

Αλλαγές στη **γεύση** των τροφίμων

A. Θερμικές διεργασίες

B. Φυσιολογικές διεργασίες

Μέρος Α

Αλλαγές στη *γεύση* των τροφίμων από
θερμικές διεργασίες

Αντιδράσεις αμαύρωσης, επιπτώσεις σε γεύση και οσμή

1. Αντιδράσεις Maillard μεταξύ σακχάρων και αμινοξέων

2. Οξείδωση ασκορβικού

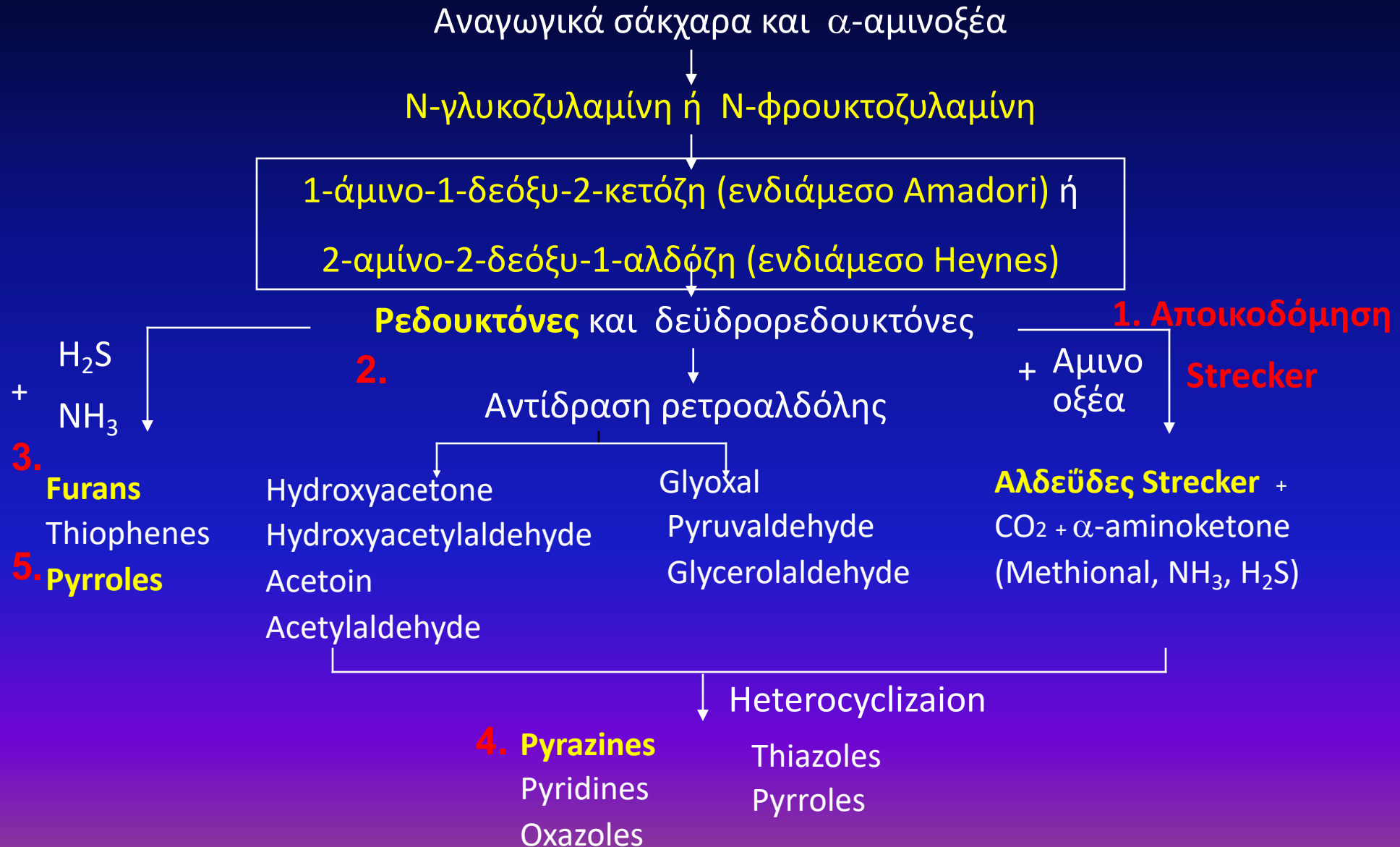
3. Καραμελοποίηση σακχάρων σε υψηλές θερμοκρασίες

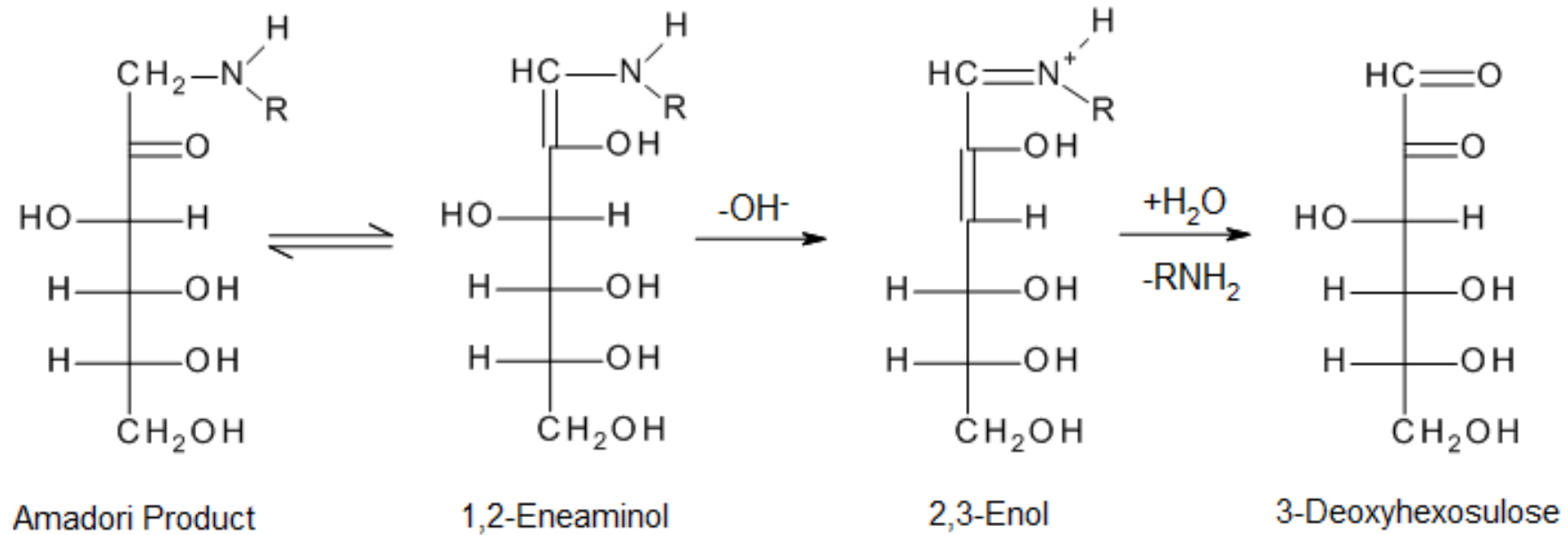
4. Ενζυματικές (πολυφαινολοξειδάση). Εμφανίζονται σε φρεσκοκομμένα λαχανικά. Μη τοξικές, δεν αλλάζουν γεύση

5. Αμαύρωση λιπιδίων. Πολυμερισμός ελαίων τηγανίσματος

Σχηματισμός ευόσμων και γευστικών ουσιών
κατά την πορεία της *μη ενζυμικής*
αμαύρωσης λόγω αντιδράσεων Maillard
μεταξύ σακχάρων και αμινοξέων

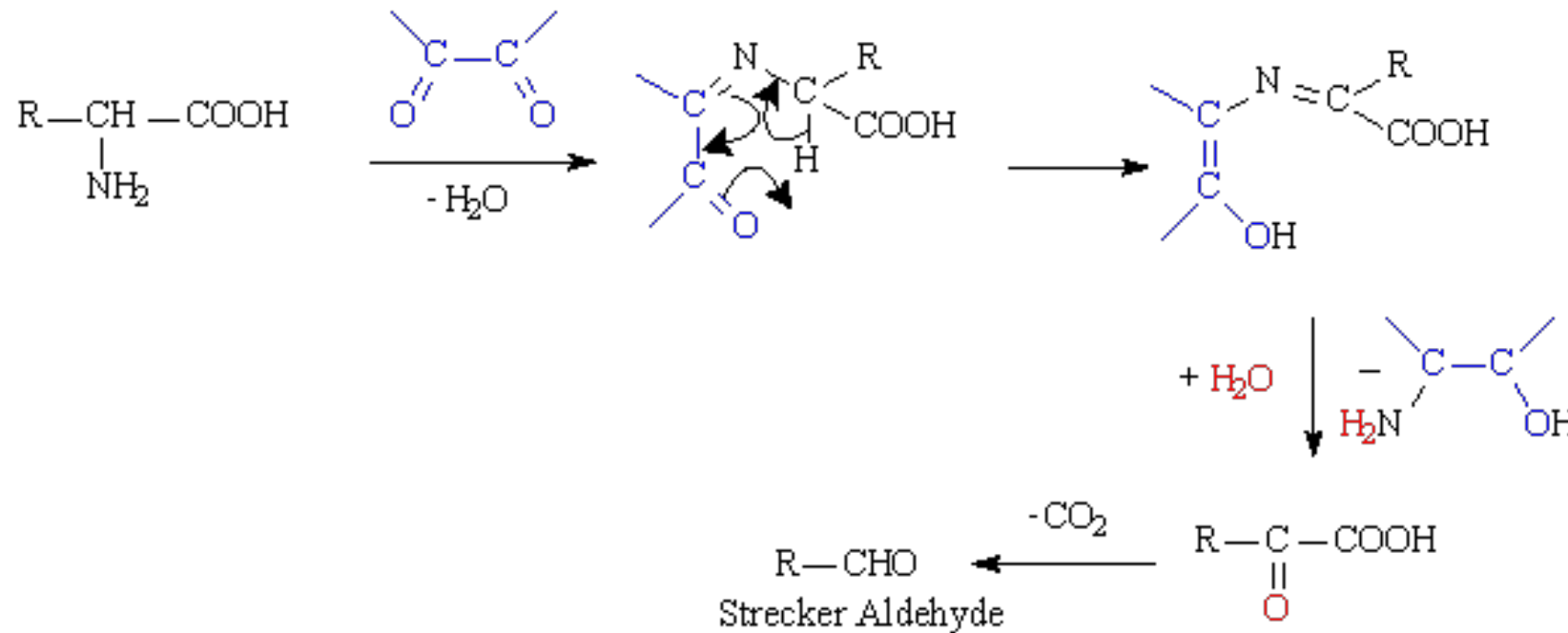
Δημιουργία ενώσεων με γεύση από την αντίδραση Maillard





Το προϊόν Amadori υφίσταται αφυδατώσεις και απαμινώσεις και δίνει **δικαρβονύλια**.

Οι α-δικαρβονυλικές ενώσεις αντιδρούν με αμινομάδες αμινοξέων και τα αποικοδομούν σε αλδεΐδες (άρωμα)

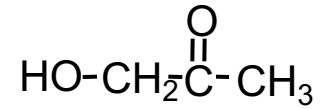


1. Αποικοδόμηση Strecker της ένωσης Amadori

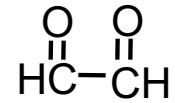
Αντιδράσεις αμινοξέων με δικαρβονυλία που σχηματίζονται από το προϊόν Amadori και καταλήγουν στη μετατροπή των αμινοξέων σε αλδεΐδες και CO_2

Αλδεΐδες → άρωμα ψωμιού, φιστικιών, κακάο, σιροπιού σφενδάμου, σοκολάτας, καφέ, ποπ-κορν κλπ.

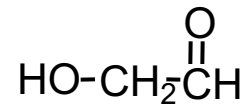
Παραδείγματα αλδεϋδών που συμβάλλουν στο άρωμα



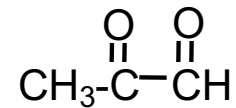
Hydroxyacetone



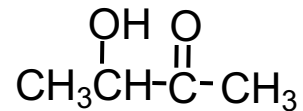
Glyoxal



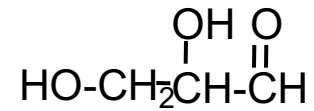
Hydroxyacetylaldehyde



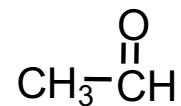
Pyruvaldehyde



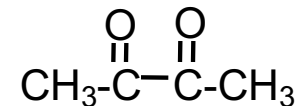
Acetoin



Glyceroaldehyde



Acetylaldehyde



Diacetyl

Αποικοδόμηση της ένωσης Amadori σε:

2. Ρεδουκτόνες

Ισχυρή οσμή/γεύση

Μετατροπή σε μελανοϊδίνες

3. HMF

Μπορούν να σχηματιστούν από αφυδάτωση

Στυπτική πικρή γεύση

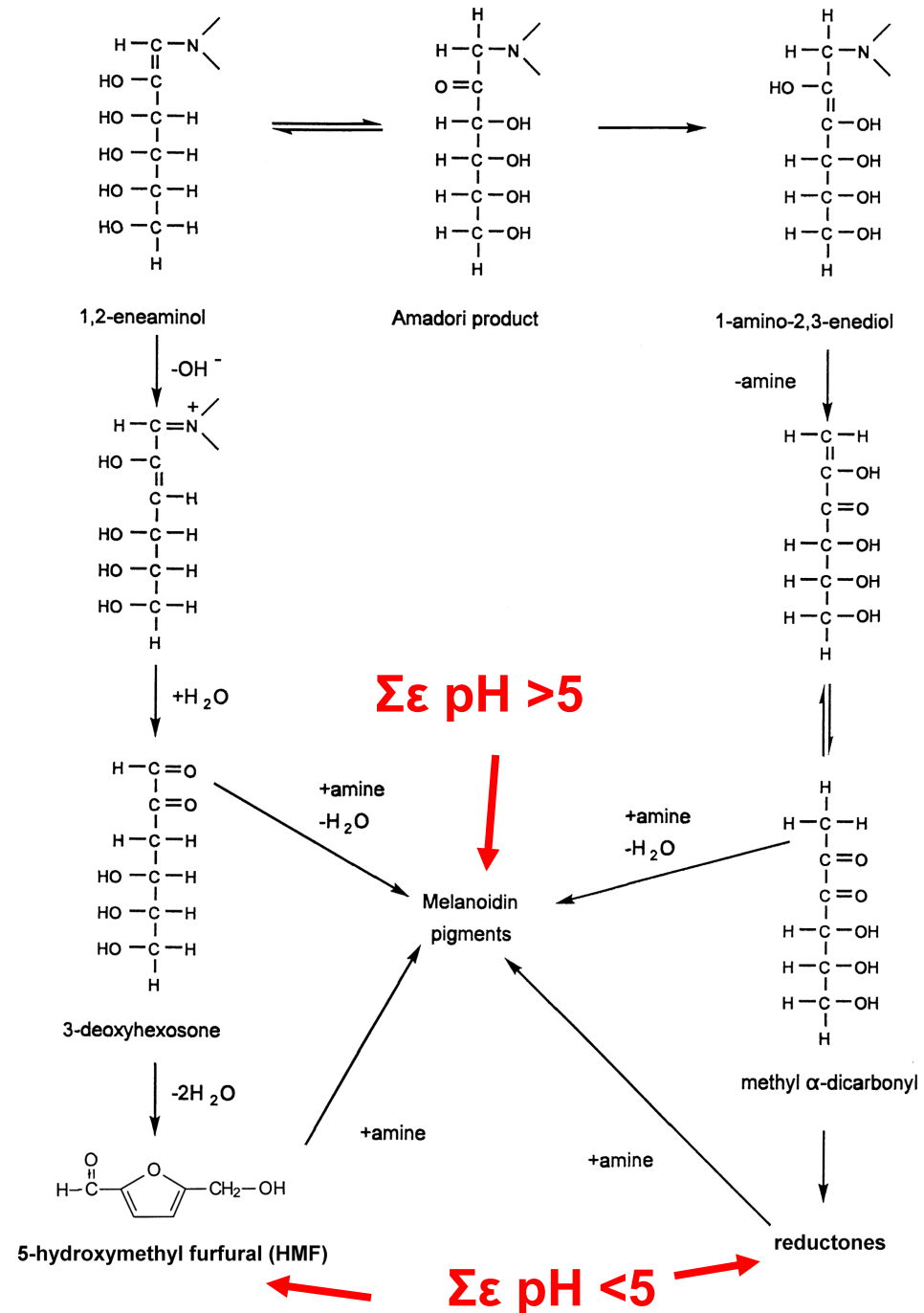
Καλή οσμή

Μετατροπή σε μελανοϊδίνες

Χρωστικές μελανοϊδίνης

Καφέ N-πολυμερή

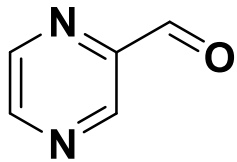
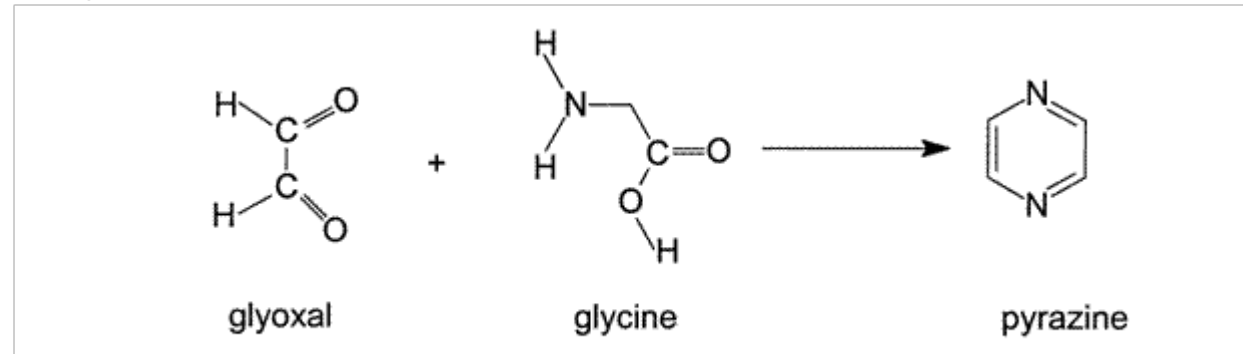
Γεύση και χρώμα της κόλας, του ψωμιού κλπ.



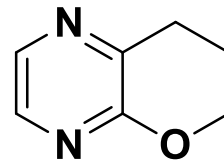
4. Πυραζίνες

Πολύ ισχυρές ενώσεις με άρωμα

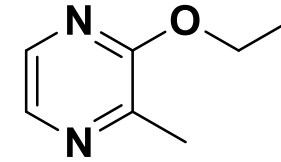
Οσμή ψητού, πατάτας, ψημένου καρυδιού, φιστικιού, αμυγδάλου



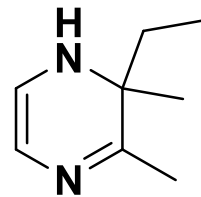
formylpyrazine
Toasted smell



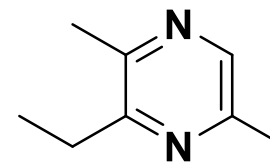
2-ethyl-3-methoxypyrazine
Potatoes



2-ethoxy-3-methylpyrazine
Roasted Walnut



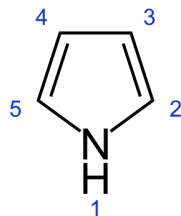
2-ethyl-2,3-dimethyl-1,2-dihydropyrazine
Roasted Almond



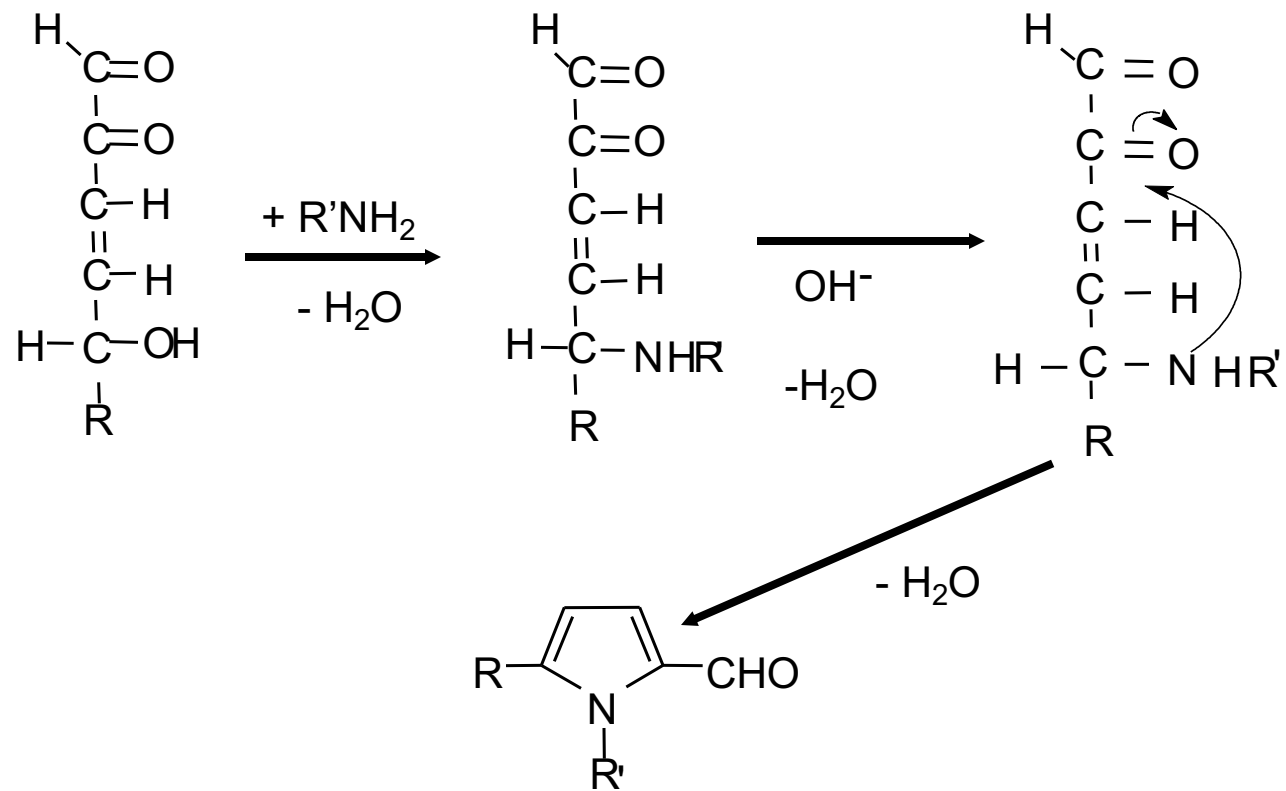
2-ethyl-3,6-dimethylpyrazine
Hazelnut

5. Πυρόλες

Ισχυρό άρωμα και γεύση



Οι ενώσεις αυτές ευνοούνται από υψηλή θερμοκρασία και πίεση



Σχηματισμός εύοσμων και γευστικών ουσιών
κατά την πορεία της *μη ενζυμικής*
αμαύρωσης λόγω **καραμελοποίησης**
σακχάρων σε υψηλές θερμοκρασίες

Καραμελοποίηση σακχάρων

Πυρολυτική αντίδραση που καταλήγει στην αποικοδόμηση των σακχάρων απουσία αμινοξέων και πρωτεϊνών (διάσπαση μετά από θέρμανση).

Ιμβερτοποίηση του καλαμοσακχάρου (υδρόλυση σουκρόζης σε φρουκτόζη και γλυκόζη).

Ενδομοριακή ή εξωμοριακή συμπύκνωση

Ισομερισμός αλδοζών προς κετόζες

Αφυδάτωση

Συμβαίνει κάτω από όξινες ($\text{pH} < 3$) ή αλκαλικές συνθήκες ($\text{pH} > 9$).

Αλλαγές στη γεύση, άρωμα, χρώμα.

Μειονεκτήματα: πικρή γεύση, καμένου.

Τα καθαρά σάκχαρα καραμελοποιούνται σε θερμοκρασίες άνω των 100°C βαθμών παρουσία καταλυτών μη αμινικής φύσεως (φωσφορικά άλατα, οξέα, αλκάλια, άλατα οργανικών οξέων, πχ κιτρικά).

Καραμελοποίηση σακχάρων (υδατάνθρακες)

Ποικιλία προϊόντων με γεύση από φουράνες, φουρανόνες, πυρόνες, λακτόνες, αλδεΐδες, κετόνες, οξέα και εστέρες.

Και

Πυραζίνες, πυρόλες, πυριδίνες όταν συμμετέχουν και αμινοξέα.

40 πτητικά συστατικά κατά την καραμελοποίηση των σακχάρων με διαφορετικά αρώματα και γεύσεις.

Παράδειγμα: σχηματισμός 5-OH μεθύλ-φουρφουράλης: στο ψήσιμό τοστ, η ποσότητά της αυξάνει από 14.8 (5 min) σε 2024.8 mg/kg (60 min).

Μέρος Β

Αλλαγές στη *γεύση* των τροφίμων από
φυσιολογικές διεργασίες

Γευστικές μεταβολές που υφίστανται οι υδατάνθρακες τροφίμων κατά την αποθήκευση

Γενικά χαρακτηριστικά σύστασης

Δημητριακά: περισσότερο άμυλο, λιγότερα ανάγοντα σάκχαρα

Νωπά φρούτα: περισσότερα απλά σάκχαρα, λιγότερο άμυλο, ξηρά 80-90% υδατάνθρακες

Όσπρια: ενδιάμεση ποσότητα αμύλου, μεγάλη ποσότητα μη αφομοιώσιμων υδατανθράκων

Γλυκοζίτες: θειογλυκοζίτες στα **σταυρανθή** π.χ. λάχανο, το μπρόκολο, καρότο
Κυανογλυκοζίτες αποδεσμεύουν HCN με ενζυμική υδρόλυση, τοξικότητα σε ζωοτροφές

Σαπωνίνες: γλυκοζίτες (μία ή περισσότερες αλυσίδες σακχάρων με μια στεροειδή αγλυκόνη ή ένα τριτερπένιο) - σε λαχανικά (σπαράγγια, σπανάκι, σόγια) - δημιουργία αφρού κατά την κατεργασία

A. Φρούτα - αλλαγές υδατανθράκων, ρόλος της θερμοκρασίας - δράση ιμβερτάσης

- Φρούτα που δεν περιέχουν άμυλο
- Εξαρτάται η σύσταση υδατανθράκων από τη θερμοκρασία αποθήκευσης
- *Στους 0°C, η σακχαρόζη μειώνεται στα πορτοκάλια κατά 8 %, ενώ στους 11°C κατά 47% - παρόμοια αποτελέσματα στα γκρέιπφρουτ*
- Γρήγορη δράση ιμβερτάσης: συσσώρευση αναγόντων σακχάρων σε υψηλές Θ
- Περιορισμός δράσης ενζύμου σε 0-9°C

B. Φρούτα - αλλαγές υδατανθράκων, ρόλος αμυλάσης

Μήλα, αχλάδια, μπανάνες: πλούσια σε άμυλο που μετατρέπεται κατά τη μετασυλλεκτική περίοδο σε σακχαρόζη, γλυκόζη και φρουκτόζη λόγω της δράσης της αμυλάσης.

Το ένζυμο δρα περισσότερο σε ψηλές θερμοκρασίες (εκβλάστηση) και όχι στις χαμηλές.

Γ. Όσπρια - αλλαγές υδατανθράκων, ρόλος φωσφορυλάσης

Η φωσφορυλάση είναι ενεργή σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (4°C).

Καλό για φασολάκια, μπιζέλια, κουκιά που συλλέγονται σε πλήρη ωρίμανση και αποθηκεύονται σε χαμηλές θερμοκρασίες

Στην πατάτα η γλύκανση είναι *ανεπιθύμητη*: μαλακή υφή, γλυκιά γεύση και αμαύρωση από αντιδράσεις Maillard

Δ. Ζωικά τρόφιμα - αλλαγές υδατανθράκων, ρόλος φωσφορυλάσης

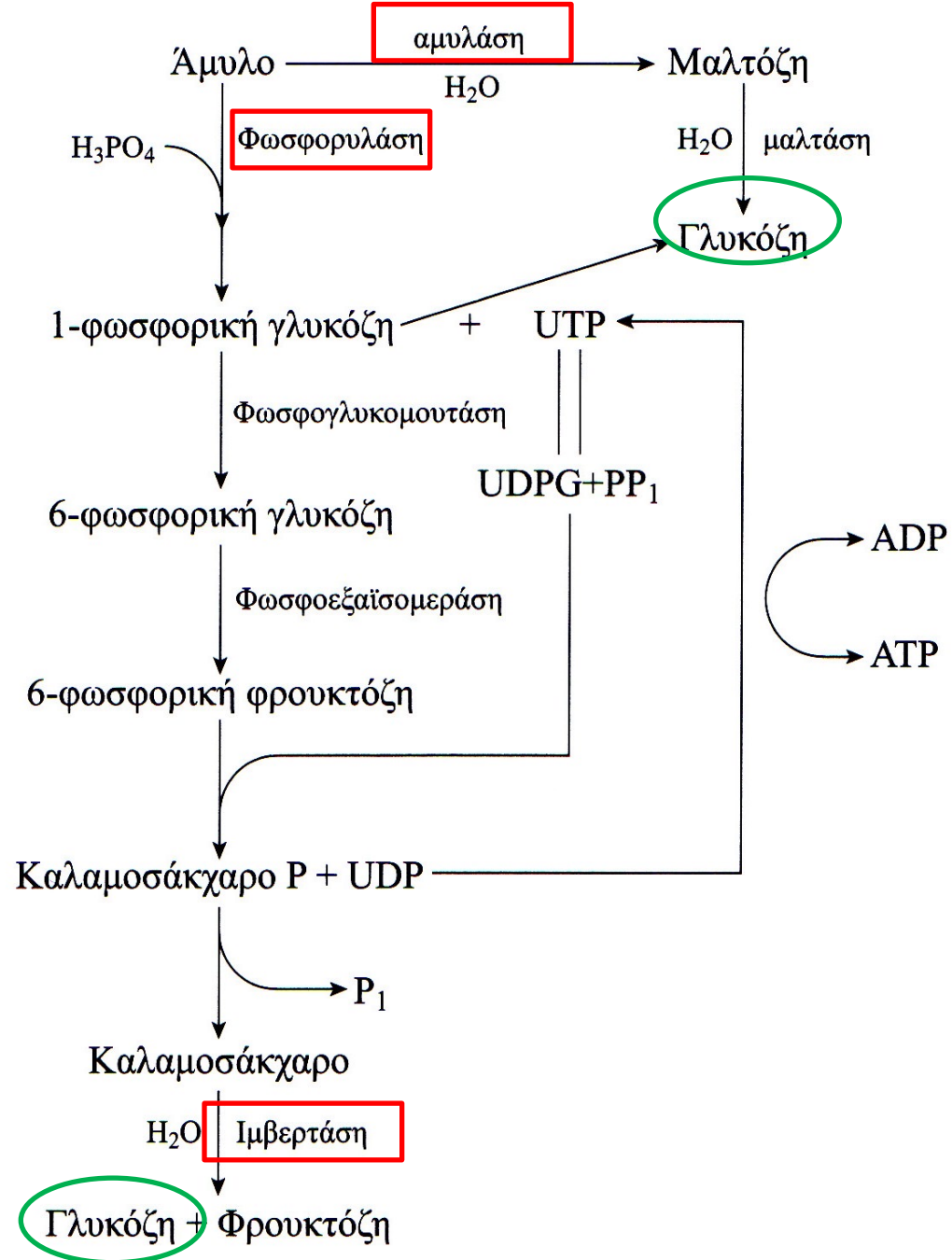
Γρήγορος αποπολυμερισμός του γλυκογόνου στο ήπαρ σε D-γλυκόζη μετά από τη σφαγή (φωσφορυλάση του γλυκογόνου).

Αυτό αποφεύγεται με κατάψυξη

Λίγα σάκχαρα υπάρχουν στα εντόσθια, μυαλό, αυγά, θαλασσινά

Το γάλα περιέχει 4,8 % γαλακτοσάκχαρο, η αποβουτυρωμένη σκόνη 50 %.

Ένζυμα και αποικοδόμηση αμύλου στους φυτικούς ιστούς Σύνοψη



Ωρίμανση των φρούτων

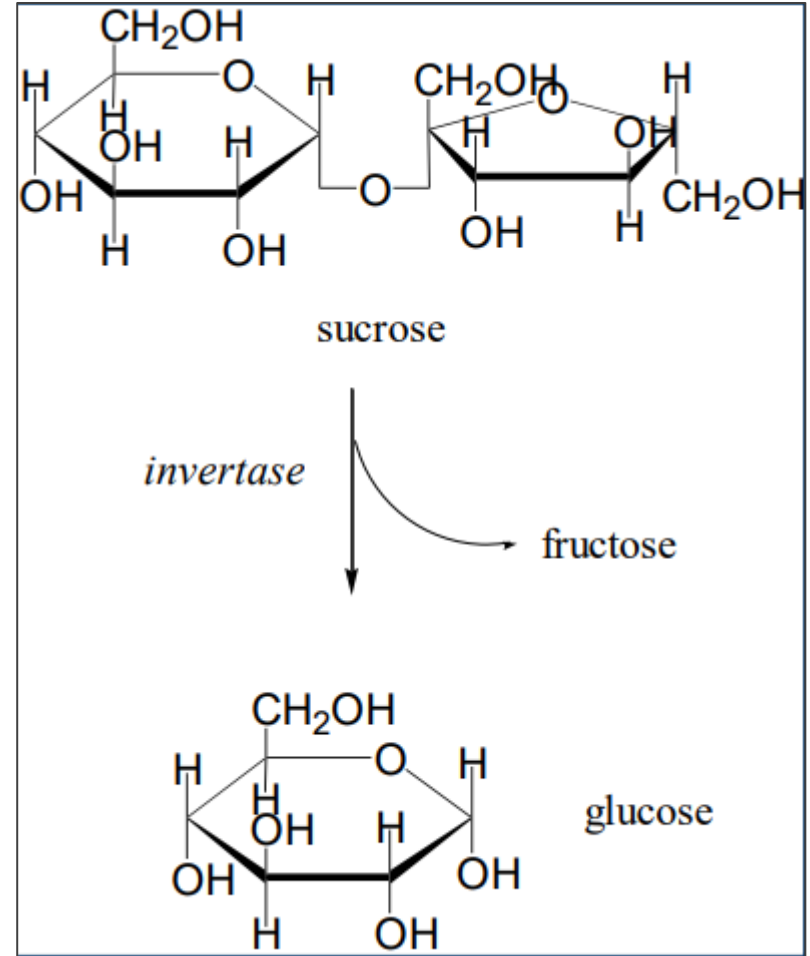
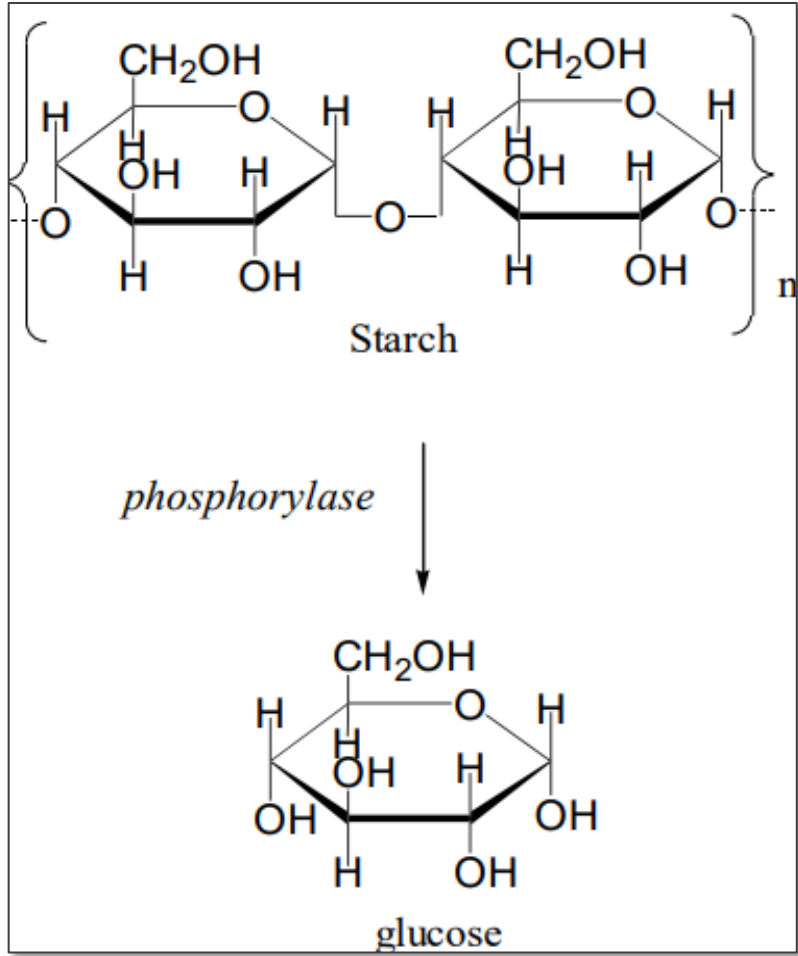
Κλιμακτηριακά φρούτα: αυτά που έχουν έντονη αναπνοή κατά την ωρίμανσή τους. Κατά την ωρίμανση των κλιμακτηριακών φρούτων, η παραγωγή της φυτοορμόνης **αιθυλενίου** αυξάνεται κατά 1000 φορές.

Τα κύρια αποθηκευτικά μόρια (σακχαρόζη και άμυλο) οξειδώνονται σε CO_2 και H_2O

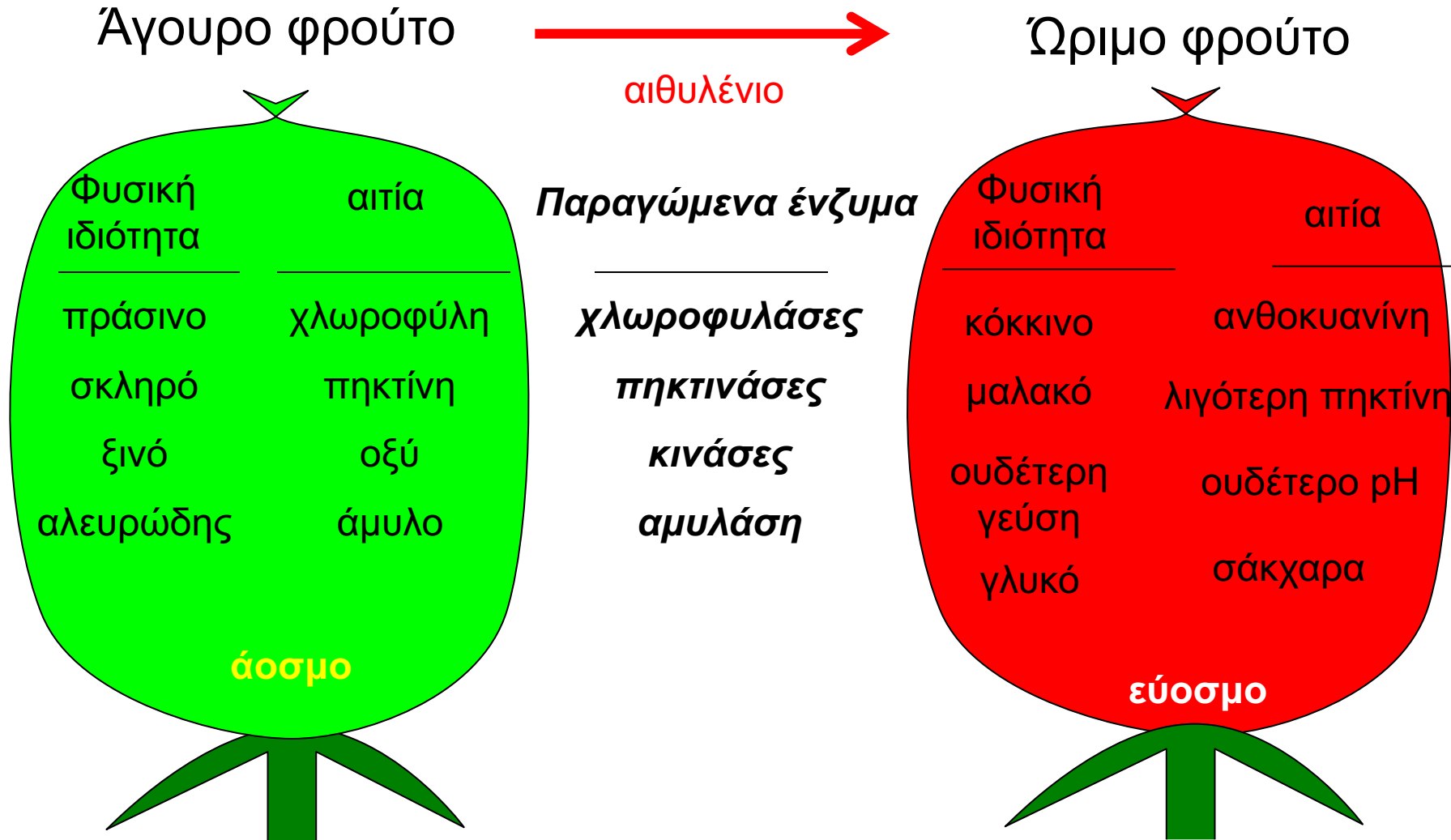
Τα κλιμακτηριακά φρούτα μπορούν να ωριμάσουν και μετά την αποκομιδή τους.

Παραδείγματα: μπανάνες, μήλα, βερίκοκα, αβοκάντο, σύκα, πεπόνια, ακτινίδια, νεκταρίνια, ροδάκινα, αχλάδια, δαμάσκηνα, τομάτες κα.

Μη κλιμακτηρικά φρούτα & λαχανικά: σταθερή μείωση μετασυλλεκτικής αναπνοής.
Παραδείγματα: πορτοκάλι, λεμόνι, γκρέιπφρουτ, σταφύλι, πεπόνι, ανανάς



Η ορμόνη **αιθυλένιο** $H_2C=CH_2$ ξεκινάει τη διαδικασία ωρίμανσης

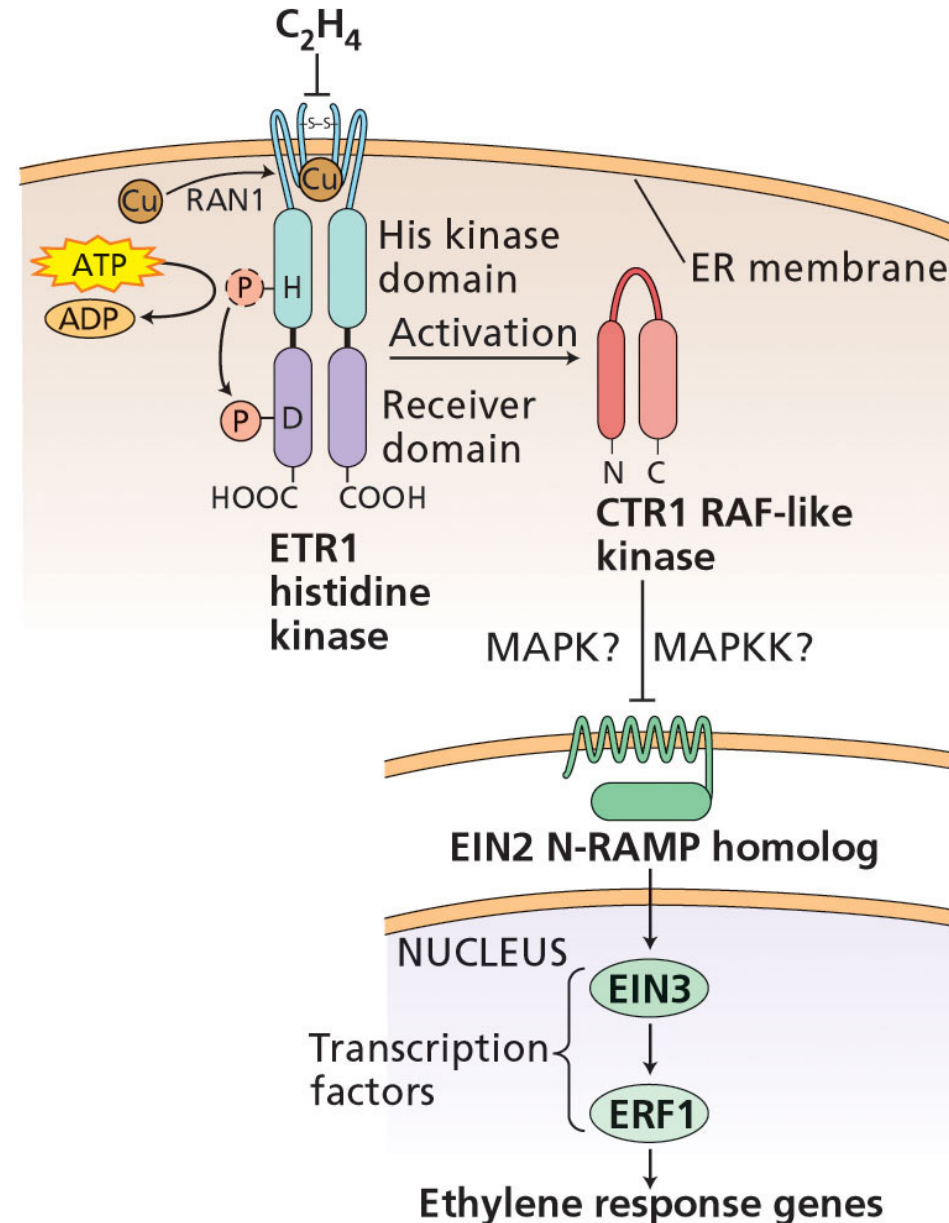


Σηματοδοτικό μονοπάτι δράσης αιθυλενίου

Η πρωτεΐνη **RAN1** είναι απαραίτητη για την πρόσδεση του συμπαραγόνα Cu ώστε να δεσμευτεί το αιθυλένιο

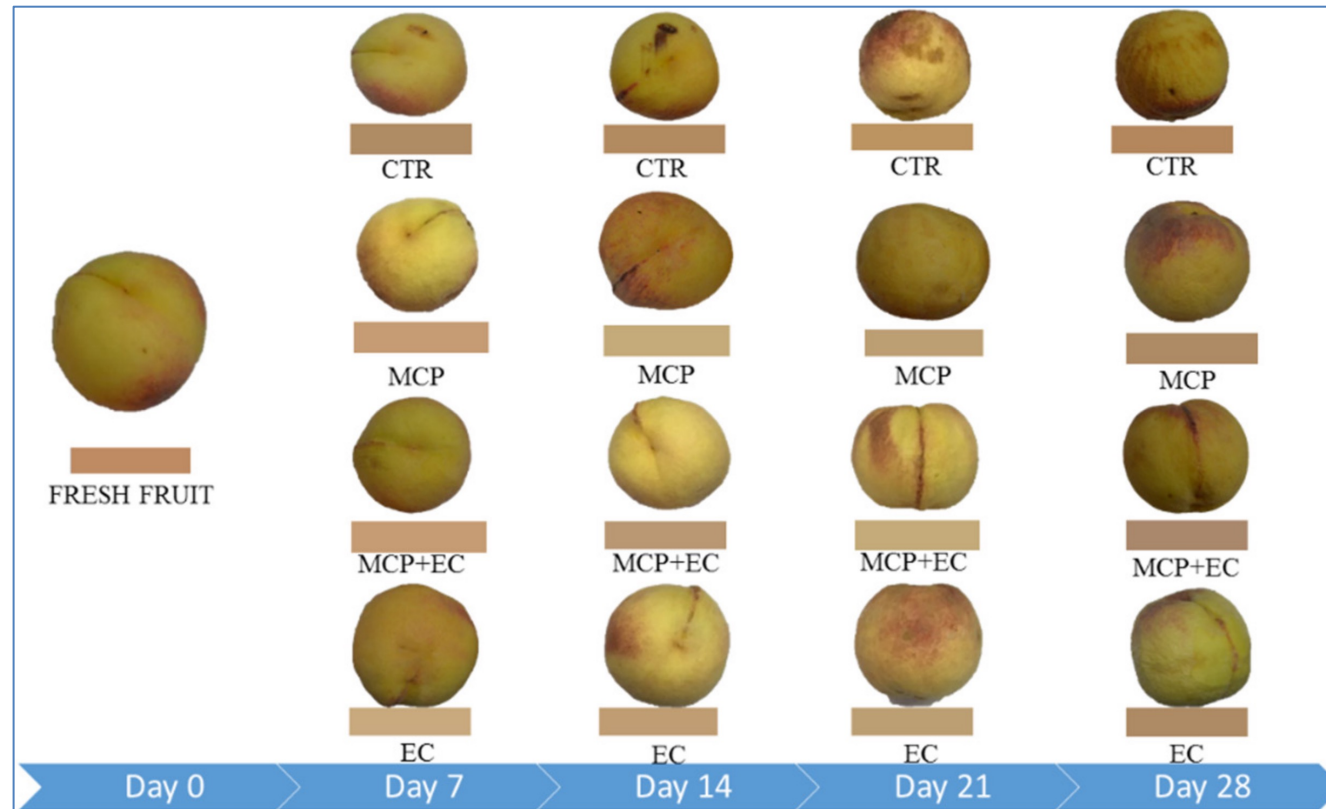
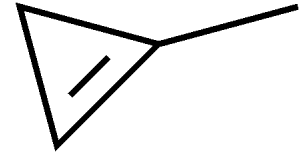
Απουσία C_2H_4 , ο υποδοχέας ενεργοποιεί την κινάση **CTR1** που καταστέλει την έκφραση γονιδίων σχετιζομένων με το αιθυλένιο

Παρουσία C_2H_4 , ο υποδοχέας αναστέλλεται έτσι η κινάση **CTR1** δεν ενεργοποιείται, οπότε οι **MAPK** κινάσες δεν καταστέλλονται, αλλά ενεργοποιούνται με τελικό αποτέλεσμα την έκφραση γονιδίων σχετιζομένων με την παρουσία του αιθυλενίου



Αναστολέας δράσης αιθυλενίου: 1-μεθύλ-κυκλοπροπένιο (**1-MCP**)

- Προσδένεται στον υποδοχέα αιθυλενίου και σταματά τις διαδικασίες ωρίμανσης
- **Πρόσθετο τροφίμων** για συντήρηση
- Τα φρούτα μπορούν να διατηρηθούν ως και 12 μήνες



Χρώση ιωδίου για έλεγχο ωρίμανσης

Το **ιώδιο** μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης ωρίμανσης ή σήψης και αυτό γιατί μπορεί να δείξει αν το άμυλο έχει μετατραπεί σε σάκχαρα.

Παράδειγμα: μια σταγόνα ιωδίου σε ένα ελαφρά σαπισμένο μέρος του φρούτου (όχι την επιδερμίδα) θα γίνει βαθύ μπλε εάν υπάρχει άμυλο. Αν παραμείνει κίτρινο, αυτό υποδεικνύει ότι το περισσότερο άμυλο έχει αποικοδομηθεί σε σάκχαρα.

Χρώση ιωδίου σε ώριμο μήλο & πατάτα



Χρώση ιωδίου σε μήλα κατά την ωρίμανσή τους

✚ Όσο πιο πολύ **βαμμένο** είναι το φρούτο τόσο λιγότερο έχει ωριμάσει

