



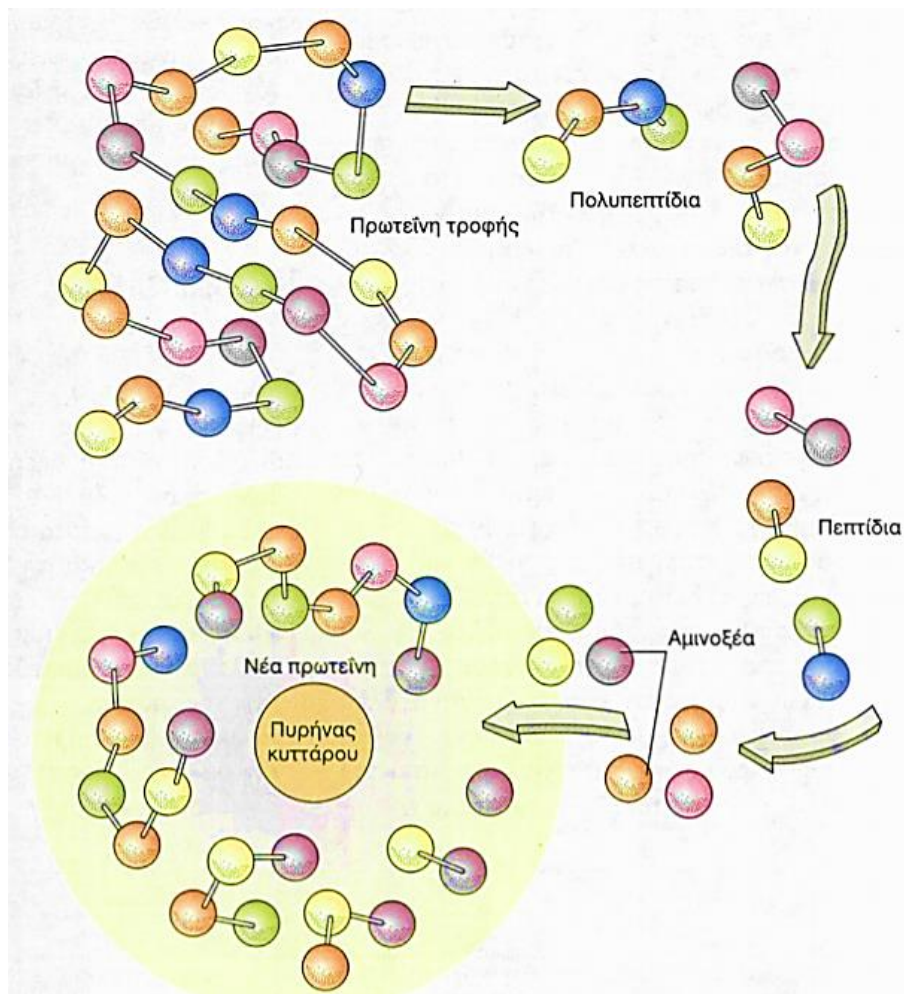
# ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ

Τρασανίδου Λευκοθέα, Χημικός MSc

ΔΙΕΚ ΣΙΝΔΟΥ

29/3/2023

# Μεταβολισμός πρωτεϊνών



- Οι πρωτεΐνες του οργανισμού συνεχώς συντίθενται (πρωτεϊνοσύνθεση) και αποικοδομούνται (πρωτεόλυση ή υδρόλυση). Τα αμινοξέα αποτελούν και **δομικά συστατικά** αλλά και προϊόντα αποικοδόμησης των πρωτεϊνών.
- Ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών ξεκινά με την υδρόλυση των πρωτεϊνών, μέσω **πρωτεολυτικών ενζύμων** τα οποία διασπούν τις πρωτεΐνες σε πεπτίδια και τελικά σε αμινοξέα.
- Από τα αμινοξέα που προκύπτουν, ένα μέρος χρησιμοποιείται για τη σύνθεση νέων πρωτεϊνών, ενώ το υπόλοιπο αποικοδομείται μέσω των αντιδράσεων:
  - Αποκαρβοξυλίωσης
  - Απαμίνωσης

# ΠΡΩΤΕΙΝΗ



- Τα αμινοξέα που βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από αυτές που απαιτούνται για τη σύνθεση των πρωτεϊνών δεν αποθηκεύονται!

Χρησιμοποιούνται όμως ως μεταβολικό καύσιμο, δηλαδή:

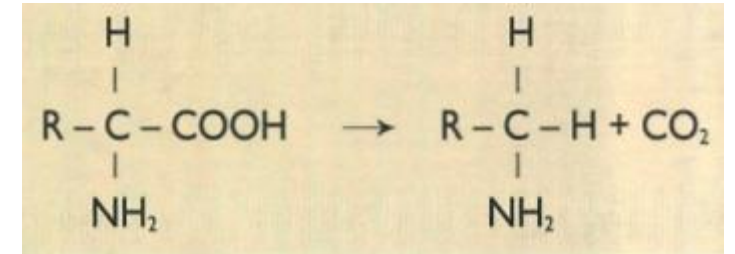
Μετά την απομάκρυνση της αμινομάδας  $\text{NH}_2$  (**απαμίνωση**) και την αποβολή της από τον οργανισμό με τη μορφή ουρίας, ο ανθρακικός σκελετός που μένει χρησιμοποιείται:

- Για τη βιοσύνθεση άλλων αμινοξέων
- Για κάλυψη ενεργειακών αναγκών
- Σύνθεση γλυκόζης, είτε
- Για αποθήκευση με μορφή λίπους

## Μεταβολισμός των αμινοξέων: Αποκαρβοξυλίωση και Απαμίνωση

### Αποκαρβοξυλίωση

- Με την αποκαρβοξυλίωση το αμινοξύ χάνει την καρβοξυλομάδα του και μετατρέπεται σε αμίνη. Κάποιες αμίνες έχουν φαρμακολογική δράση, ενώ άλλες χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό ως νευροδιαβιβαστές/ορμόνες κ.α.
- Η αποκαρβοξυλίωση γίνεται με εξειδικευμένα ένζυμα που ονομάζονται *αποκαρβοξυλάσες*.



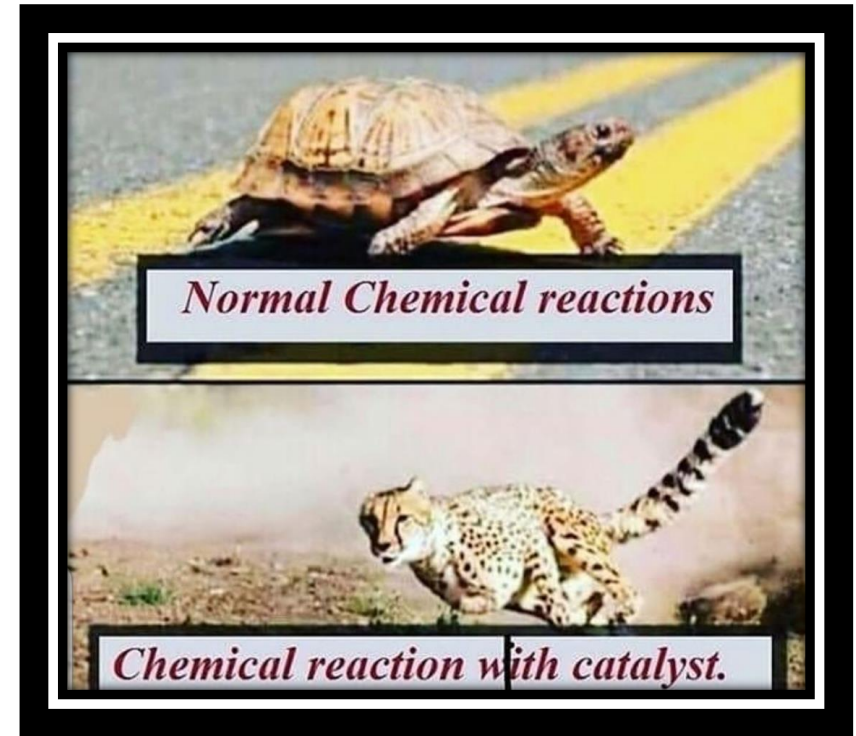
### Απαμίνωση

- Όταν ο οργανισμός δεν χρειάζεται τα αμινοξέα «κόβει» την αμινοομάδα τους και είτε την μεταφέρει σε άλλο μόριο, είτε την αποβάλλει από το σώμα μετατρέποντάς την σε ουρία που είναι ο τρόπος αποβολής του αζώτου από τον οργανισμό. Η ουρία μέσω του αίματος μεταφέρεται στους νεφρούς από όπου απεκκρίνεται μέσω των ούρων. Η απομάκρυνση της αμινοομάδας από τα αμινοξέα ονομάζεται **απαμίνωση (ή τρανσαμίνωση)**.
- Η απαμίνωση γίνεται με εξειδικευμένα ένζυμα που ονομάζονται *αμινοτρανσφεράσες*.

Αφού απομακρυνθεί η αμινοομάδα, το υπόλοιπο μόριο μετατρέπεται σε γλυκόζη (γλυκονεογένεση) και με αυτό τον τρόπο αξιοποιούνται τα αμινοξέα για την παραγωγή ενέργειας.

Μέσα στο κύτταρο πραγματοποιούνται συνεχώς πολυάριθμες χημικές αντιδράσεις. Όμως...

- ✘ Οι περισσότερες από αυτές είναι εξαιρετικά αργές.
- ✘ Απαιτείται μεγάλη ενέργεια για να ξεκινήσουν.
- ✘ Αυξάνεται η θερμοκρασία και αυτό μπορεί να καταστρέψει το κύτταρο.



Ποιος βοηθά προκειμένου να εξασφαλιστούν οι κατάλληλες συνθήκες και να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αντιδράσεις;



**Τα ένζυμα!**

**Βιολογικοί Καταλύτες**

# ENZYMA

Πρόκειται για **πρωτεϊνικά μόρια που καταλύουν** (επιταχύνουν) **βιοχημικές αντιδράσεις**, μειώνοντας την ενέργεια (ενέργεια ενεργοποίησης) που απαιτείται για την πραγματοποίησή τους, ενώ παράλληλα διατηρούν τη θερμοκρασία του κυττάρου στα σωστά επίπεδα.

Όπως όλες οι πρωτεΐνες, έτσι και τα ένζυμα έχουν **καθορισμένη δομή** στο χώρο και η δομή αυτή έχει μεγάλη σημασία για τη δράση τους η οποία παρουσιάζει μεγάλη **εξειδίκευση**.

Με τη βοήθεια των ενζύμων η ταχύτητα των βιοχημικών αντιδράσεων του οργανισμού αυξάνει έως και 100 εκατομμύρια φορές!!!

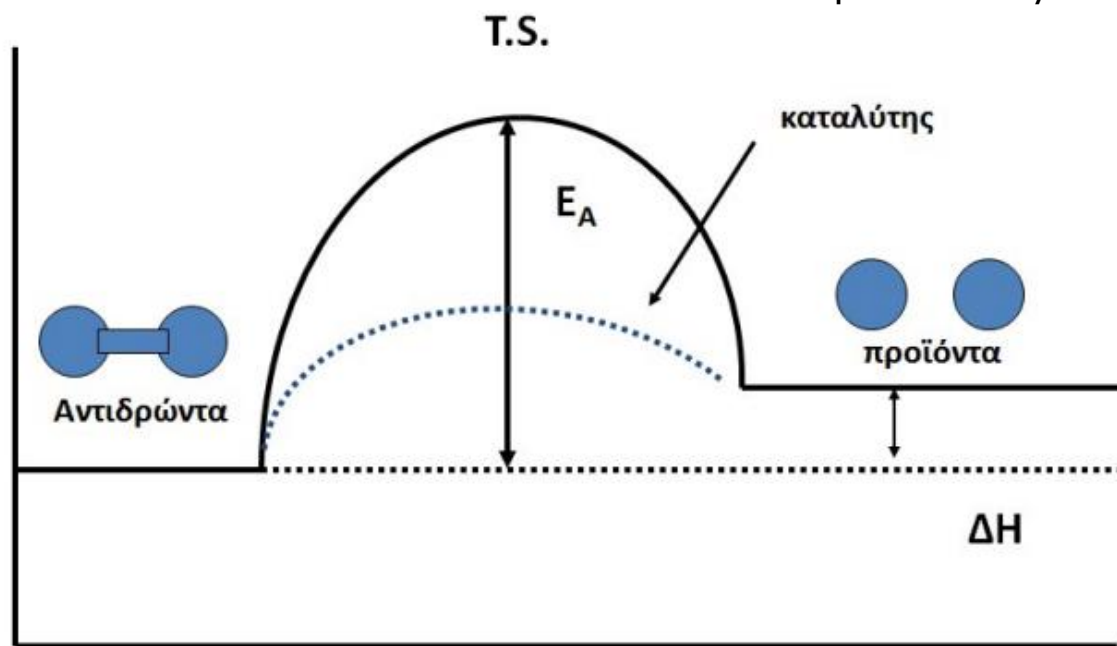
Μετά το τέλος της αντίδρασης τα ένζυμα παραμένουν **αναλλοίωτα**, έτοιμα να ξαναχρησιμοποιηθούν στην ίδια αντίδραση. Αυτός είναι και ο λόγος που τα ένζυμα συναντώνται μέσα στα κύτταρα σε πολύ μικρές ποσότητες.

## Ερώτηση Πιστοποίησης

(159) Τι είναι τα ένζυμα και ποια η σημασία τους για τον ανθρώπινο οργανισμό;

- Ειδική κατηγορία λειτουργικών πρωτεϊνών που έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν εκλεκτικά ορισμένες ουσίες. Στην περίπτωση των ενζύμων: *υποστρώματα*.
- Βιοκαταλύτες  $\Rightarrow$  Επιταχύνουν αντιδράσεις χωρίς να αλλοιώνονται
- Μειώνουν την ενέργεια ενεργοποίησης αντιδράσεων

<https://www.youtube.com/watch?v=VNX9UQo8fZ4>



# Ονοματολογία

- ❑ Το πρώτο συνθετικό του ονόματος ενός ενζύμου περιγράφει το υπόστρωμα ή τον τύπο της αντίδρασης που καταλύει.
- ❑ Η κατάληξη *-άση (-ase)* δείχνει ότι πρόκειται για ένζυμο.
- ❑ Παραδείγματα: αμυλάση, λιπάση, αφυδρογονάση, λιγάση, πεπτιδάση



# Ταξινόμηση Ενζύμων σύμφωνα με τον τύπο της αντίδρασης

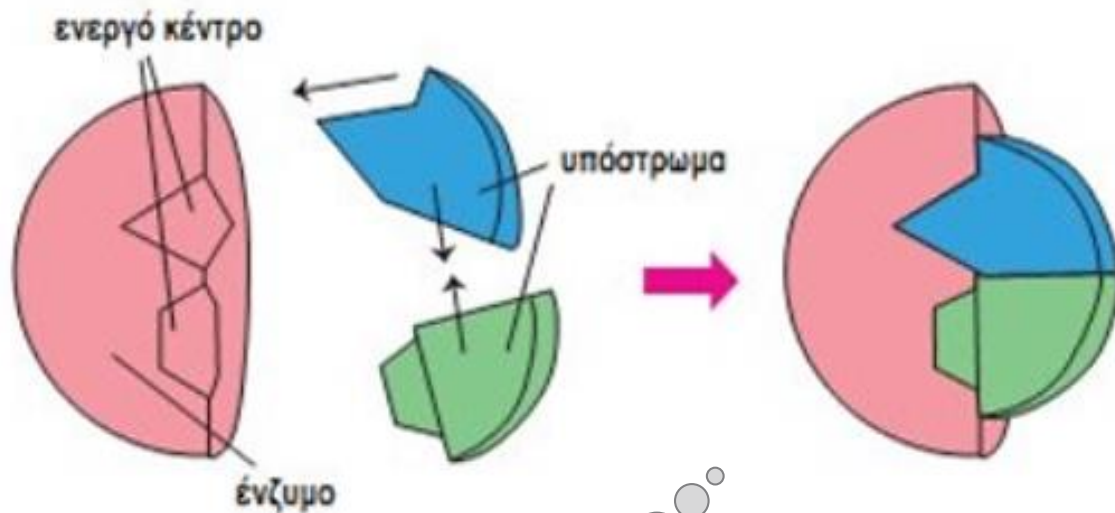
- **Υπεροξειδάσες:** Καταλύουν αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.
- **Τρανσφεράσες:** Μεταφέρουν λειτουργικές ομάδες.
- **Υδροξυλάσες:** Προκαλούν υδρόλυση.
- **Λυάσες:** Σπάζουν δεσμούς C - O, C - C ή C - N.
- **Ισομεράσες:** Αναδιατάσσουν διάφορες λειτουργικές ομάδες.
- **Λιγάσες:** Συνδέουν δύο μόρια.

Κάθε ένζυμο παρουσιάζει εξαιρετική εξειδίκευση ως προς αντίδραση που καταλύει!

# Μηχανισμός ενζυμικών αντιδράσεων

## Θεωρία «κλειδιού-κλειδαριάς»

1. Δέσμευση των αντιδρώντων μορίων (υποστρώματα) από το ένζυμο:



Η δέσμευση γίνεται με πρόσδεση των υποστρωμάτων σε ένα ειδικό σημείο του ενζύμου → το **Ενεργό Κέντρο**

- Το **ενεργό κέντρο** είναι μία εσοχή που έχει καθορισμένη τρισδιάστατη δομή.
- Εκεί, μπορούν να εισχωρήσουν και να προσδεθούν τα μόρια (**κλειδιά**) που έχουν δομή συμπληρωματική προς τη δομή του ενεργού κέντρου (**κλειδαριά**).

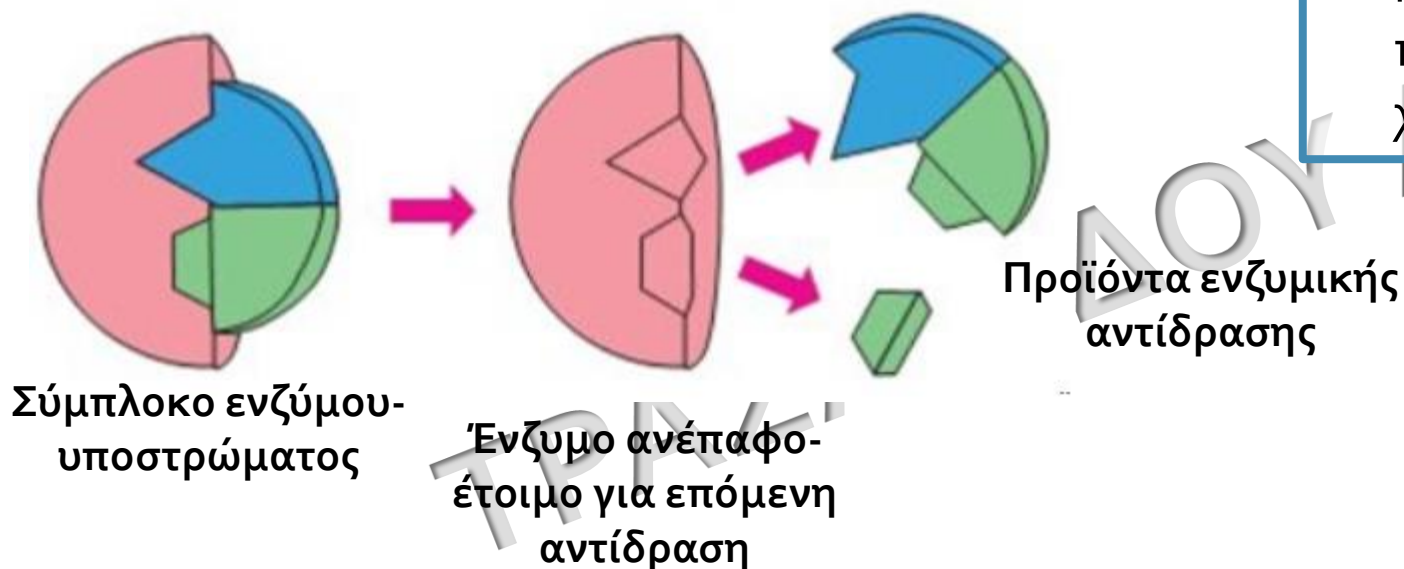
**Εξειδίκευση** → δηλαδή εξειδικευμένη πρόσδεση του υποστρώματος με το ενεργό κέντρο!



Πολλά ένζυμα για να είναι δραστικά χρειάζονται και ένα πρόσθετο μη πρωτεϊνικό τμήμα → **Συμπαράγοντες** ή οργανικές ενώσεις → **Συνένζυμα**.

2. Με την πρόσδεση των υποστρωμάτων στο ένζυμο, ακολουθεί ο σχηματισμός νέων δεσμών και προκύπτει το προϊόν της αντίδρασης.

- Κάποιοι δεσμοί της αρχικής ουσίας εξασθενούν και σπάνε, δίνοντας την ευκαιρία να δημιουργηθούν νέοι δεσμοί → τελικό προϊόν
- Το προϊόν ελευθερώνεται από το ενεργό κέντρο του ενζύμου και το ένζυμο παραλαμβάνεται **ανέπαφο** για να χρησιμοποιηθεί σε επόμενη αντίδραση.

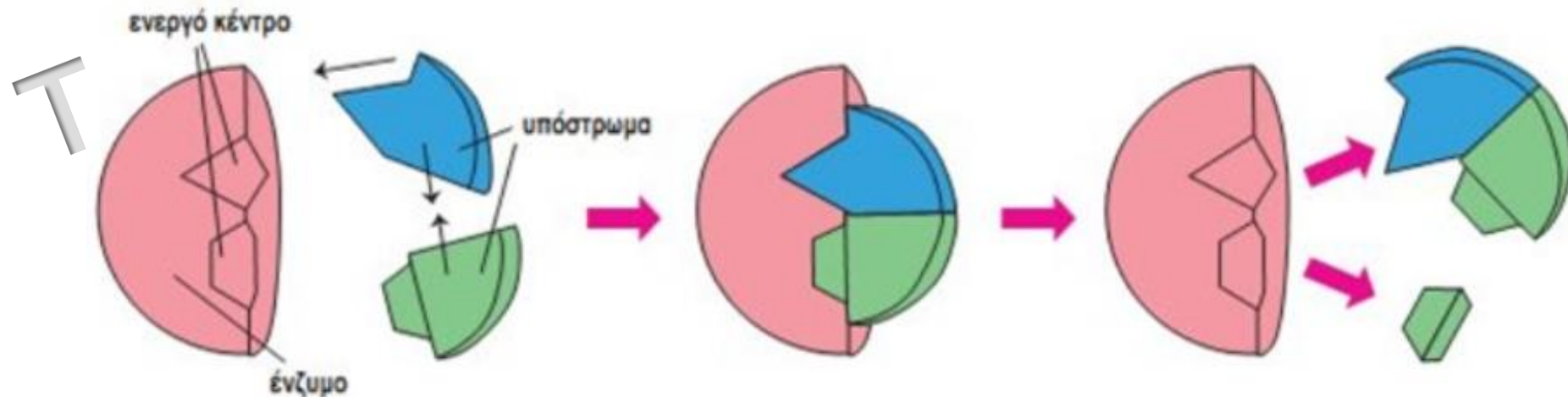


### Ερώτηση Πιστοποίησης

(173) Να γράψετε συνοπτικά τη θεωρία «κλειδιού- κλειδαριάς» στον μηχανισμό δράσης των ενζύμων.

## Παράγοντες που επηρεάζουν τη δραστικότητα των ενζύμων:

- ❖ **pH** (ισχυρά όξινο ή βασικό περιβάλλον προκαλεί μερική ή ολική καταστροφή των ενζύμων)  
Τα περισσότερα ένζυμα λειτουργούν άριστα σε ένα συγκεκριμένο pH.
- ❖ **Θερμοκρασία** (περισσότερα ένζυμα δραστικά σε  $\theta$  36-38°C, σε  $\theta > 50^\circ\text{C}$  μόνιμη μεταβολή – αλλαγή τριτοταγούς δομής- μετουσίωση)
- ❖ **Συγκέντρωση υποστρώματος**
- ❖ **Συγκέντρωση ενζύμου** (αύξηση συγκέντρωσης ενζύμου  $\rightarrow$  αύξηση ταχύτητας αντίδρασης)



Γιατί «μαυρίζουν» τα φρούτα και τα λαχανικά όταν τα κόβουμε;



## Ενζυμική αμαύρωση!

Μαύρισμα λόγω της οξειδωσης! Η οξείδωση καταλύεται από ένζυμα!

Έκθεση κομμένης πατάτας σε οξυγόνο → η άχρωμη κατεχόλη οξειδώνεται, αρχικά σε ερυθροκαστανές και τέλος σε μελανοειδείς χρωστικές ουσίες.

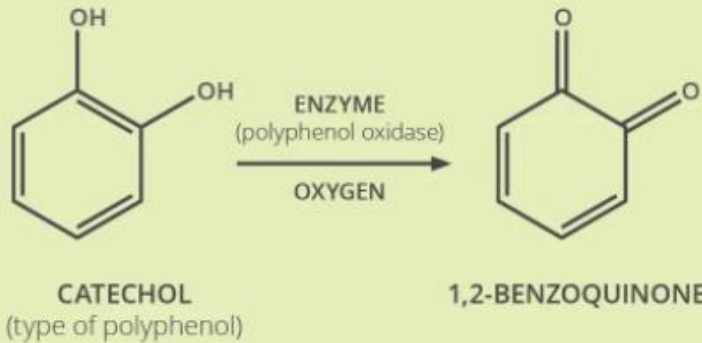
- Το ένζυμο αδρανοποιείται, προσθέτοντας ένα οξύ, όπως το χυμό λεμονιού (περιέχει κιτρικό οξύ) (μείωση pH).
- Η αποφυγή της έκθεσης σε οξυγόνο επίσης αποτρέπει τις αντιδράσεις αμαύρωσης (εμβάπτιση σε νερό).

### Αντιμετώπιση

- Εμβάπτιση σε νερό (εμποδίζεται η επαφή με το οξυγόνο → προλαμβάνεται η αντίδραση)
- Φύλαξη στο ψυγείο (χαμηλές θερμοκρασίες → εμποδίζουν το ένζυμο να δράσει)
- Θέρμανση → αδρανοποίηση του ενζύμου

# THE CHEMISTRY OF AN AVOCADO

## WHAT MAKES AVOCADO GO BROWN?



Avocados contain a class of compounds called phenols. These compounds can be converted to compounds called quinones when exposed to oxygen in the air - this process is hastened by the enzyme polyphenol oxidase.

Some of these quinone compounds are toxic to bacteria, and so the process is beneficial for the fruit. However, the quinones can also react with themselves to form long polymer chains, causing the brown colouration. This also occurs in many other fruits. Avocados brown quickly as they have a large amount of polyphenol oxidase.

The polymeric compounds causing the brown colouration are melanin pigments. Melanin is also the primary pigment determining skin colour in humans.



## PREVENTING THE BROWNING OF AVOCADOS



Contrary to popular belief, leaving the stone in the avocado or guacamole doesn't slow browning, as it doesn't block oxygen. Covering with clingfilm can block oxygen, and hence delay browning. Adding lemon or lime juice, or chilling the avocado, can also delay browning, as it inhibits the activity of the polyphenol oxidase enzyme.