

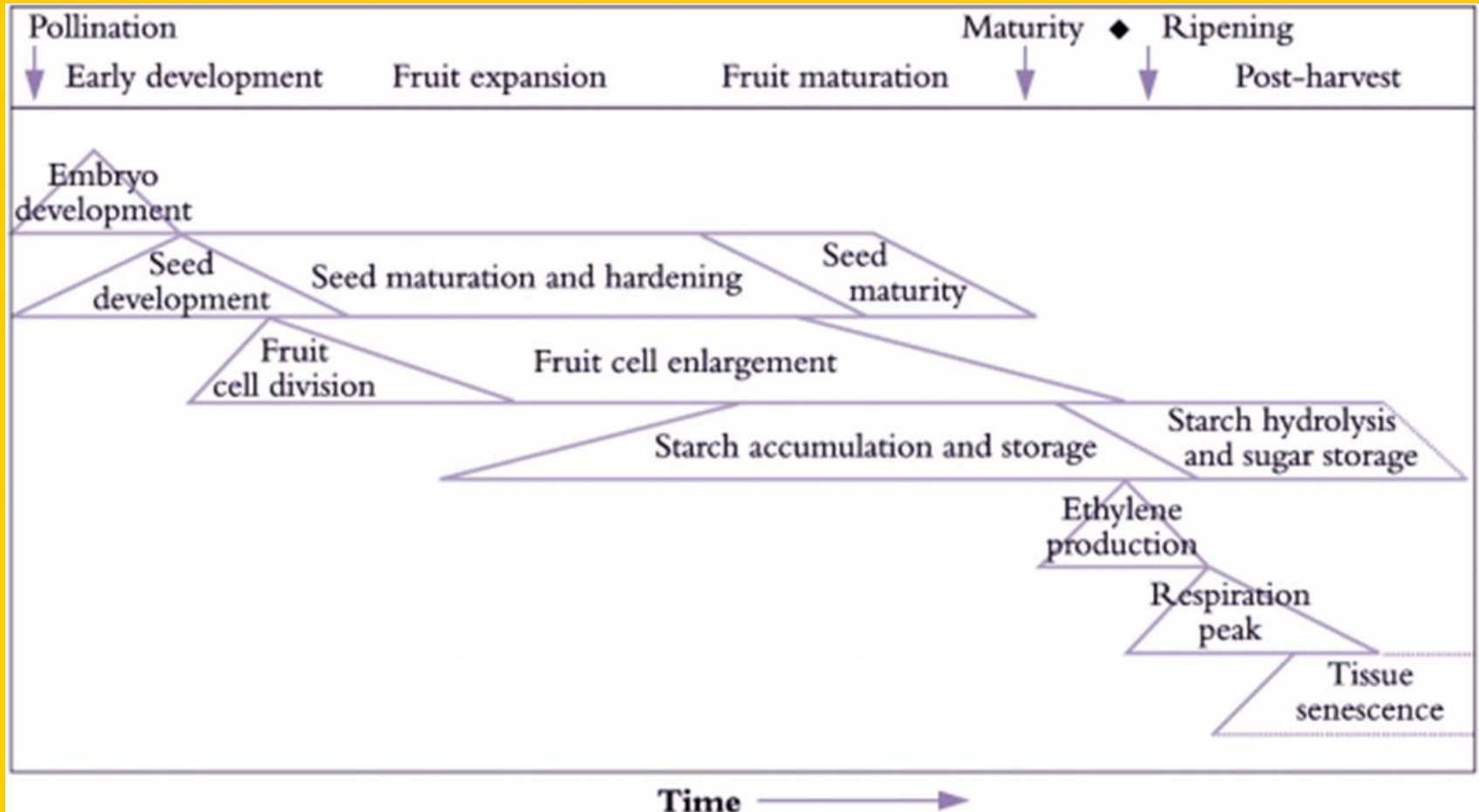
ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ, ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

Ι. Θέματα προσυλλεκτικής φυσιολογίας

<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/2706/>



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



Στάδια ανάπτυξης ενός αντιπροσωπευτικού (κλιμακτηριακού) καρπού.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Περιεχόμενο σε νερό και δυναμικό νερού**

Το **περιεχόμενο σε νερό** είναι η πλέον απλή παράμετρος η οποία όμως δεν είναι ιδιαίτερα πληροφοριακή από πλευράς φυσιολογίας.

Το **δυναμικό του νερού** μας πληροφορεί για την ενεργειακή κατάσταση του νερού μέσα σε ένα υδατικό σύστημα και συνεπώς μπορεί να μας πληροφορήσει για την τάση κίνησης του νερού προς και από το σύστημα αυτό προς ένα άλλο υδατικό σύστημα.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

- **Το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)**

Ορίζεται ως η περιεκτικότητα σε νερό ενός φυτικού ιστού ως προς την περιεκτικότητά του στον κόρο. Αποτελεί ένα μέτρο της κάλυψης των αναγκών των ιστών σε νερό.

- **Χαρακτηριστικά μεγέθους**

Το RWC είναι καθαρός αριθμός.

Μετράται συνήθως σε δίσκους ή τεμάχια από κατάλληλο ιστό τα οποία ζυγίζονται ως έχουν και μετά την πλήρη σπαργή τους αφού επιπλεύσουν σε νερό για μερικές ώρες. Ακολούθως μετράται το ξηρό τους βάρος και γίνεται ο υπολογισμός:

$$RWC = (ν.β_{\text{τρέχον}} - \xi.β.) / (ν.β_{\text{κορεσμένο}} - \xi.β.)$$

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

- **Το δυναμικό νερού (Ψ)**

Ορίζεται ως το ποσό της ελεύθερης ενέργειας ανά μονάδα όγκου νερού

Αποτελεί ένα μέτρο της ικανότητας του νερού να παράγει έργο

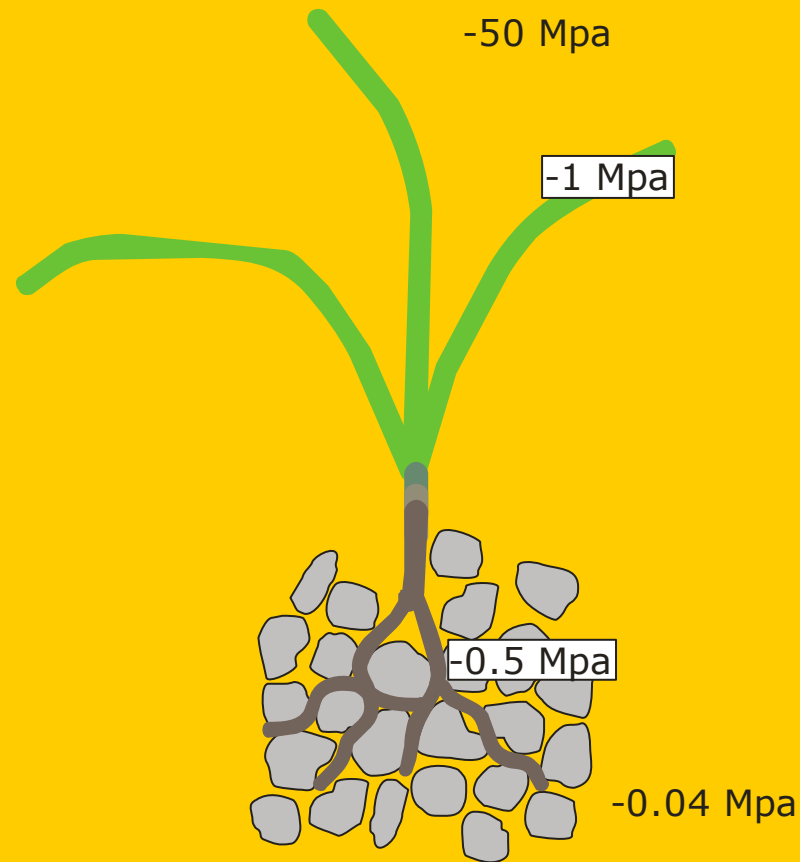
Η διαφορά $\Delta\Psi$ καθορίζει την κατεύθυνση της ροής του νερού μεταξύ δύο περιοχών

- **Χαρακτηριστικά μεγέθους**

Το δυναμικό του καθαρού νερού υπό συνθήκες αναφοράς θεωρείται ως 0 MPa

Η μονάδα μέτρησης είναι συνήθως το MPa (μονάδα πίεσης)

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΝΕΡΟΥ



Το νερό κινείται από υψηλότερες προς χαμηλότερες τιμές.

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΝΕΡΟΥ

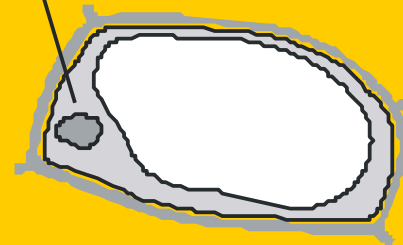
Στα κύτταρα το δυναμικό νερού διαμορφώνεται κυρίως λόγω δύο παραμέτρων. Η πρώτη είναι το οσμωτικό δυναμικό (Ψ_s) και η δεύτερη το δυναμικό πίεσης (Ψ_p). Ισχύει ότι $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$

Ενδοκυτταρικό Περιβάλλον

$$\Psi_p = + 0,5 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = - 1,5 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s = - 1,0 \text{ MPa}$$



ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Η είσοδος του νερού στους αναπτυσσόμενους καρπούς**

Το νερό εισέρχεται στους αναπτυσσόμενους καρπούς μέσω του **διαπνευστικού ρεύματος** και μέσω του **ηθμού**.

Στα **πρώτα στάδια ανάπτυξης**, καθώς ο καρπός αυξάνεται σε μέγεθος, το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία του διαπνευστικού ρεύματος εισέρχονται σε μεγάλες ποσότητες. Η εισροή αυτή υποβοηθείται από τη **διαπνοή** και την **έντονη αύξηση του μεγέθους** των καρπών.

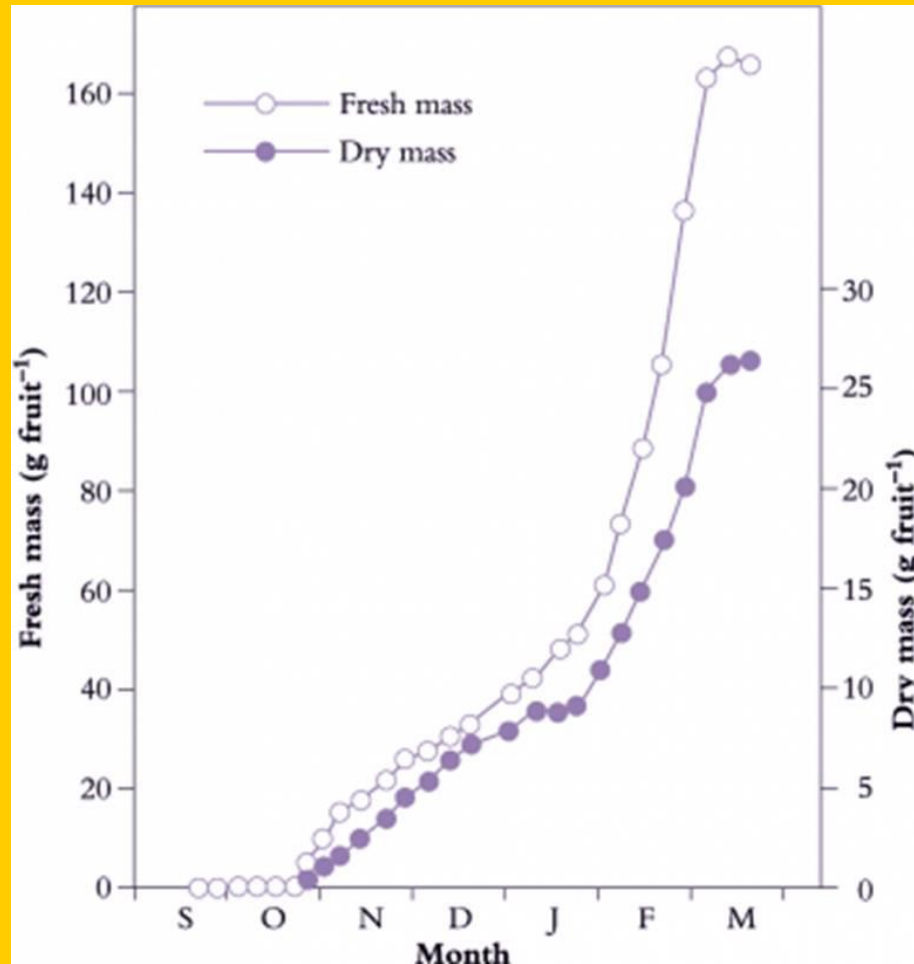
ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Η είσοδος του νερού στους αναπτυσσόμενους καρπούς**

Το νερό εισέρχεται στους αναπτυσσόμενους καρπούς μέσω του **διαπνευστικού ρεύματος** και μέσω του **ηθμού**.

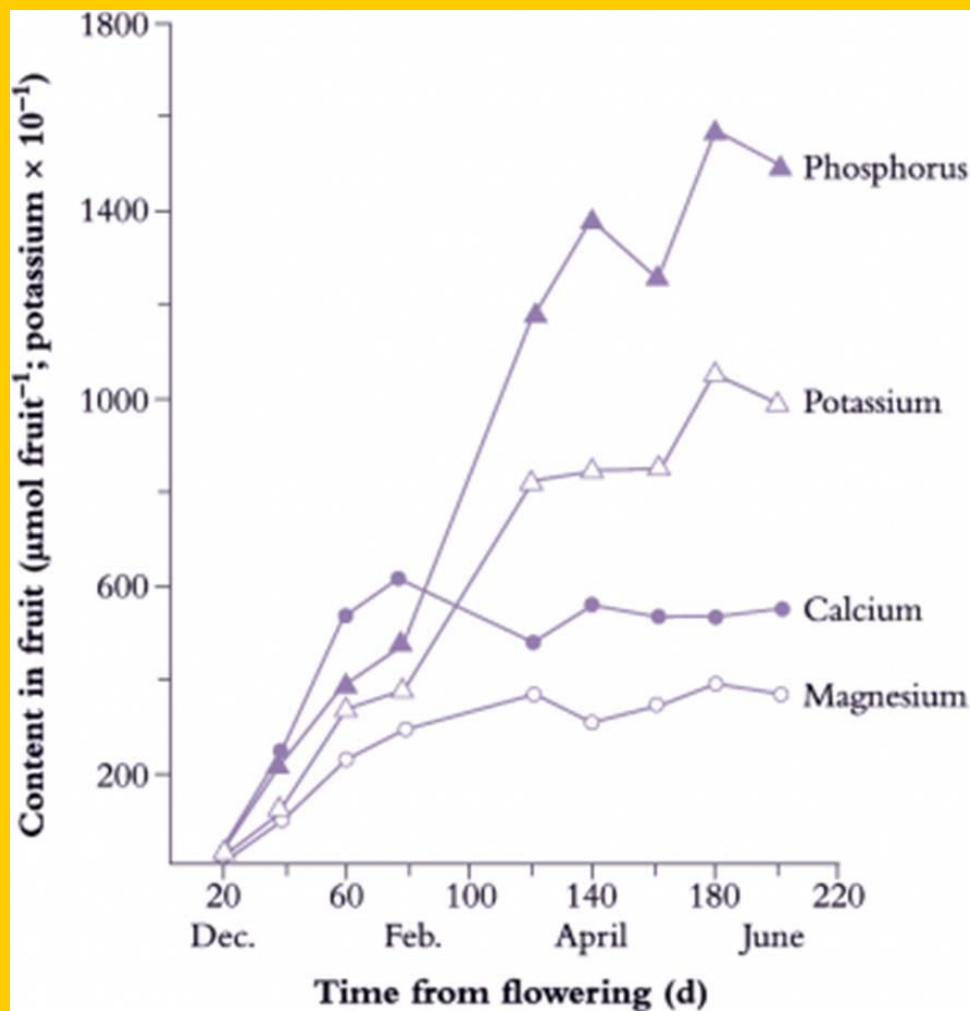
Στα **τελευταία στάδια ανάπτυξης**, ο καρπός αποκτά το τελικό του μέγεθος και τροφοδοτείται έντονα με **φωτοσυνθετικά προϊόντα μέσω του ηθμού**. Η εισροή μέσω των αγγείων του ξύλου καθίσταται δυσχερής λόγω της αύξησης της αδιαβροχοποίησης του καρπού η οποία μειώνει τις διαπνευστικές απώλειες.

ΕΙΣΡΟΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ



Συσσώρευση ξηρής και νωπής βιομάζας κατά την ανάπτυξη καρπών ροδακινιάς.

ΕΙΣΡΟΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ



Συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων κατά την ανάπτυξη καρπών ακτινιδιάς.

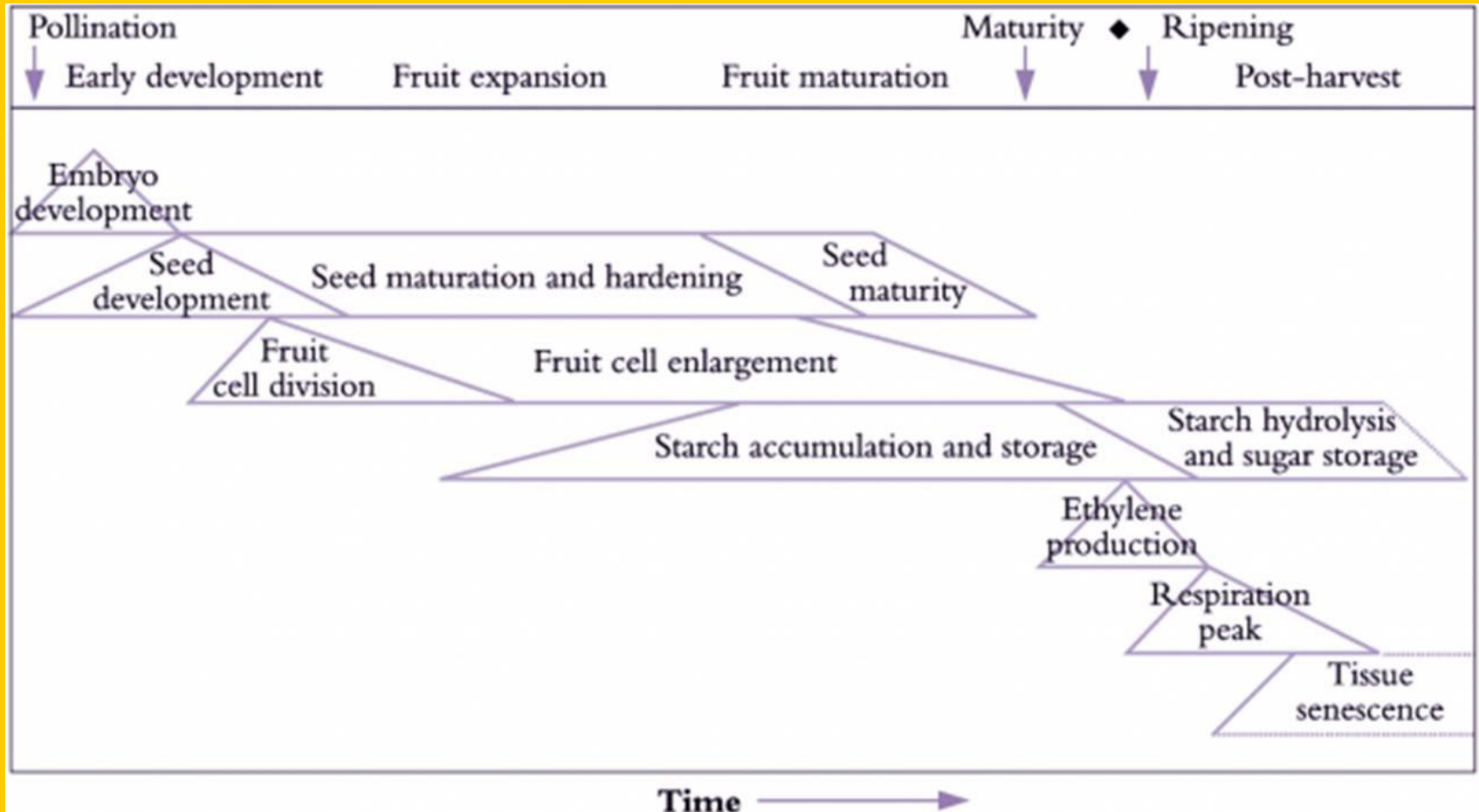
ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Υδατικές παράμετροι καρπών**

Σε γενικές γραμμές, ένας φρέσκος καρπός **περιέχει υγρασία μεταξύ 80-95%**.

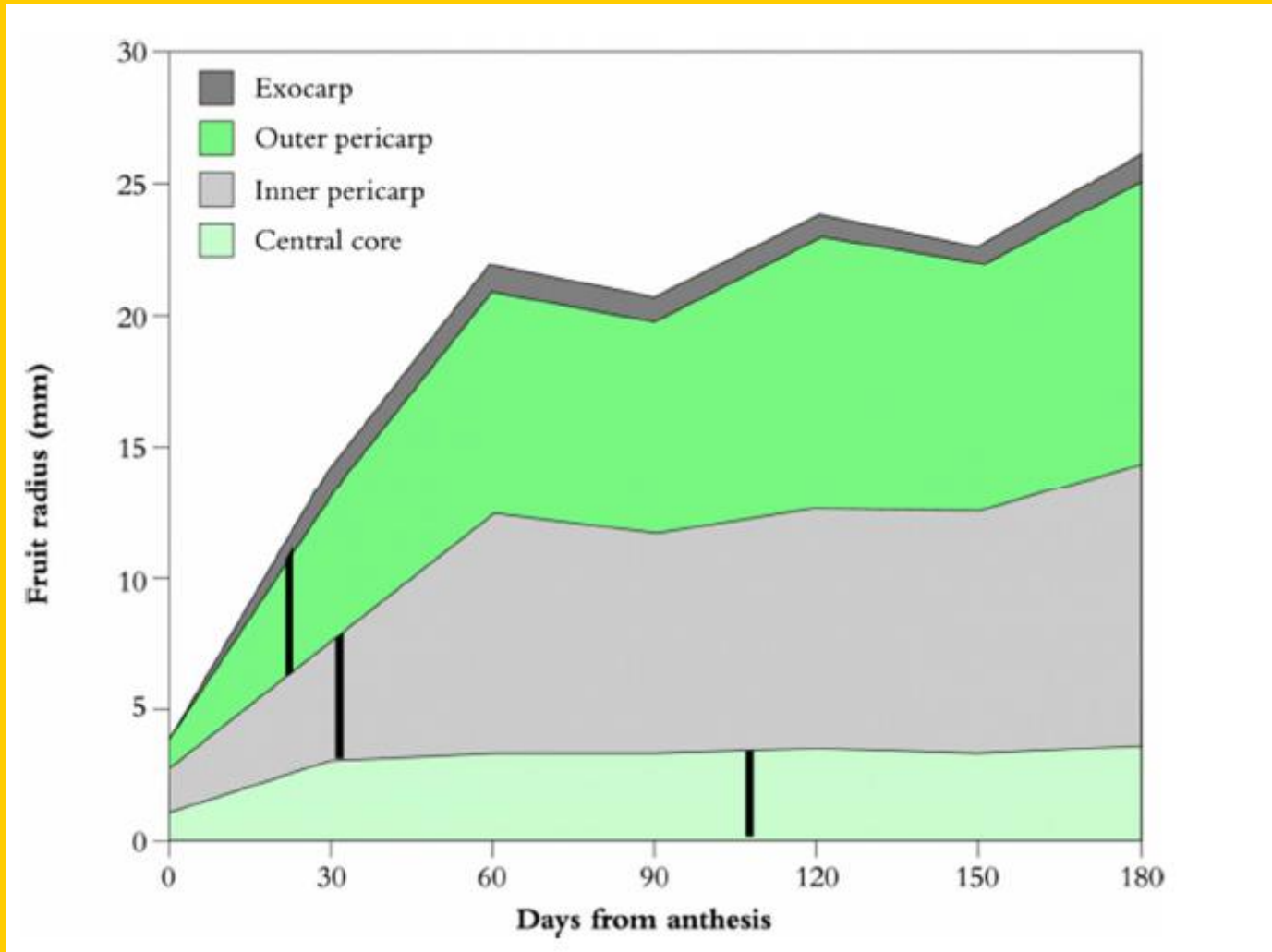
Εντός των καρπών, **το νερό μετακινείται** μεταξύ των **κυττάρων** και των **μεσοκυττάρων χώρων** διαμορφώνοντας **μια εσωτερική ατμόσφαιρα με σχετική υγρασία περίπου 97%**.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



Στάδια ανάπτυξης ενός αντιπροσωπευτικού (κλιμακτηριακού) καρπού.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



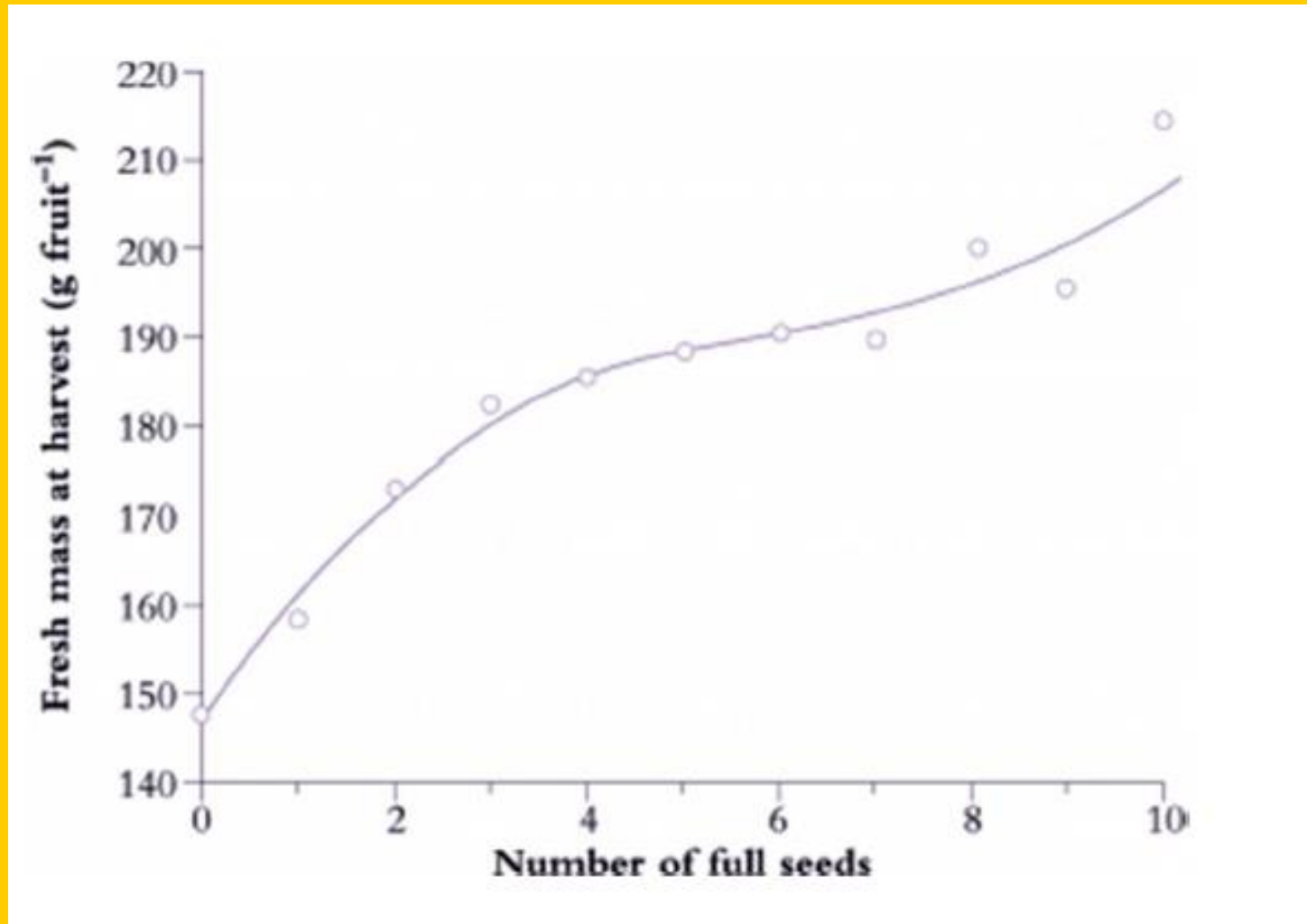
Αύξηση διαμέτρου των διαφόρων ιστολογικών περιοχών κατά την ανάπτυξη καρπών ακτινιδιάς*.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



Η ανάπτυξη καρπών ακτινιδιάς προϋποθέτει την επαρκή επικονίαση και την ανάπτυξη σπερμάτων.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



Συσχέτιση μεγέθους καρπών μηλιάς με τον αριθμό των σπερμάτων.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Βιοχημικές παράμετροι καρπών**

Καθώς οι καρποί αναπτύσσονται, αλλάζει η αναλογία **κυτταρικών τοιχωμάτων/αμύλου/διαλυτών συστατικών/νερού** στους ιστούς τους.

Στα διαλυτά συστατικά περιλαμβάνονται **οργανικά οξέα, υδατάνθρακες, λιπίδια** και φωσφορολιπίδια, **πηκτικά συστατικά** και **χρωστικές**.

Εξ αυτών, **οι υδατάνθρακες είναι οι πλέον σημαντικοί** διότι καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό δύο ζητήματα τα οποία είναι ιδιαίτερος σημαντικά: α) **ρυθμός ανάπτυξης και έλευση του σταδίου ωριμότητας** που καθορίζουν το τελικό μέγεθος και β) **η γεύση, το άρωμα και η υφή** του τελικού προϊόντος.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Η σημασία των υδατανθράκων**

Η επαρκής και συνεχής τροφοδοσία με **υδατάνθρακες** εξασφαλίζει τη διατήρηση **ικανοποιητικού ρυθμού κυτταροδιαιρέσεων** και ανάπτυξης των διαφόρων ιστολογικών περιοχών του καρπού.

Η πλειονότητα των υδατανθράκων εισάγεται μέσω **του ηθμού** ενώ ένα μικρό μέρος προέρχεται από την ίδια τη **φωτοσύνθεση των πράσινων μερών** του καρπού κυρίως ως **επανα-αφομοίωση του CO₂ της αναπνοής**.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

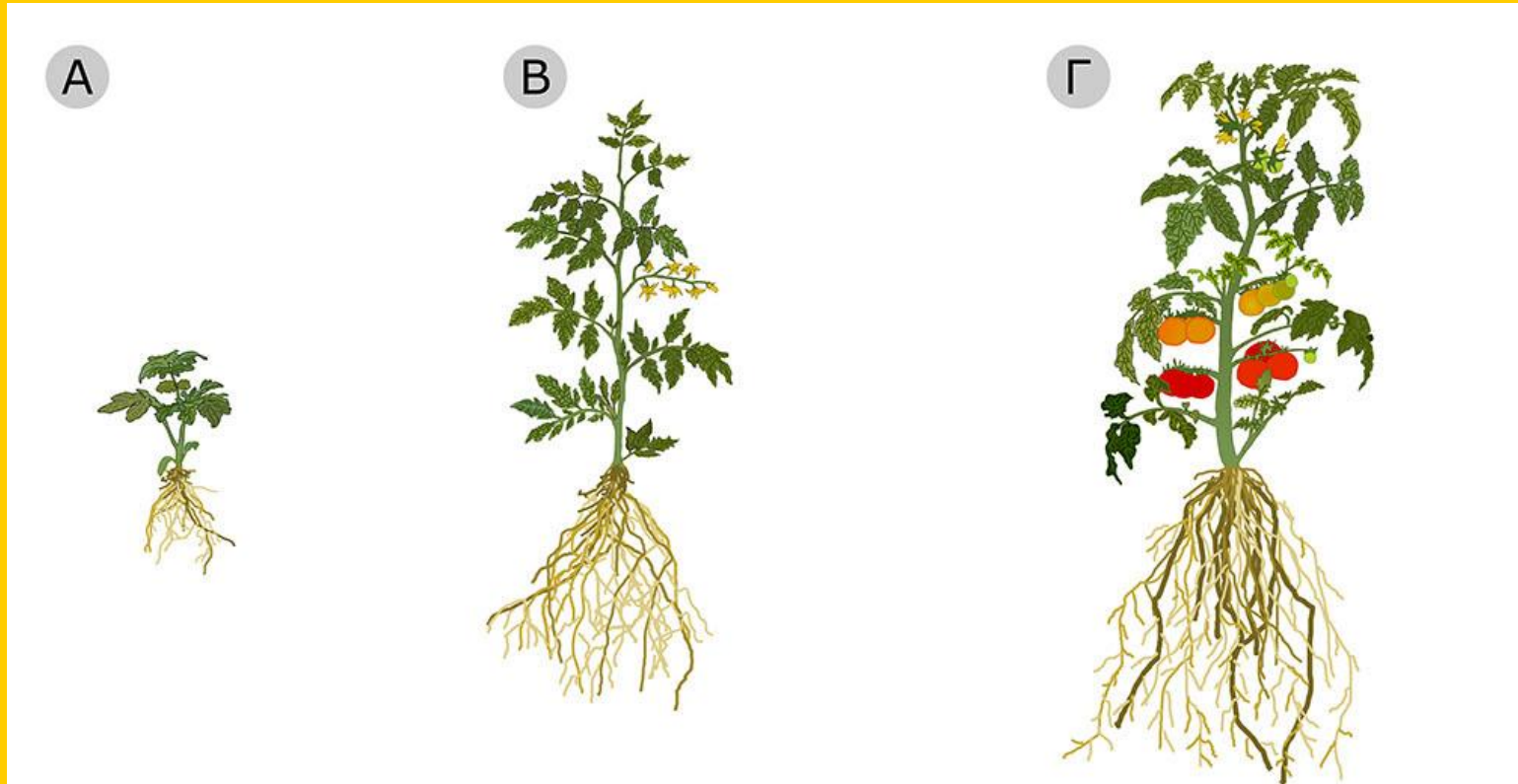
- **Διανομή υδατανθράκων**

Τα φύλλα ξεκινούν την **εξαγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων** όταν έχουν υπερβεί το **50-60%** της **πλήρους έκπτυξης**.

Η δυνατότητα τροφοδοσίας με υδατάνθρακες ενός καρπού από συγκεκριμένα φύλλα εξαρτάται πρώτιστα από τη **φυλλοταξία** η οποία καθορίζει την **αγγειακή διασύνδεση** μεταξύ φύλλων και καρπών.

Τέλος, η διανομή υδατανθράκων από τα φύλλα εξαρτάται από την **ένταση της ζήτησης** και την **απόσταση**.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



Πρότυπο διανομής υδατανθράκων στο φυτό της τομάτας κατά τα διάφορα στάδια του βιολογικού κύκλου.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

Sugar	Yucca	Grapevine	Ash	Apple
Sucrose	97	93	11	22
Glucose	2	4	1	4
Fructose	1	3	1	3
Sorbitol	—	—	—	71
Mannitol	—	—	65	—
Other	—	—	22	—

Σύσταση διανεμόμενων υδατανθράκων
σε διάφορα φυτικά είδη.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

• Υδατάνθρακες – Οργανικά οξέα

Η ισορροπία οργανικών οξέων – υδατανθράκων είναι σημαντική για τον προσδιορισμό της πορείας **ωρίμανσης** αλλά και της **ποιότητας** των καρπών.

Μεγάλη περιεκτικότητα σε οξέα σχετίζονται με **έντονα ξινή** και **απωθητική γεύση**. Μικρή περιεκτικότητα σχετίζεται με **επίπεδη, αδύναμη** και **αδιάφορη γεύση**.

Για τον προσδιορισμό των παραπάνω μετρούνται η **ολική τιτλοδοτούμενη οξύτητα** ή η χημική σύσταση στα κυρίαρχα οξέα και σάκχαρα μέσω χρωματογραφικής ανάλυσης. Επίσης χρησιμοποιείται η **ολική συγκέντρωση στερεών** (SSC %) που αντιστοιχεί στα ολικά σάκχαρα, οργανικά οξέα και ανόργανα άλατα. Συχνά μέσω διαθλασίμετρου προσδιορίζεται ο **δείκτης °Brix**.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- **Υδατάνθρακες – Οργανικά οξέα**

Τα **οργανικά οξέα** δεν μεταφέρονται μέσω του ηθμού στους καρπούς αλλά είτε προκύπτουν επί τόπου **μέσω αφομοίωσης** (σκοτεινή αφομοίωση ή φωτοσύνθεση) είτε συντίθενται **μέσω μετασχηματισμού** των εισερχόμενων υδατανθράκων.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- **Υδατάνθρακες – Άμυλο**

Η ισορροπία αμύλου-υδατανθράκων είναι επίσης σημαντική. Σε πολλούς καρπούς όπως το μήλο, η μπανάνα και το ακτινίδιο, **το άμυλο συσσωρεύεται** κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και αποτίθεται σε αμυλοκόκκους.

Στο ακτινίδιο το άμυλο μπορεί να φτάσει στο 50% του ξηρού βάρους προς το τέλος της ανάπτυξης (15 εβδομάδες). Στην ωριμότητα (17–20 εβδομάδες), παρατηρείται **έντονη υδρόλυση του αμύλου**. Παρόλα αυτά, **η συσσώρευση σακχάρων υπερβαίνει την ποσότητα που αντιστοιχεί στο άμυλο** γεγονός που σημαίνει πως η μεταφορά σακχάρων **συνεχίζεται μέχρι τη συγκομιδή**.

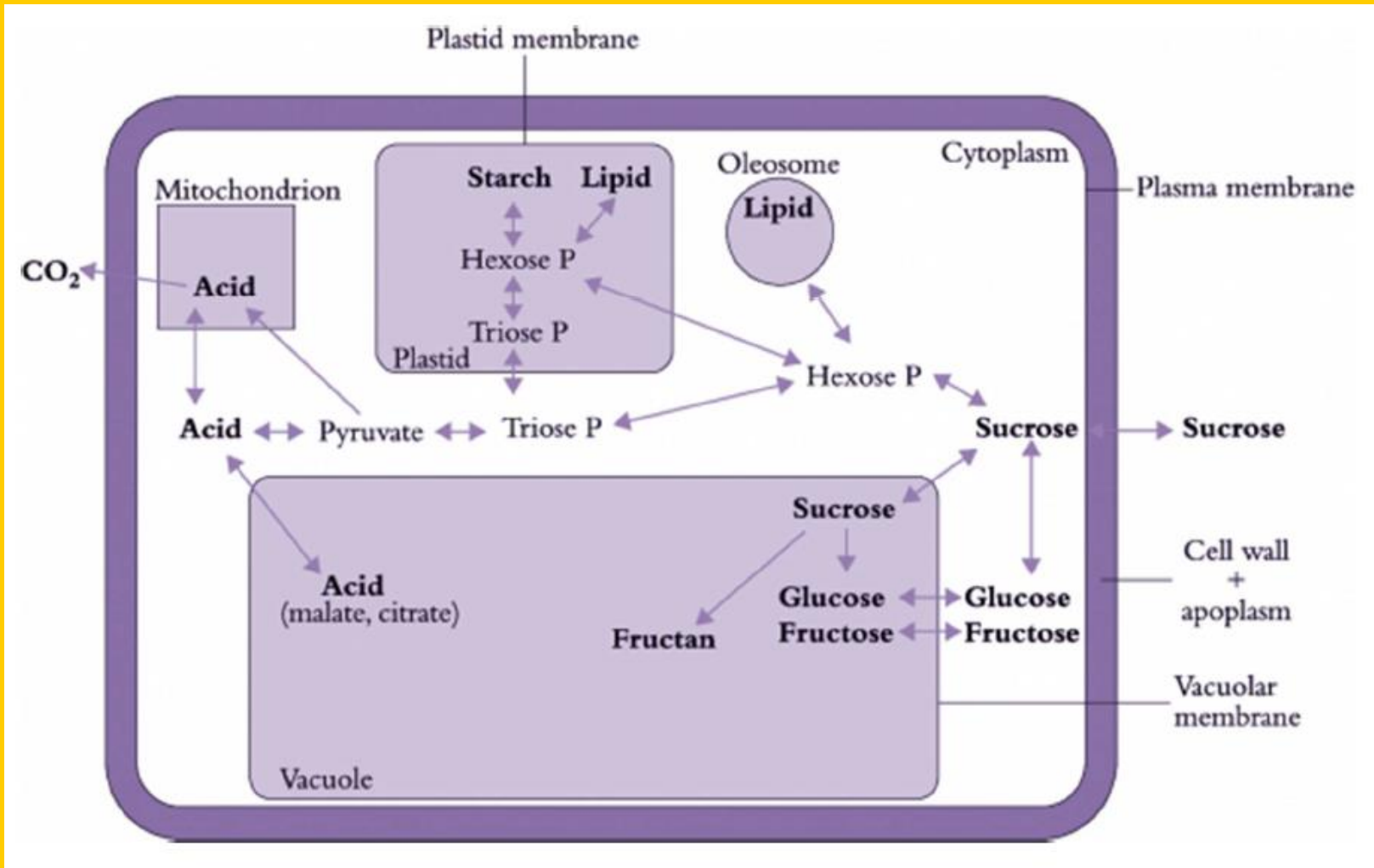
ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- **Υδατάνθρακες – Άμυλο**

Η ισορροπία αμύλου-υδατανθράκων αποτελεί δείκτη του κατάλληλου **σταδίου συγκομιδής** και εξαρτάται επιπλέον από τις συνθήκες καλλιέργειας και τον γονότυπο.

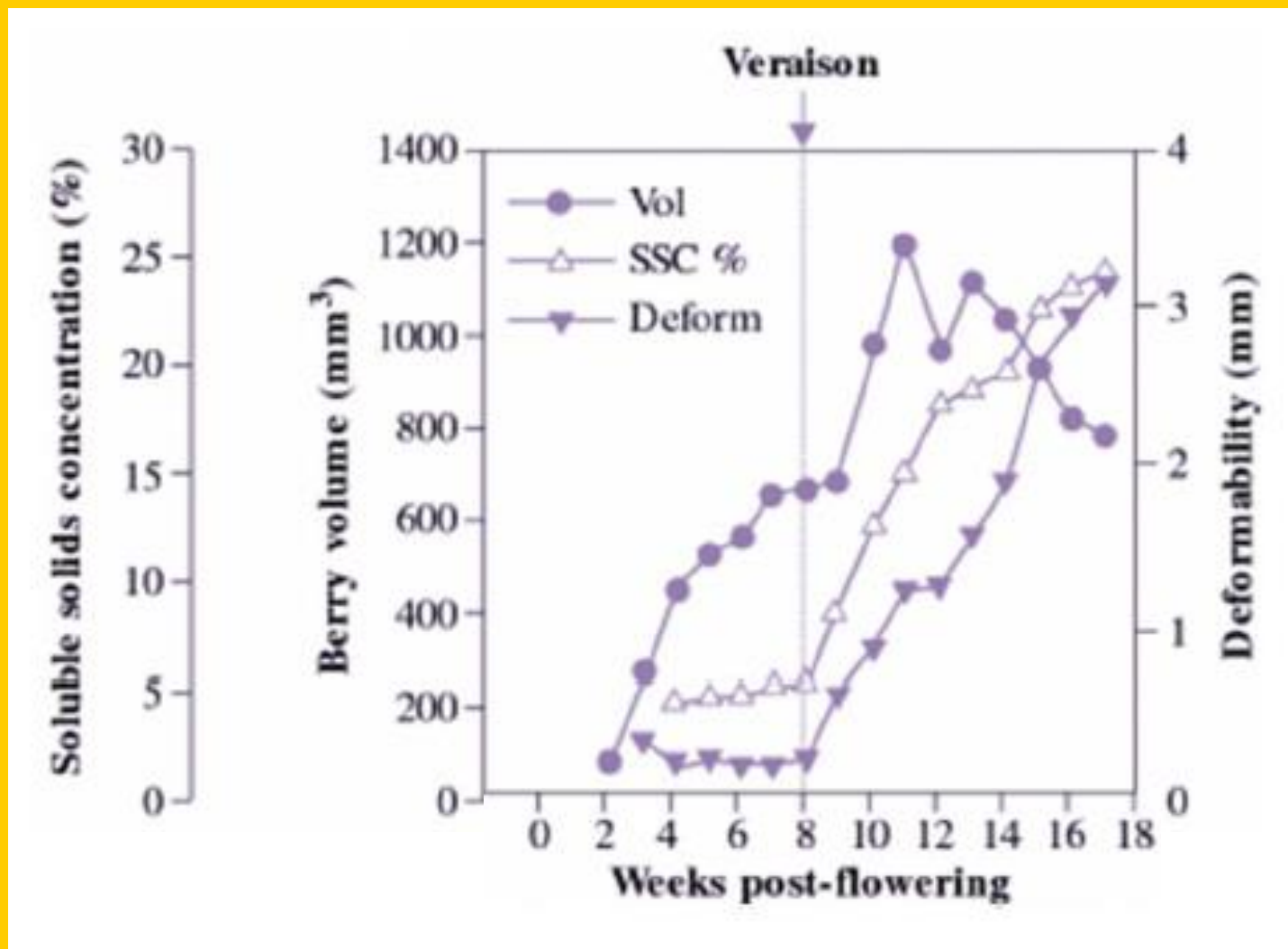
ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- C ... ο θησαυρός – η οικονομία του άνθρακα



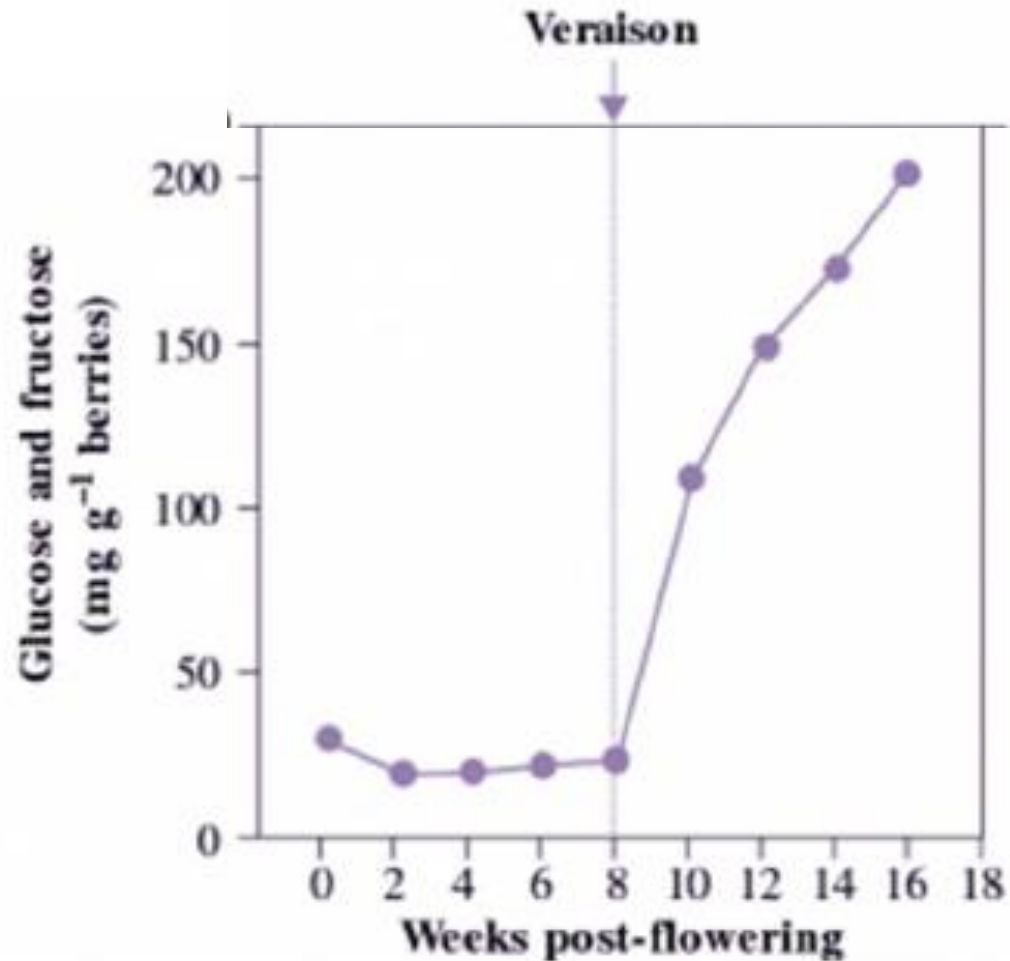
ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Οι παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα



ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Οι παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα*



ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- **Βιταμίνες – φαινολικά συστατικά**

Ιδιαίτερη αξία φέρουν οι **βιταμίνες C, E και B_x**.

Τα **φαινολικά συστατικά** σχετίζονται με την **εμφάνιση** (ανθοκυανίνες και φλαβονοειδή) και την **στιφή γεύση** (φαινολικά και ταννίνες).

Τα φαινολικά συστατικά είναι εξαιρετικά **αντιοξειδωτικά**. Έχουν επιπλέον **μια πληθώρα βιοδραστικών / φαρμακευτικών ιδιοτήτων**.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Φωτοσύνθεση καρπών**

Στην πλειονότητά τους **οι καρποί είναι πράσινοι** κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, παρ' ότι ορισμένοι διατηρούν το πράσινο χρώμα και κατά την ωριμότητα.

Με την ωρίμανση πολλοί διαφοροποιούνται σε μια **ποικιλία αποχρώσεων** κάτι που εξυπηρετεί την **προσέλκυση καταναλωτών** για τη διασπορά των σπερμάτων

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Φωτοσύνθεση καρπών**

Το **χλωροφυλλούχο παρέγχυμα εντοπίζεται στους εσωτερικούς ιστούς των καρπών** (μεσοκάρπιο, ενδοκάρπιο) και σε ορισμένες περιπτώσεις και στο περικάρπιο και διατρέχεται από ηθμαγγειώδεις δεσμίδες. Η δομή και η κατανομή των χλωροπλαστών, το ποσό και οι σχετικές αναλογίες των φωτοσυνθετικών χρωστικών είναι χαρακτηριστικά που ποικίλουν ανάλογα με το φυτικό είδος, αλλά και το οντογενετικό στάδιο και το μέγεθος του καρπού.

Το ερώτημα που θα μπορούσε να τεθεί στο σημείο αυτό είναι **κατά πόσον οι πράσινοι καρποί**, είτε σε πρώιμο στάδιο είτε κατά την πορεία της ανάπτυξης τους, **μπορούν να φωτοσυνθέσουν**.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Φωτοσύνθεση καρπών**

Στην περίπτωση των περιδερμικών βλαστών, των **πράσινων καρπών** και κάποιων εναέριων ριζών, όπου **η ανταλλαγή των αερίων είναι περιορισμένη** (λόγω μειωμένου αριθμού ή απουσίας στομάτων), η φωτοσύνθεση συνίσταται κυρίως σε **επαναδέσμευση-αφομοίωση του εσωτερικά εκλυόμενου (αναπνευστικού) CO₂**.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Η σημασία των υδατανθράκων**

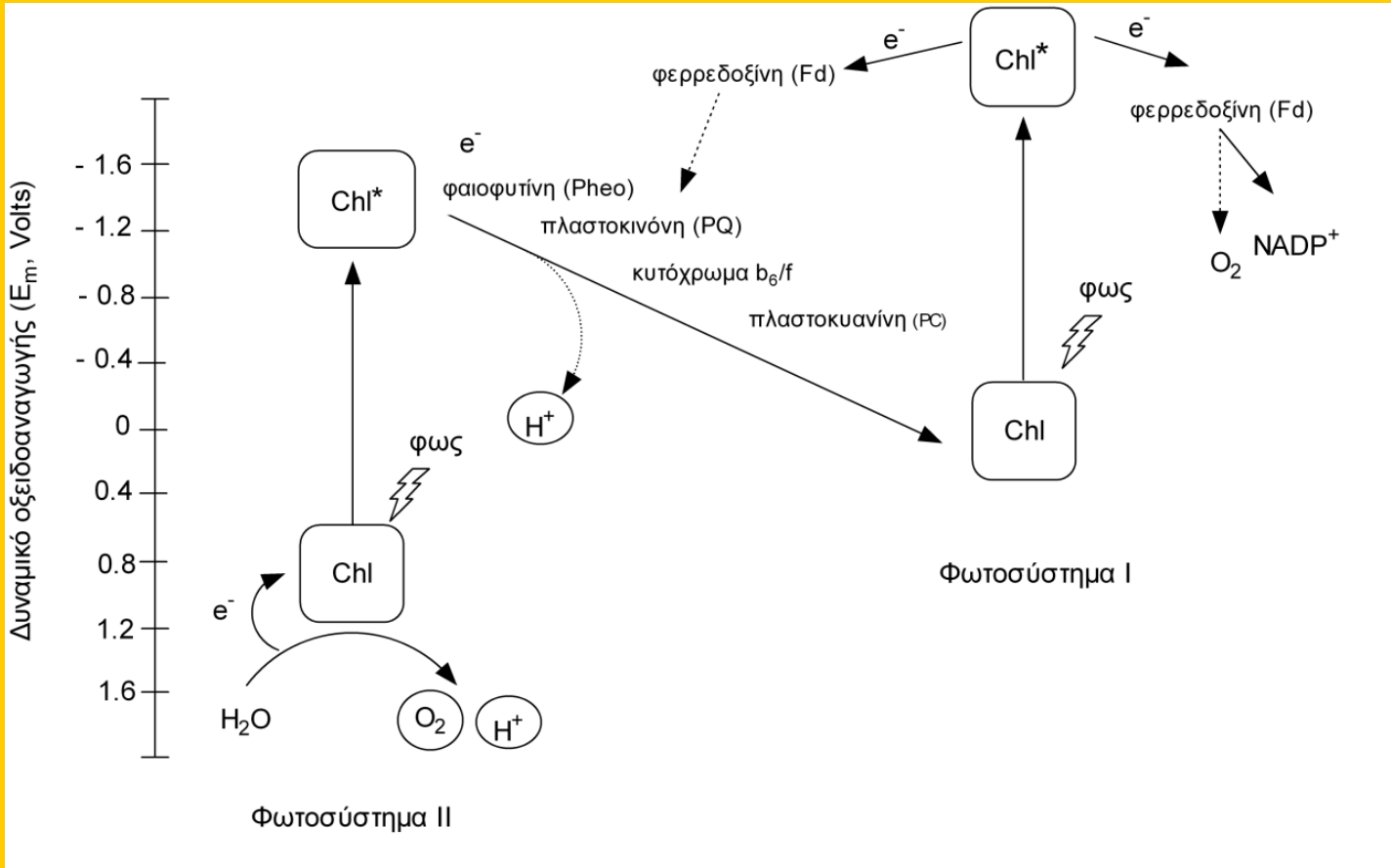
Η **φωτοσύνθεση** λαμβάνει χώρα στους χλωροπλάστες και περιλαμβάνει δύο άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους στάδια.

Στο πρώτο στάδιο, γνωστό και ως στάδιο των **φωτεινών αντιδράσεων**, περιλαμβάνεται η δέσμευση της φωτεινής ενέργειας και η μετατροπή της, μέσω μίας φωτοεπαγόμενης ροής e^- , σε χημική ενέργεια υπό μορφή αναγωγικής δύναμης NADPH και ATP.

...

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

• Ροή ηλεκτρονίων κατά τη φωτοσύνθεση



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Η σημασία των υδατανθράκων**

Η **φωτοσύνθεση** λαμβάνει χώρα στους χλωροπλάστες και περιλαμβάνει δύο άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους στάδια.

Στο πρώτο στάδιο, γνωστό και ως στάδιο των **φωτεινών αντιδράσεων**, περιλαμβάνεται η δέσμευση της φωτεινής ενέργειας και η μετατροπή της, μέσω μίας φωτοεπαγόμενης ροής e^- , σε χημική ενέργεια υπό μορφή αναγωγικής δύναμης NADPH και ATP.

Τα ανωτέρω προϊόντα των φωτεινών αντιδράσεων αξιοποιούνται στη συνέχεια για τη βιοσύνθεση υδατανθράκων, μέσω ενός ενζυμικού κύκλου αναγωγής του CO_2 (στάδιο **σκοτεινών αντιδράσεων**).

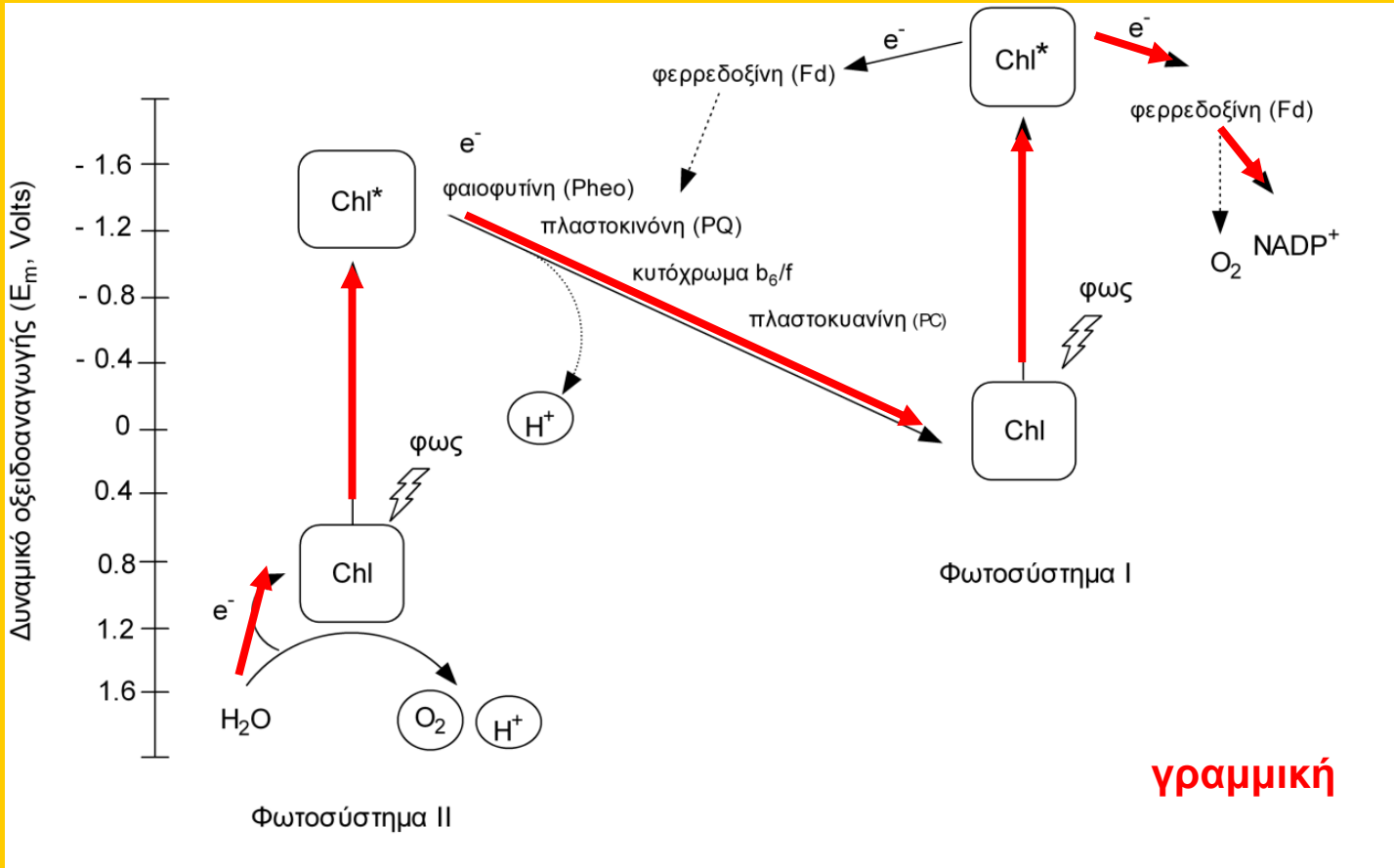
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Γραμμική, κυκλική και ψευδοκυκλική ροή e^-**

Στη **γραμμική ροή ηλεκτρονίων**, αυτά ξεκινούν από το νερό και καταλήγουν, ακολουθώντας μια γραμμική πορεία, στο $NADP^+$.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- Γραμμική, κυκλική και ψευδοκυκλική ροή e^-



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

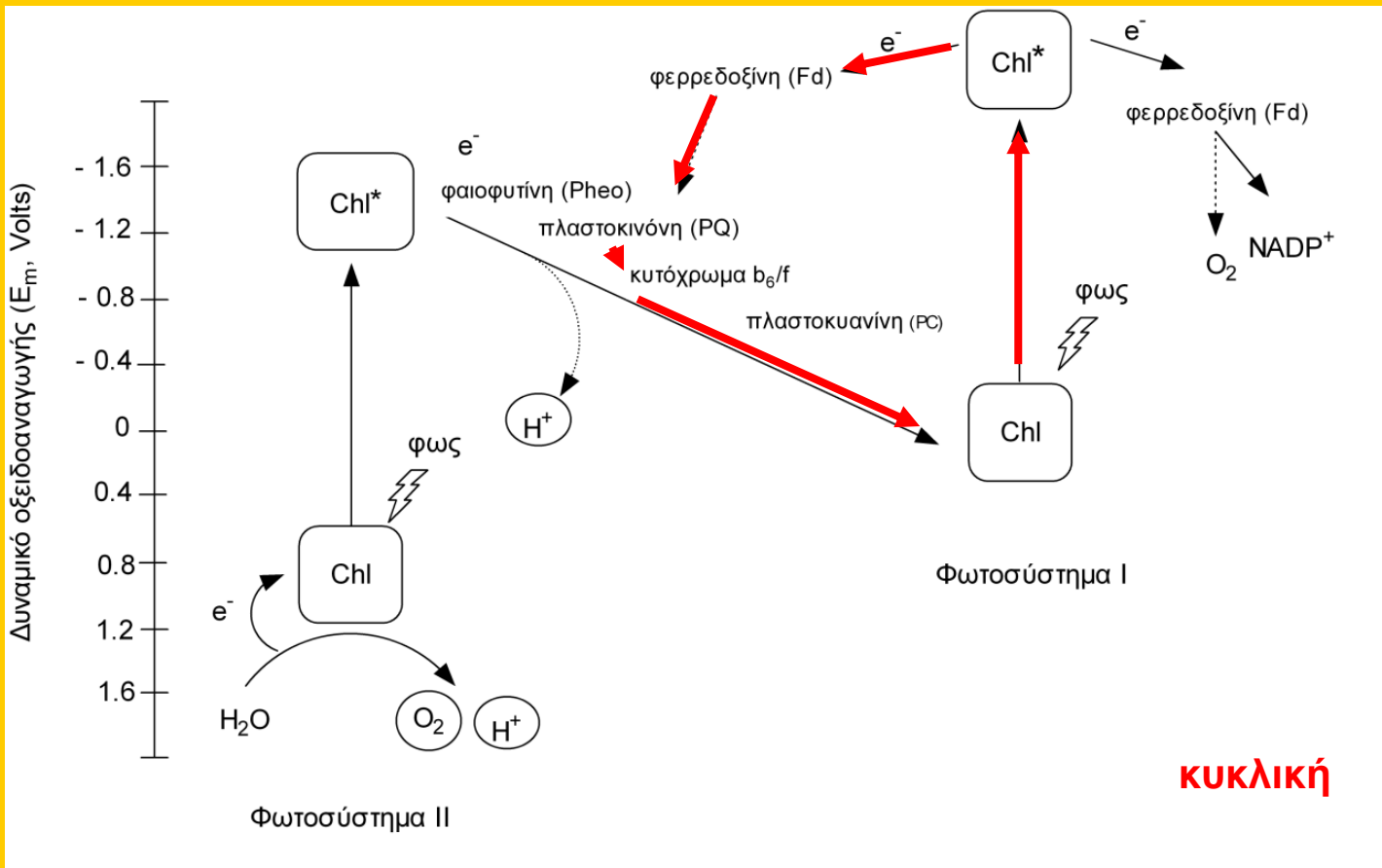
- **Γραμμική, κυκλική και ψευδοκυκλική ροή e^-**

Στη **γραμμική ροή ηλεκτρονίων**, αυτά ξεκινούν από το νερό και καταλήγουν, ακολουθώντας μια γραμμική πορεία, στο $NADP^+$.

Στην **κυκλική ροή** τα e^- μεταφέρονται από την ανηγμένη Fd ξανά πίσω στη δεξαμενή της πλαστοκινόνης. Από εκεί τα e^- περνούν εκ νέου στο σύμπλοκο κυτοχρώματος b6/f και μέσω της πλαστοκυανίνης φτάνουν πάλι στο PSI. **Κατά την ανωτέρω πορεία συντίθεται αποκλειστικά ATP, δεν παρατηρείται έκλυση O_2** και θεωρητικά δεν απαιτείται η λειτουργία του PSII.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

• Ροή ηλεκτρονίων κατά τη φωτοσύνθεση



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Οι ρόλοι της κυκλικής ροής e^-**

Για τη δράση της κυκλικής ροής έχουν στοιχειοθετηθεί και επικρατήσει **δύο βασικοί ρόλοι**.

Ο **πρώτος είναι η σύνθεση πρόσθετου ATP**, για τη διασφάλιση της απαιτούμενης για τις αντιδράσεις αφομοίωσης του CO_2 αναλογίας ATP:NADPH.

Ο **δεύτερος** αφορά στην φωτοπροστατευτική ικανότητα των φυτών έναντι του κινδύνου φωτοαναστολής του PSII. Όταν η ταχύτητα αφομοίωσης του CO_2 υπολείπεται του ρυθμού απορρόφησης του φωτός, τότε η κατανάλωση NADPH και ATP επιβραδύνεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ενδιάμεσοι φορείς e^- να παραμένουν σε ανηγμένη μορφή και η γραμμική ροή e^- να μειώνεται.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Γραμμική, κυκλική και ψευδοκυκλική ροή e^-**

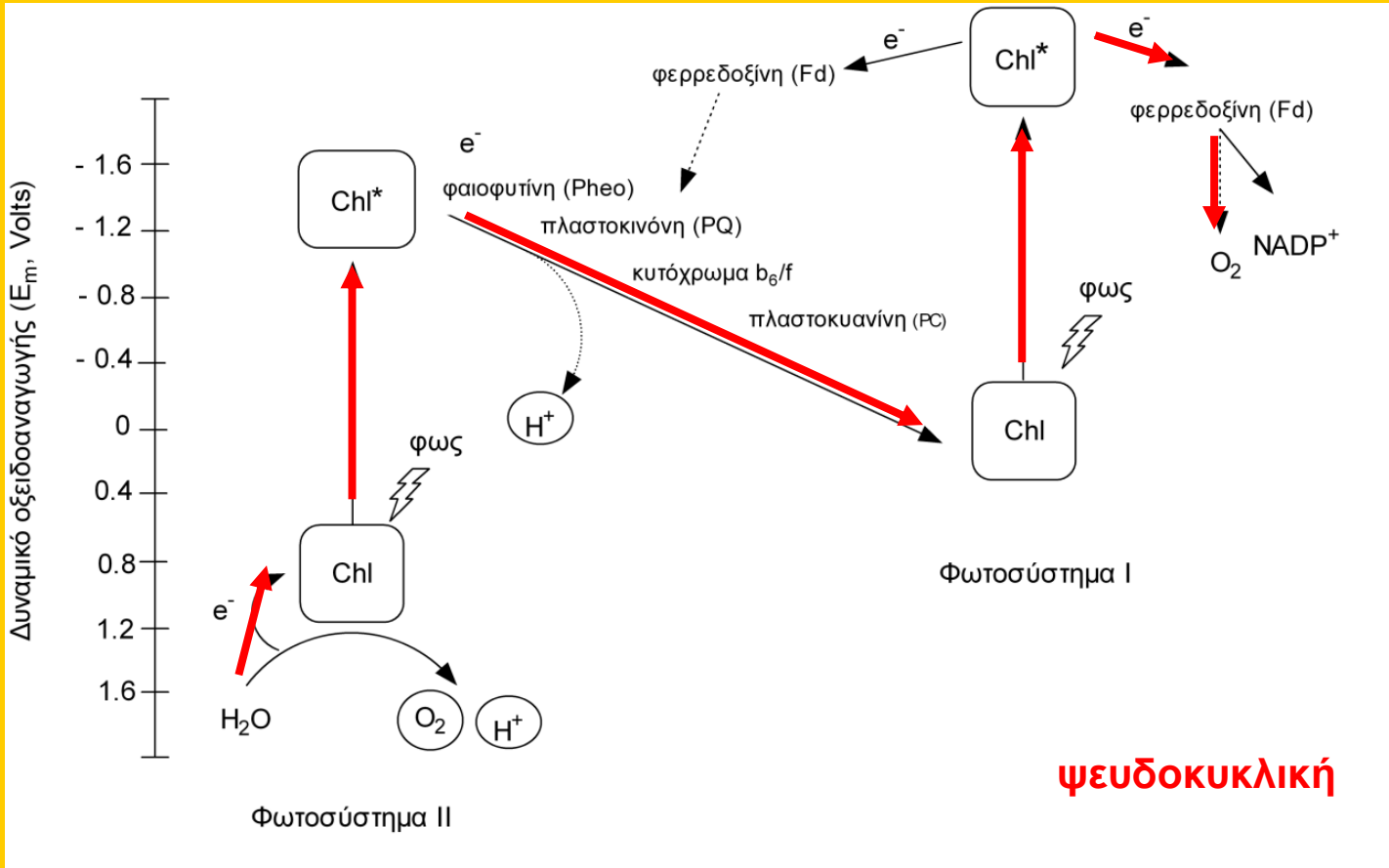
Στην **ψευδοκυκλική ροή** η ανηγμένη Fd ανακατευθύνει τα e^- που δέχεται από το PSII προς το O_2 .

Η αναγωγή του O_2 έχει ως άμεσο αποτέλεσμα τον σχηματισμό ριζών υπεροξειδίου οι οποίες μετατρέπονται με τη σειρά τους σε υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) σε μια αντίδραση που καταλύεται από το ένζυμο υπεροξειδική δεσμουτάση.

Το H_2O_2 εξουδετερώνεται άμεσα παρουσία ασκορβικού οξέος προς H_2O , με καταλυτικό ένζυμο την υπεροξειδάση του ασκορβικού.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

• Ροή ηλεκτρονίων κατά τη φωτοσύνθεση



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Φωτοσύνθεση καρπών**

Το **ποσοστό του φωτός** που εισέρχεται στο εσωτερικό **διαφοροποιείται** ανάλογα με την **μορφολογία του καρπού**.

Το εξωκάρπιο και το μεσοκάρπιο των καρπών του *Pisum sativum* απορροφά περίπου το 67% του προσπίπτοντος φωτός, ενώ τα σπέρματά του φαίνεται να δέχονται έως και 23% αυτού ή και περισσότερο.

Μόλις 0,1 % του φωτός φτάνει στα σπέρματα των καρπών του *Malus sp.*

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Φωτοσύνθεση καρπών**

Η **αυξημένη κυτταρική αναπνοή** από τους ιστούς του καρπού, σε συνδυασμό με την **μειούμενη λειτουργικότητα των στομάτων** και περατότητα της εφυμενίδας κατά την ανάπτυξη, έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂** (7-60 φορές υψηλότερη από την εξωτερική ατμόσφαιρα) και την **μείωση της μερικής πίεσης O₂** στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Φωτοσύνθεση καρπών**

Η ανταλλαγή των αερίων στους καρπούς παρεμποδίζεται, ενώ συγχρόνως, ως κατά βάση ετερότροφα όργανα, έχουν αυξημένη ταχύτητα αναπνοής. Αυτό οδηγεί σε **εξαιρετικά υψηλή συγκέντρωση CO₂** και **χαμηλή μερική πίεση O₂** στο εσωτερικό τους.

Έτσι, **πέραν του περιορισμού των απωλειών σε C** μέσω επαναδέσμευσης του CO₂, έχει προταθεί ότι η **φωτοσύνθεση στους καρπούς στοχεύει στην αποτροπή των φαινομένων οξίνισης** (που προκαλεί η υψηλή συγκέντρωση CO₂) **και των επιπτώσεων της υποξίας.**

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΠΟΥ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

- **Φωτοσύνθεση καρπών**

Οι πράσινοι καρποί εμφανίζουν σημαντικά **υψηλότερα επίπεδα κυκλικής ροής ηλεκτρονίων** καθώς φαίνεται πως η κυκλική ροή ηλεκτρονίων ευνοείται στους ιστούς τους.

Παράλληλα, από τη μελέτη της στοιχειομετρίας των φωτοσυστημάτων προκύπτει **αύξηση του PSI** στους καρπούς και **συχνά μικρότερη σε σχέση με τα φύλλα αναλογία PSII/PSI**.

ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ, ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

II. Θέματα μετασυλλεκτικής φυσιολογίας

<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/2706/>



ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα**

Σε γενικές γραμμές, ένας φρέσκος καρπός **περιέχει υγρασία μεταξύ 80-95%**.

Εντός των καρπών, **το νερό μετακινείται** μεταξύ των **κυττάρων** και των **μεσοκυττάρων χώρων** διαμορφώνοντας **μια εσωτερική ατμόσφαιρα με σχετική υγρασία περίπου 97%**.

Μετασυλλεκτικά, οι καρποί χάνουν νερό προς την ατμόσφαιρα μέσω της **διαπνοής**. Παρατεταμένη απώλεια υγρασίας οδηγεί σε **απώλεια της συνεκτικότητας και τραγανότητας** του φυτικού προϊόντος. Περαιτέρω, επηρεάζεται **η εμφάνιση, η δομή και η γεύση**.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα**

Τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά **χάνουν τη φρεσκάδα τους** μετά από απώλεια νωπής μάζας **μεταξύ 3 και 10%**.

Η **διαπνοή** θεωρείται ο βασικός παράγοντας απώλειας της ποιότητας των **φυλλωδών λαχανικών** όπως το σπανάκι, το λάχανο, το μαρούλι και το φρέσκο κρεμμύδι. Επίσης, η διαπνοή προκαλεί εμπορική και φυσιολογική υποβάθμιση των **ξινών καρπών**.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα**

Η μετακίνηση του νερού προς την ατμόσφαιρα εξαρτάται από τη **διαφορά μερικής πίεσης υδρατμών** και την **αντίσταση στη διάχυση**.

Η διαφορά αυτή μπορεί να εκφραστεί και ως **έλλειμα πιέσεως διαχύσεως** και είναι το έλλειμα της μερικής πίεσης των υδρατμών σε ένα δείγμα ατμόσφαιρας ως προς τη μερική πίεση των υδρατμών στον κόρο.

Η αντίσταση στη διάχυση διαμορφώνεται από τα **χαρακτηριστικά της εφυμενίδας** και των **επιεφυμενιδικών κηρών**, την ύπαρξη και κατάσταση των **στομάτων, φακιδίων, και τριχώματος**.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα**

Το αντίστροφο της αντίστασης είναι η **αγωγιμότητα** ή περατότητα του νερού και είναι **ένα μέτρο της ευκολίας** με την οποία ένα φυτικό υλικό **αποβάλλει νερό**.

Συνήθως μετράται ως ποσότητα νερού ανά μονάδα μάζας ή επιφάνειας ανά μονάδα ελλείματος πίεσης διαχύσεως υδρατμών και ανά μονάδα χρόνου.

Για παράδειγμα, το **μαρούλι** έχει αγωγιμότητα της τάξης των $7400 \text{ mg H}_2\text{O kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ MPa}^{-1}$ ενώ η **πατάτα** και το **μήλο** έχουν αγωγιμότητα της τάξης των 25 και $40 \text{ mg H}_2\text{O kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ MPa}^{-1}$ αντίστοιχα.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Παράγοντες που καθορίζουν τη μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα**

A. Έλλειμα πίεσεως διαχύσεως ή διαφορά μερικής πίεσης υδρατμών μεταξύ φυτικού υλικού και αέρα.

Στην πράξη, μια μείωση της τάξης του 5% στη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, προκαλεί αύξηση της διαπνοής που **εξαρτάται από τις απόλυτες τιμές σχετικής υγρασίας**.

Για παράδειγμα, **μείωση από 98% σε 93%** προκαλεί **αύξηση της διαπνοής κατά 250%** ενώ **μείωση από 85% σε 80%** προκαλεί **αύξηση της διαπνοής κατά μόλις 33%**.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

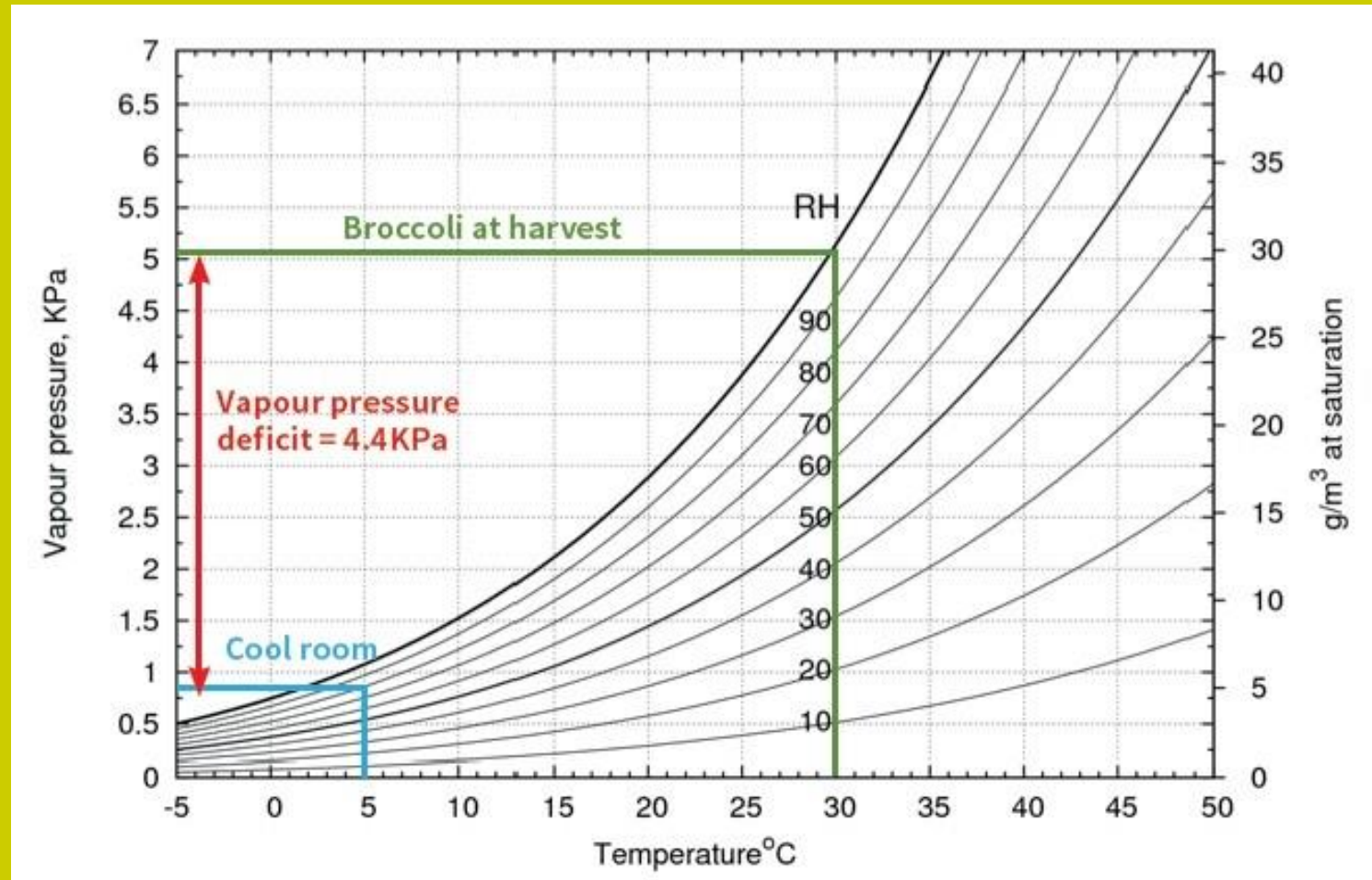
- Παράγοντες που καθορίζουν τη μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα

B. Θερμοκρασία.

Η ύπαρξη **μεγάλης διαφοράς στη θερμοκρασία** μεταξύ φυτικού υλικού και ατμόσφαιρας συντήρησης προκαλεί **μεγάλη αύξηση στη διαπνοή**.

Κατά τη φύλαξη, είναι ιδιαίτερα σημαντική **η γρήγορη και ομοιόμορφη ψύξη** των προϊόντων ώστε να περιοριστεί η απώλεια υγρασίας του φυτικού υλικού.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ



Ψυχομετρικό διάγραμμα για τον υπολογισμό του ελλείματος πίεσως διαχύσεως μεταξύ μπρόκολου συγκομισμένου στους 30°C και ατμόσφαιρας θαλάμου (80%, 5°C)*.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- Παράγοντες που καθορίζουν τη μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα

B. Θερμοκρασία.

Η θερμοκρασιακή απόκλιση είναι σημαντική και κατά την έκφραση του περιεχομένου σε υγρασία ως σχετική υγρασία.

Για παράδειγμα, **το έλλειμα πίεσεως διαχύσεως** ατμόσφαιρας με 95% σχετική υγρασία **στους 5°C** είναι κατά **43% υψηλότερο** από ότι **στους 0°C** με το ίδιο επίπεδο σχετικής υγρασίας.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- Παράγοντες που καθορίζουν τη μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα

Γ. Φυσικά χαρακτηριστικά χώρου αποθήκευσης.

Δ. Αναπνευστική δραστηριότητα του φυτικού προϊόντος.

Ε. Μέγεθος, σχήμα και επιφάνεια του φυτικού προϊόντος.

Ζ. Ωριμότητα.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Τρόποι περιορισμού των διαπνευστικών απωλειών νερού**

Ο περιορισμός της διαπνοής μπορεί να επιτευχθεί μέσω **μείωσης του ελλείματος πίεσεως διαχύσεως** και **μέσω αύξησης της αντίστασης διαχύσεως** των υδρατμών.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Τρόποι περιορισμού των διαπνευστικών απωλειών νερού**

- A. Μείωση του ελλείματος πίεσεως διαχύσεως.**

Μπορεί να επιτευχθεί μέσω μείωσης της θερμοκρασίας ή / και αύξησης της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας.

Υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας (**95-99%**) απαιτούνται για τα πιο **υδαρή προϊόντα** (π.χ. φυλλώδη λαχανικά) και αρκετά μικρότερες τιμές (**60-70%**) για **ρίζες, κονδύλους και βλαστούς**.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Τρόποι περιορισμού των διαπνευστικών απωλειών νερού**

- A. Μείωση του ελλείματος πίεσεως διαχύσεως.**

- Η επίδραση της θερμοκρασίας είναι περισσότερο πολύπλοκη.

- Η **θερμοκρασία της ατμόσφαιρας του θαλάμου**, η **θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ θαλάμου και φυτικού υλικού** καθώς και οι **θερμοκρασιακές διακυμάνσεις** καθορίζουν το βαθμό απώλειας υγρασίας.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- Τρόποι περιορισμού των διαπνευστικών απωλειών νερού

A1. Χαρακτηριστικά κίνησης του αέρα του θαλάμου.

Η κινητικότητα του αέρα του θαλάμου είναι απαραίτητη για την **ψύξη των προϊόντων** και της **διατήρηση ομοιόμορφης θερμοκρασίας** εντός του θαλάμου.

Ωστόσο, μεγάλες ταχύτητες αέρα απομακρύνουν το **οριακό στρώμα** από τις φυτικές επιφάνειες και **αυξάνουν τις διαπνευστικές απώλειες**.

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

- **Τρόποι περιορισμού των διαπνευστικών απωλειών νερού**

- B. Αύξηση της αντίστασης διαχύσεως.**

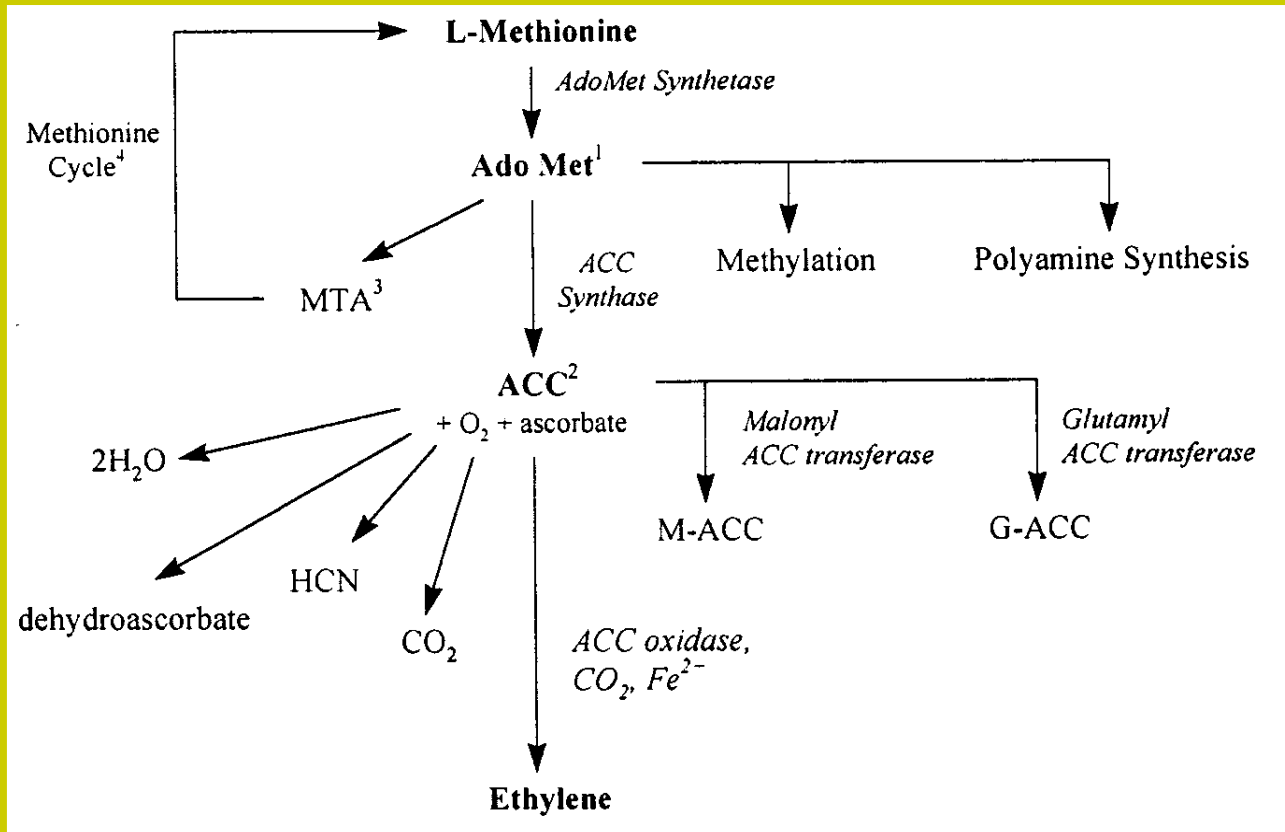
- Μπορεί να επιτευχθεί με **κατάλληλες συσκευασίες** όπως σακούλες πολυαιθυλενίου και συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας.

- Υλικά κάλυψης επιφανείας** (κηροί, κυτταρίνη, κ.λπ.) μπορούν επίσης να περιορίσουν τις απώλειες νερού.

- Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί** μπορούν επίσης να διατηρήσουν ή να αυξήσουν την αντίσταση διάχυσης.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

• Το αιθυλένιο – σύνθεση



Η παραγωγή αιθυλενίου εξαρτάται από την δραστηριότητα της συνθετάσης του ACC.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- **Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί**

Στα **ανώριμα λαχανικά**, η αναπνευστική δραστηριότητα είναι αυξημένη και **μειώνεται σταδιακά** με την ηλικία.

Στους καρπούς, υπάρχουν δύο ομάδες.

Στην πρώτη ομάδα, οι αλλαγές στην αναπνοή είναι παρόμοιες με αυτές των λαχανικών. Οι καρποί της ομάδας αυτής ονομάζονται **μη κλιμακτηριακοί**.

Στη δεύτερη ομάδα, στους **κλιμακτηριακούς καρπούς**, η αναπνοή παρουσιάζει μια **παροδική αύξηση** η οποία τοποθετείται λίγο πριν την πλήρη ωριμότητα.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

• Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί

Climacteric fruits	Non-climacteric fruits
Apple (<i>Malus domestica</i>)	Bell pepper (<i>Capsicum</i> spp.)
Apricot (<i>Prunus armeniaca</i>)	Carambola (<i>Averrhoa carambola</i>)
Asian pear (<i>Pyrus pyrifolia</i>) ^a	Cherry (<i>Prunus</i> spp.)
Avocado (<i>Persea americana</i>)	Citrus spp. ^a
Banana (<i>Musa</i> spp.)	Grape (<i>Vitis vinifera</i>)
Blackberry (<i>Rubus occidentalis</i>)	Lychee (<i>Litchi chinensis</i>)
Blueberry and Cranberry (<i>Vaccinium</i> spp.) ^a	Pineapple (<i>Ananas comosus</i>)
Cherimoya (<i>Annona cherimola</i>)	Pumpkin (<i>Cucurbita pepo</i>)
Eggplant (<i>Solanum melongena</i> var. <i>esculentum</i>)	Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)
Feijoa (<i>Feijoa sellowiana</i>)	Strawberry (<i>Fragaria</i> spp.)
Fig (<i>Ficus carica</i>)	Tamarillo (tree tomato) (<i>Cyphomandra betacea</i>)
Guava (<i>Psidium guajava</i>)	Watermelon (<i>Citrullus lanatus</i>) ^a
Jujube (<i>Ziziphus jujuba</i>)	
Kiwifruit (<i>Actinidia deliciosa</i>)	
Mango (<i>Mangifera indica</i>)	
Muskmelon (<i>Cucumis melo</i>)	Classification depends on other factors (e.g., attachment to plant, maturity at harvest)
Papaya (<i>Carica papaya</i>)	
Passionfruit (<i>Passiflora edulis</i>)	
Peach (<i>Prunus persica</i>)	
Pear (<i>Pyrus communis</i>)	Cucumber (<i>Cucumis sativus</i>)
Persimmon (<i>Diospyros kaki</i>)	Olive (<i>Olea europaea</i>)
Plum (<i>Prunus domestica</i> , <i>P. salicina</i>)	
Raspberry (<i>Rubus idaeus</i>)	
Sapote (<i>Calocarpum sapota</i>)	
Tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	

^a Classification is not conclusive, or both types may be present.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

• Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί

Climacteric fruits	Non-climacteric fruits
Apple (<i>Malus domestica</i>)	Bell pepper (<i>Capsicum</i> spp.)
Apricot (<i>Prunus armeniaca</i>)	Carambola (<i>Averrhoa carambola</i>)
Asian pear (<i>Pyrus pyrifolia</i>) ^a	Cherry (<i>Prunus</i> spp.)
Avocado (<i>Persea americana</i>)	Citrus spp. ^a
Banana (<i>Musa</i> spp.)	Grape (<i>Vitis vinifera</i>)
Blackberry (<i>Rubus occidentalis</i>)	Lychee (<i>Litchi chinensis</i>)
Blueberry and Cranberry (<i>Vaccinium</i> spp.) ^a	Pineapple (<i>Ananas comosus</i>)
Cherimoya (<i>Annona cherimola</i>)	Pumpkin (<i>Cucurbita pepo</i>)
Eggplant (<i>Solanum melongena</i> var. <i>esculentum</i>)	Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)
Feijoa (<i>Feijoa sellowiana</i>)	Strawberry (<i>Fragaria</i> spp.)
	Tamarillo (tree tomato) (<i>Cyphomandra betacea</i>)

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

• Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί

Fig (*Ficus carica*)

Guava (*Psidium guajava*)

Jujube (*Ziziphus jujuba*)

Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*)

Mango (*Mangifera indica*)

Muskmelon (*Cucumis melo*)

Papaya (*Carica papaya*)

Passionfruit (*Passiflora edulis*)

Peach (*Prunus persica*)

Pear (*Pyrus communis*)

Persimmon (*Diospyros kaki*)

Plum (*Prunus domestica*, *P. salicina*)

Raspberry (*Rubus idaeus*)

Sapote (*Calocarpum sapota*)

Tomato (*Lycopersicon esculentum*)

Watermelon (*Citrullus lanatus*)^a

Classification depends on other factors (e.g., attachment to plant, maturity at harvest)

Cucumber (*Cucumis sativus*)

Olive (*Olea europaea*)

^a Classification is not conclusive, or both types may be present.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- **Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί**

Οι κλιμακτηριακοί καρποί **αντιδρούν διαφορετικά στο αιθυλένιο** από τους μη κλιμακτηριακούς.

Στους κλιμακτηριακούς καρπούς, η αναπνευστική αιχμή και τελική ωρίμανση **συμπίπτουν με μια αύξηση του ενδογενούς αιθυλενίου.**

Το χρονικό σημείο του **κλιμακτηριακού συμβάντος** συμπίπτει με το σημείο της **βέλτιστης οργανοληπτικής αξίας** των εδώδιμων φρούτων αλλά ταυτόχρονα και το **σημείο πέραν του οποίου δεν είναι εμπορεύσιμα** λόγω **σταδιακής μηχανικής και χημικής υποβάθμισης.**

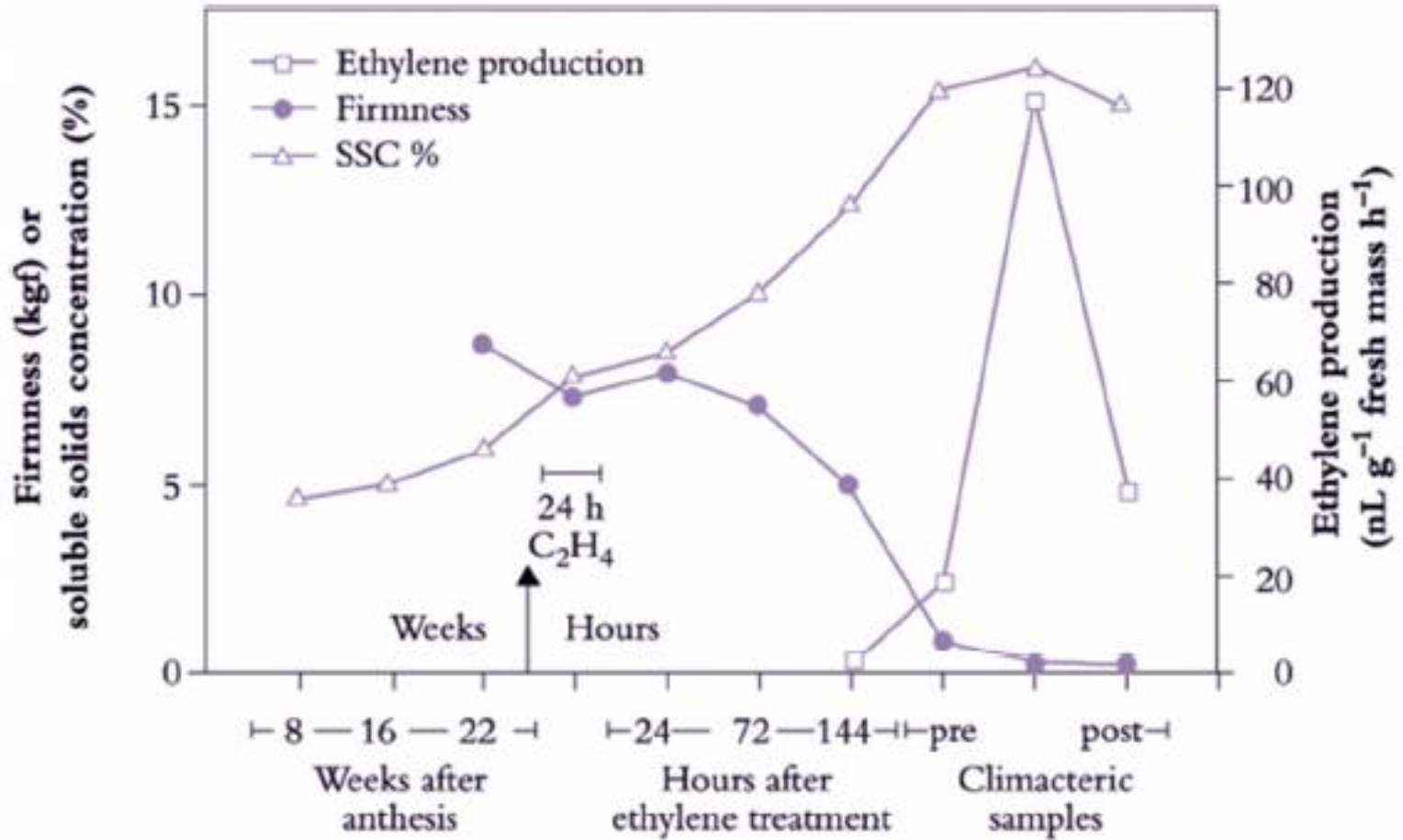
ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- **Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί**

Εξωγενής εφαρμογή αιθυλενίου σε κλιμακτηριακούς καρπούς προκαλεί την ίδια αντίδραση, δηλ. την **πυροδότηση του τελικού σταδίου ωρίμανσης**, ανάλογα με το είδους του καρπού και το στάδιο ωριμότητας.

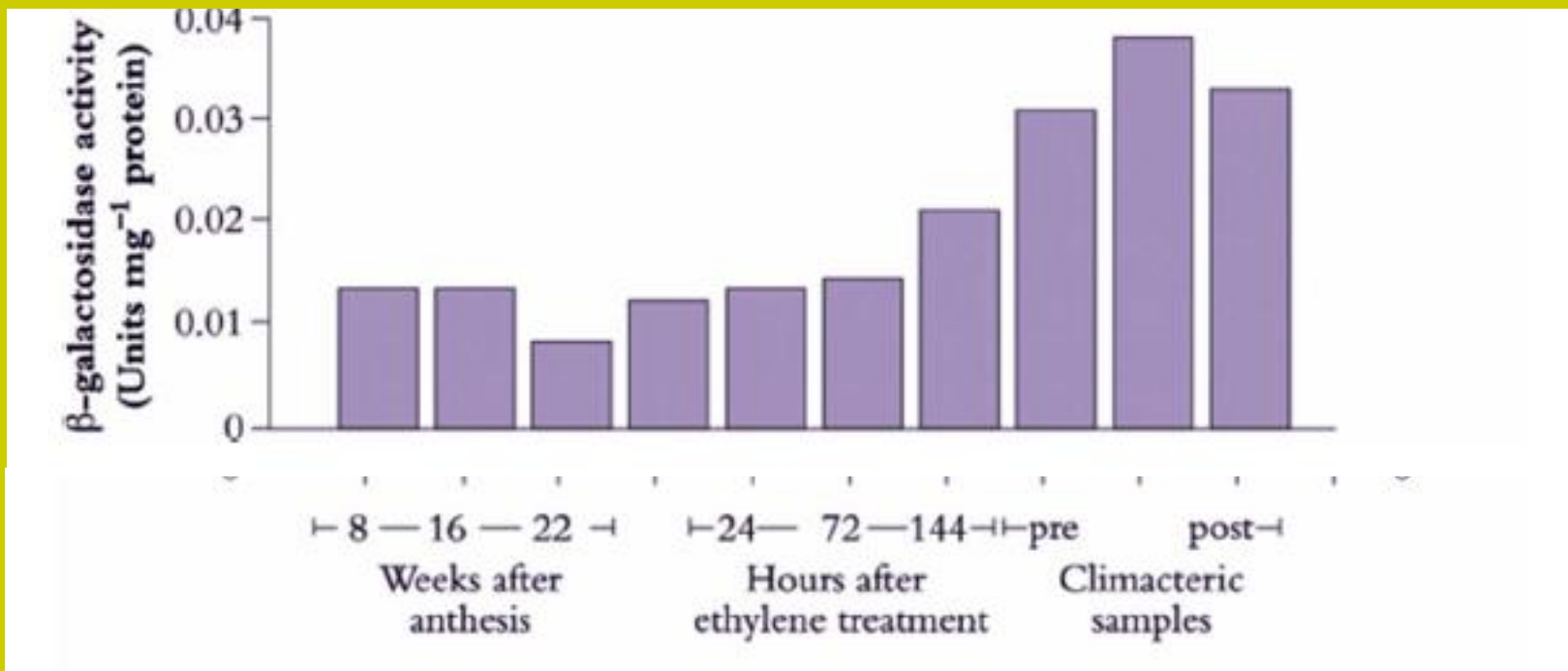
ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί



ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί



ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- **Το αιθυλένιο – κλιμακτηριακοί καρποί**

Οι κλιμακτηριακοί καρποί **αντιδρούν διαφορετικά στο αιθυλένιο** από τους μη κλιμακτηριακούς.

Στους μη κλιμακτηριακούς καρπούς, **εξωγενής εφαρμογή αιθυλενίου** προκαλεί ανάλογη αντίδραση, δηλ. **αύξηση της αναπνοής και προώθηση της ωρίμανσης**. Ωστόσο, οι διεργασίες αυτές **επιβραδύνονται εάν απομακρυνθεί το αιθυλένιο**. Η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

• Παρεμποδιστές παραγωγής αιθυλενίου

Το **CO₂** και ορισμένα άλλα μόρια μπορεί **να παρεμποδίζει ή να διεγείρει** την παραγωγή αιθυλενίου.

Παρεμποδιστές της συνθέτασης του ACC είναι η αμινο-αιθοξυ-βινυλο-γλυκίνη (AVG) και το αμινοξυ-οξικό οξύ (AOA). Το πρώτο κυκλοφορεί για χρήση σε μήλα με το εμπορικό όνομα **ReTain**.

Η οξειδάση του ACC παρεμποδίζεται από χαμηλή μερική πίεση οξυγόνου, ιόντα κοβαλτίου και νικελίου ή θερμοκρασίες άνω των 30°C.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

•Παρεμποδιστές δράσης αιθυλενίου

Τοξικές ουσίες ή παράμετροι του περιβάλλοντος που προκαλούν **παρεμπόδιση των κυτταρικών λειτουργιών**. Π.χ. χαμηλή θερμοκρασία, αιθανόλη, CO₂.

Ανταγωνιστικοί παρεμποδιστές του αιθυλενίου όπως τα ιόντα αργύρου (εφαρμόζεται στα κομμένα άνθη ως υποθειώδης άργυρος) και το 1-μεθυλοκυκλοπροπένιο (1-MCP).

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- Παρεμποδιστές δράσης αιθυλενίου: 1-MCP



Στο δεξί αχλάδι έγινε επέμβαση με 1-MCP μετά τη συγκομιδή.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

•Ελεγχόμενη ατμόσφαιρα και συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας και αιθυλένιο

Η συντήρηση σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στοχεύει στη **μείωση της συγκέντρωσης του αιθυλενίου** (κάτω από τα φυσιολογικώς δραστικά όρια του 1 ppm). Εναλλακτικά, το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με **συντήρηση σε μειωμένη συγκέντρωση O₂** (1 kPa αντί για τα φυσιολογικά 3-5 kPa).

Συχνά, η **προσθήκη αιθυλενίου** (1-10 ppm) στοχεύει στην **επιτάχυνση της ωρίμανσης**. Χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα (αέριο αιθυλένιο, αιθανόλη, ethephon (2-χλωροαιθανο-φωσφονικό οξύ), κ.λπ.).

ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- **Ελεγχόμενη ατμόσφαιρα και συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας και αιθυλένιο**

Η απομάκρυνση του παραγόμενου και συσσωρευόμενου αιθυλενίου στοχεύει στην αποτροπή της ωρίμανσης ή της γήρανσης.

Χρησιμοποιούνται διάφορα φυσικά (αερισμός) ή χημικά μέσα (προσροφητικά, οξειδωτικά, κ.λπ.).

ΑΝΑΠΝΟΗ

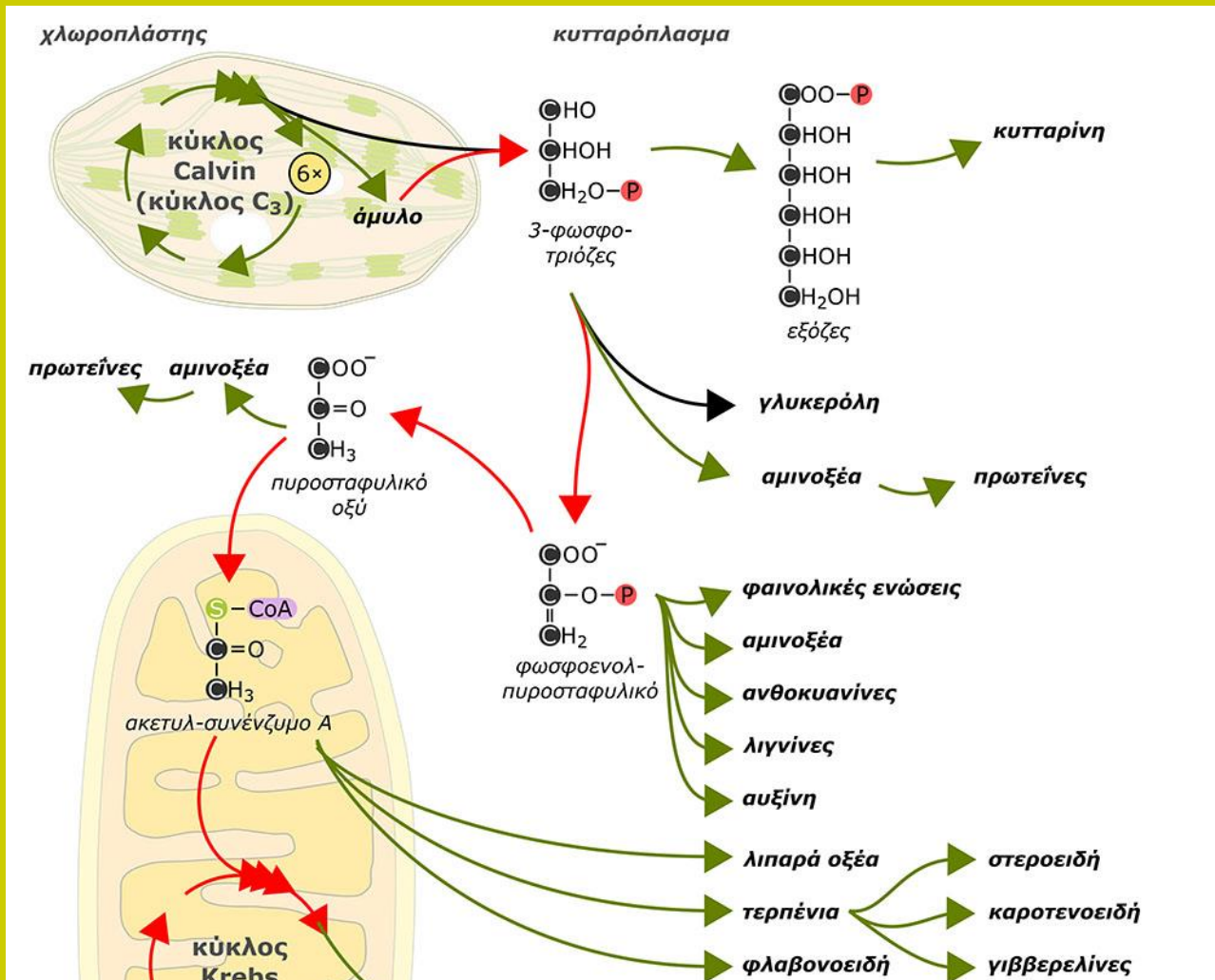
• Η κυτταρική αναπνοή προ και μετά τη συγκομιδή

Η αναπνευστική αποδόμηση υδατανθράκων για την εξασφάλιση μεταβολικής ενέργειας και την υποστήριξη των συνθετικών διεργασιών συνεχίζεται **καθόλη τη ζωή των προϊόντων**, προ- και μετασυλλεκτικά.

Η **κυτταρική αναπνοή** πραγματοποιείται στο κυτταρόπλασμα και τα μιτοχόνδρια.

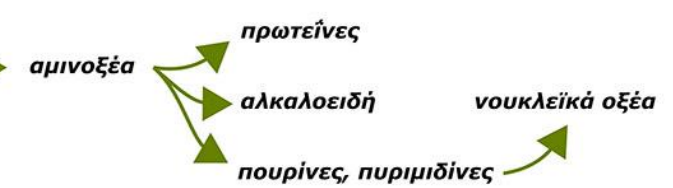
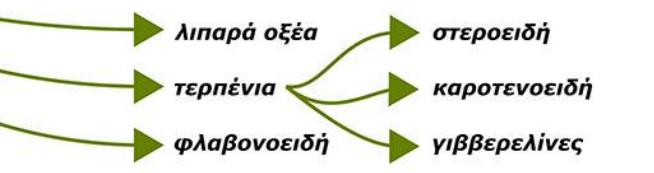
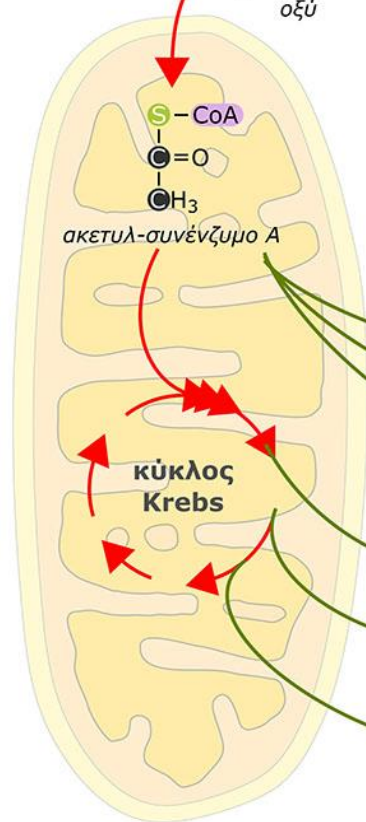
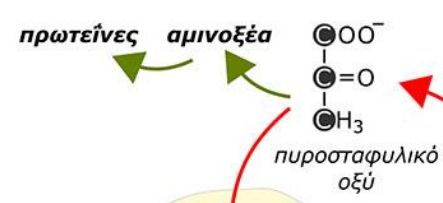
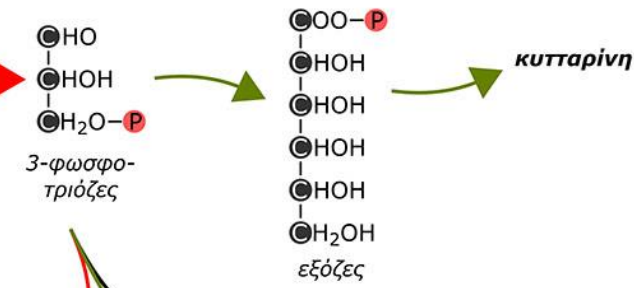
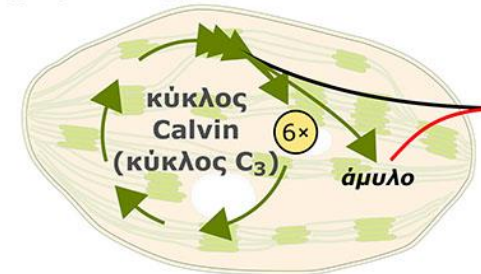
ΑΝΑΠΝΟΗ

• Η κυτταρική αναπνοή προ και μετά τη συγκομιδή



χλωροπλάστης

κυτταρόπλασμα

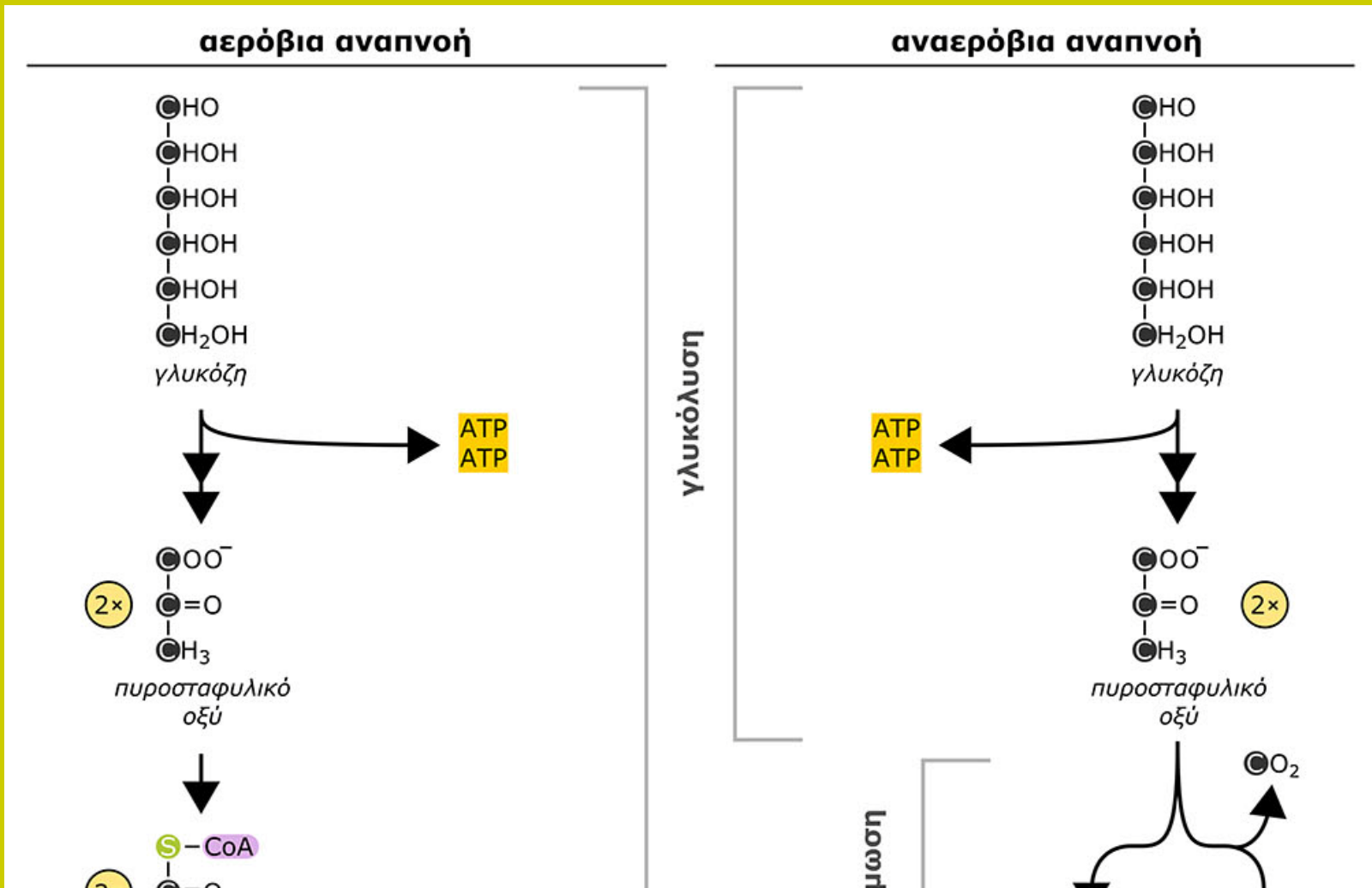


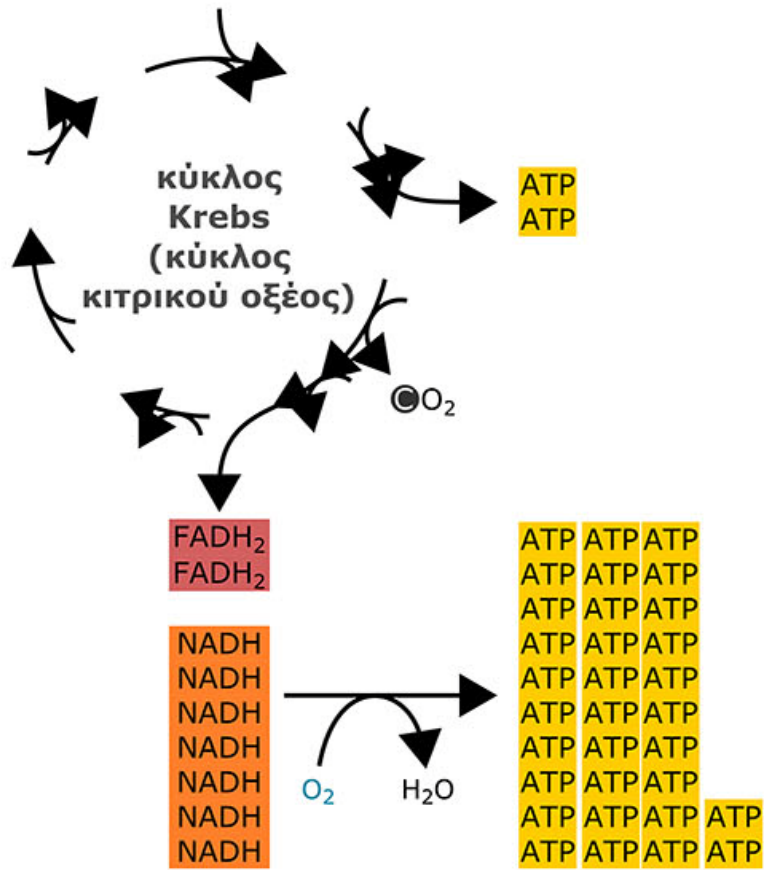
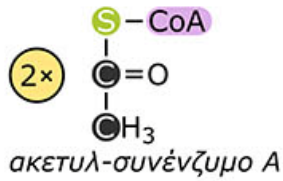
• Η κυ

ομιδή

ΑΝΑΠΝΟΗ

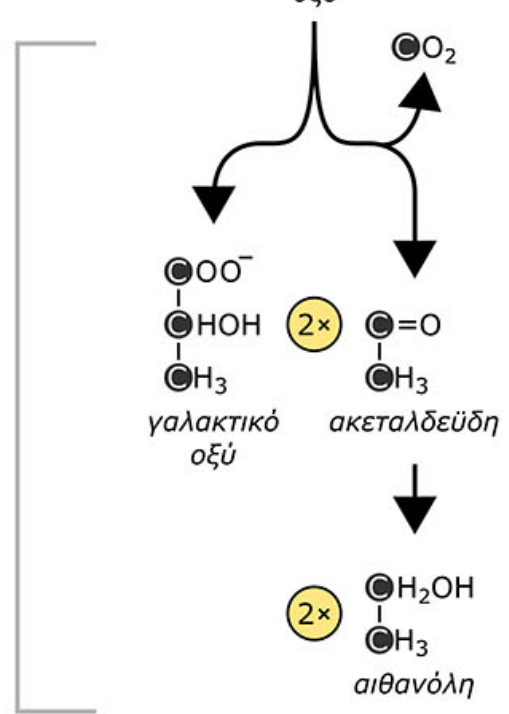
• Η κυτταρική αναπνοή χωρίς οξυγόνο





$36 \times$ ATP

αλκοολική ή γαλακτική ζύμωση



$2 \times$ ATP

ΑΝΑΠΝΟΗ

• Η κυτταρική αναπνοή μετά τη συγκομιδή

Η ταχύτητα της αναπνοής επηρεάζεται άμεσα από τη **συγκέντρωση των υποστρωμάτων** της, δηλ. τη συγκέντρωση της **γλυκόζης** και του **οξυγόνου**.

Όσον αφορά στη συγκέντρωση του οξυγόνου, η **οριακή συγκέντρωση του αερίου**, πέραν της οποίας ενεργοποιούνται οι μηχανισμοί της αναερόβιας αναπνοής **είναι περίπου 2%**.

ΑΝΑΠΝΟΗ

• Η κυτταρική αναπνοή μετά τη συγκομιδή

Στην αποθήκευση ορισμένων καρπών και λαχανικών, χρησιμοποιούνται **οριακές συγκεντρώσεις οξυγόνου** προκειμένου να παρεμποδιστεί η **μαζική κατανάλωση σακχάρων και η υπερωρίμανση**.

Σε **οριακά επίπεδα οξυγόνου** η ταχύτητα της **αερόβιας αναπνοής** παραμένει **χαμηλή**, ενώ παράλληλα **αποφεύγεται η λειτουργία** της **αναερόβιας αναπνοής**.

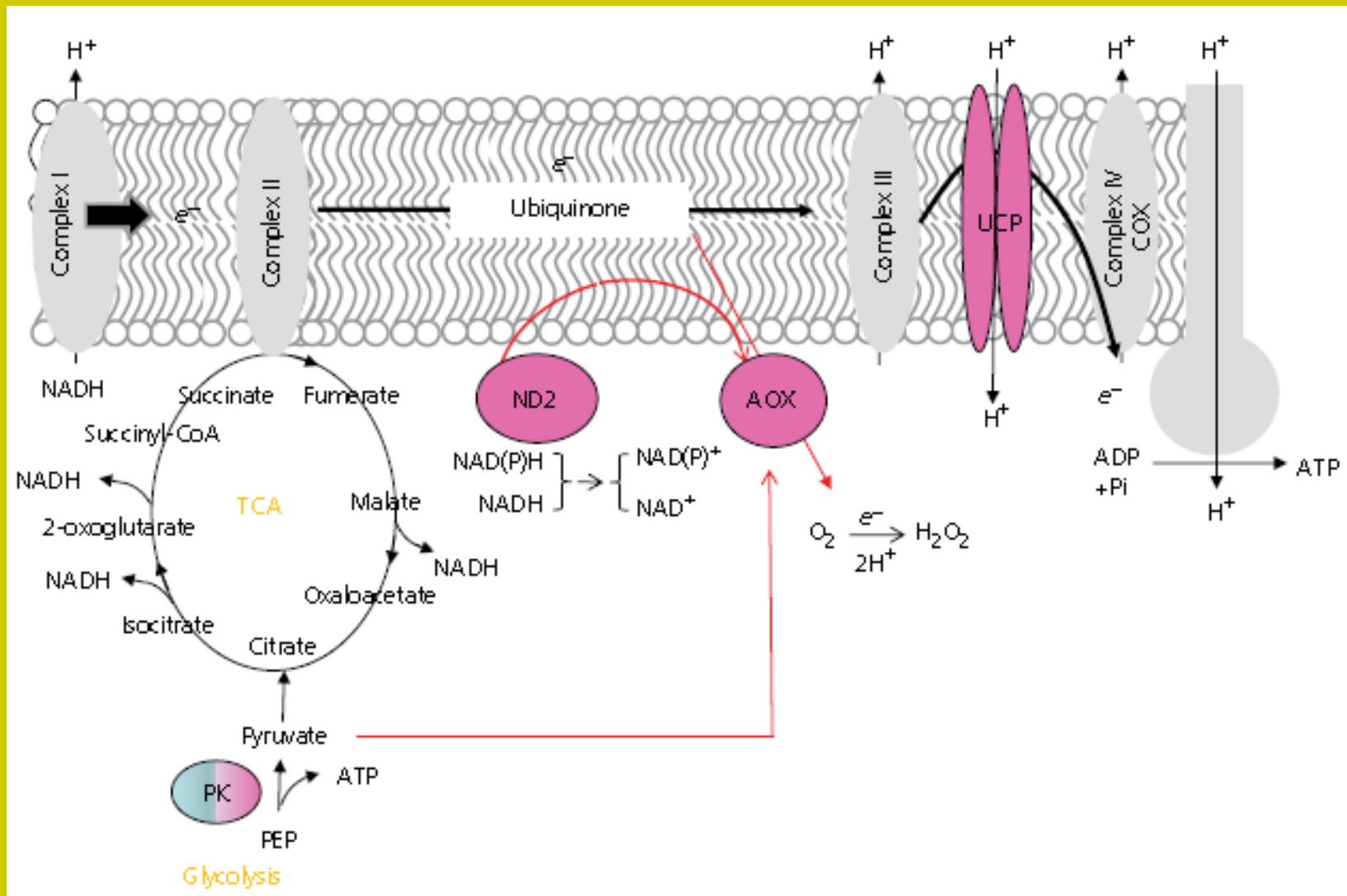
ΑΝΑΠΝΟΗ

• Η 'εναλλακτική' κυτταρική αναπνοή

Στα μιτοχόνδρια μπορεί να λειτουργήσει και μια **εναλλακτική οξειδωτική πορεία** όπου οι τελικές οξειδώσεις πραγματοποιούνται από **εναλλακτικές οξειδάσες** εάν τα συνήθη ένζυμα (κυτοχρωμικές οξειδάσες) παρεμποδιστούν.

Οι εναλλακτικές οξειδάσες έχουν ως αποτέλεσμα **την κατανάλωση O_2 και την παραγωγή CO_2** αλλά **όχι και την παραγωγή ΑΤΡ.**

ΑΝΑΠΝΟΗ



Κυτοχρωμική και εναλλακτική οξειδωτική αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων.

ΑΝΑΠΝΟΗ

• Η αναπνοή που δεν είναι... αναπνοή

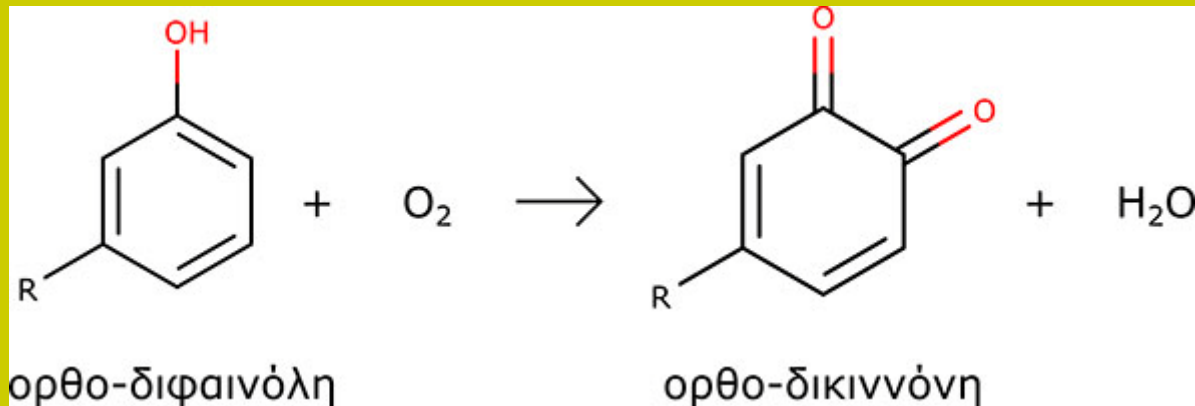
Στην αποθήκευση συχνά λαμβάνουν χώρα **αντιδράσεις οξειδωσης** οι οποίες αν και καταναλώνουν οξυγόνο **δεν είναι μέρος της αναπνοής** ούτε σχετίζονται με την παραγωγή ATP.

Οι αντιδράσεις αυτές είναι αποτέλεσμα **τραυματισμών** ή ακόμα και **μετασυλλεκτικών αλλοιώσεων**.

Η περισσότερο μελετημένη τέτοια βιοχημική οξειδωτική αντίδραση που σχετίζεται με τα γεωργικά προϊόντα είναι η **οξειδωση των φαινολικών συστατικών** από τις **πολυφαινολοξειδάσες**.

ΑΝΑΠΝΟΗ

- Η αναπνοή που δεν είναι... αναπνοή



Οι οξειδώσεις των φαινολικών συστατικών δημιουργούν **κιννόνες** οι οποίες πολυμεριζόμενες δημιουργούν καστανά ή μελανά προϊόντα, τις **μελανίνες**.

Το φαινόμενο ονομάζεται **οξειδωτική καστανώση** των φυτικών ιστών.

ΑΝΑΠΝΟΗ

•Σύνοψη των αναπνευστικών μονοπατιών

τύπος	τοποθεσία	ATP ανά mole γλυκ.	Συνθήκες κάτω από τις οποίες επάγεται
Κυτοχρωμική αερόβια αναπνοή	Μιτοχόνδρια	36	-
Εναλλακτική αερόβια αναπνοή	Μιτοχόνδρια	0 (14)*	Καταπνοήσεις
Υπολειπόμενη (τραυματική) αναπνοή	Κύτταρο	0	Τραυματισμοί, μετασυλλεκτικά
Αναερόβια αναπνοή	Κυττ/πλασμα	2	Ανοξία

*Αυστηρά μιλώντας, το συγκεκριμένο μονοπάτι δεν παράγει ATP. Ωστόσο, ποτέ η AOX δεν λειτουργεί κατ' αποκλειστικότητα αλλά η επαγωγή της μειώνει την παραγωγή ATP συνολικά έως και κατά 60%.

ΑΝΑΠΝΟΗ

•Αναπνευστικό πηλίκο

Ο λόγος του CO_2 που εκλύεται προς το O_2 που καταναλώνεται ονομάζεται **αναπνευστικό πηλίκο** (Respiratory Quotient, RQ).

Το RQ της **αερόβιας αναπνευστικής αποδόμησης της γλυκόζης** είναι ίσο με 1.

Το RQ αλλάζει όταν καταβολίζονται **διαφορετικά υποστρώματα** (π.χ. μηλικό οξύ, $\text{RQ} \approx 1.6$, λιπίδια και πρωτεΐνες, $\text{RQ} < 1$).

Επίσης, το RQ αλλάζει όταν επάγεται η **αναερόβια αναπνοή** ($\text{RQ} > 1$) διότι στο μονοπάτι δεν εμπλέκεται το O_2 .

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

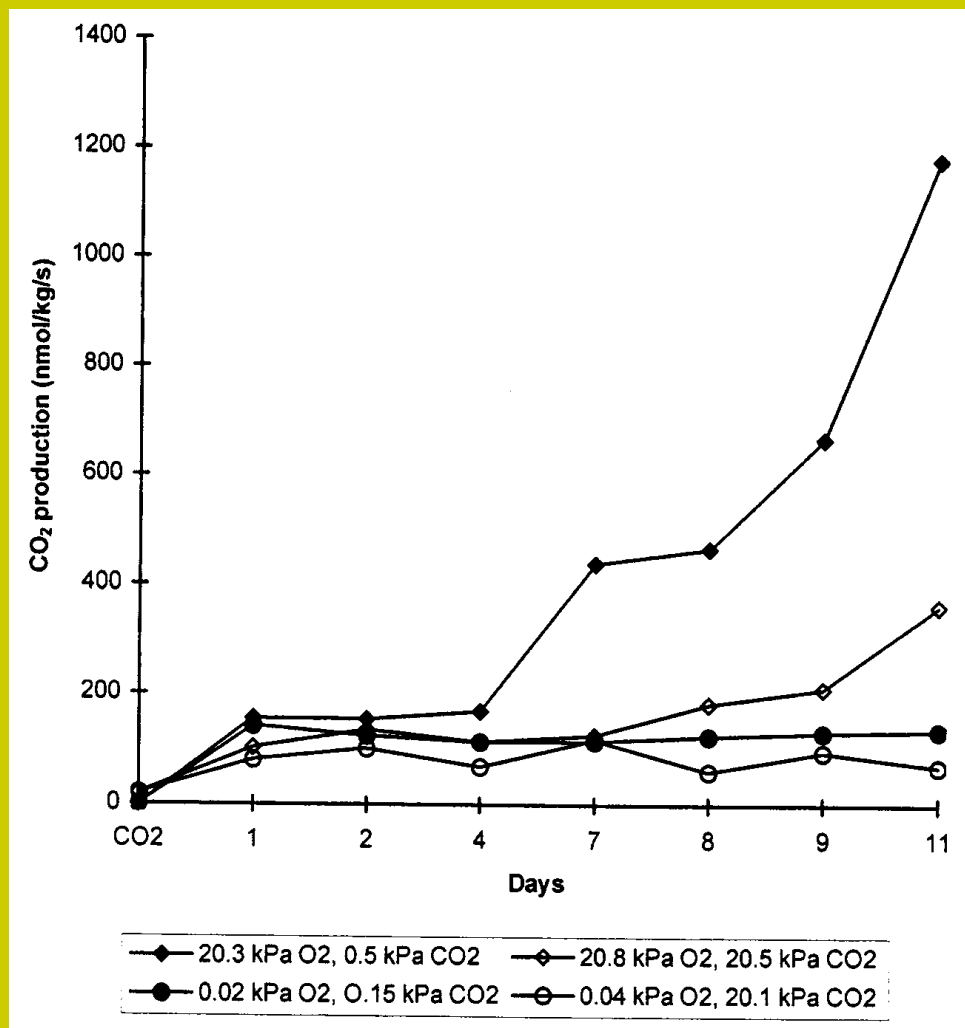
- **Η μείωση του pO_2 έχει πολλαπλούς στόχους**

Μειώνεται η αναπνευστική ταχύτητα γεγονός που επιφέρει **καθυστέρηση της ωρίμανσης.**

Μειώνεται η παραγωγή και δράση του αιθυλενίου.

Μειώνεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών.

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ



Η επίδραση ακραίων τιμών pO_2 και pCO_2 στην έκλυση CO_2 κατά την συντήρηση φύτρων φασολιών