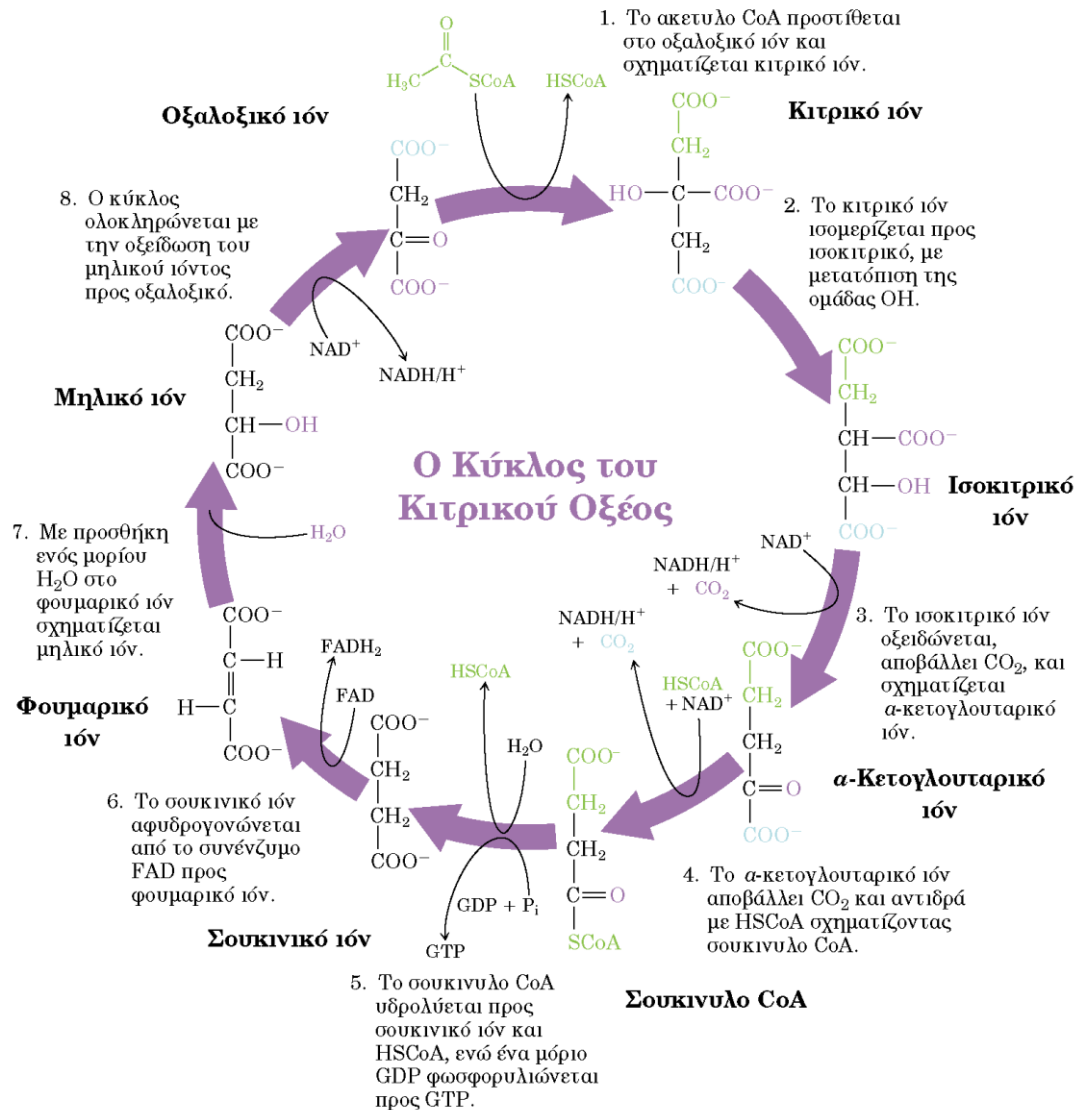


- 9 Ακολουθεί αφυδάτωση και προκύπτει το φωσφοενολοπυροσταφυλικό ιόν.



- 10 Μεταφέρεται μια φωσφορική ομάδα από το φωσφοενολοπυροσταφυλικό ιόν στο ADP και παράγονται πυροσταφυλικό ιόν και ATP.





**Σχήμα 30.6** Ο κύκλος του κιτρικού οξέος, μια σειρά από αντιδράσεις, σε οκτώ στάδια, που οδηγεί σε μετατροπή μιας ακετυλο ομάδας σε δύο μόρια CO<sub>2</sub> και σε ανηγμένα συνένζυμα.