



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων Ι

Ενότητα 7^η

Δημητριακά Ι (μέρος α)

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη





Στόχοι ενότητας

- Κατανόηση της δομής και της σύστασης του σπόρου των δημητριακών.
- Κατανόηση της δομής, της βιοσύνθεσης και την αποικοδόμησης του αμύλου.
- Κατανόηση της δομής και της λειτουργικότητας των πρωτεϊνών του σπόρου.
- Κατανόησης της σύστασης και της λειτουργικότητας του λίπους του σπόρου.



Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Δημητριακά, Σύσταση, Άμυλο, Αμυλόζη, αμυλοπηκτίνη, Πρωτεΐνες, Γλιαδίνες, Γλουτενίνες, Λίπος, Βιοσύνθεση, Αποικοδόμηση, Αμυλάσες, Γλυκοζιδάσες, Αποδιακλαδωτικά Ένζυμα.
- Key words: Cereals, Composition, Starch, Amylose, Amylopectin, Proteins, Gliadins, Glutenins, Fat, Biosynthesis, Degradation, Amylases, Glucosidases, De-brancing Enzymes.



Δημητριακά (α)

Το **σιτάρι**, το **καλαμπόκι**, το **κριθάρι** και το **ρύζι** (**Gramineae, Δημητριακά**):

- αντιπροσωπεύουν το 85% της παγκόσμιας παραγωγής δημητριακών,
- η οποία ανέρχεται περί τα 2.000 εκατομμύρια τόνους.

Τα δημητριακά αποτελούν μια:

- πολύ σημαντική πηγή διατροφικών στοιχείων και ενέργειας,
- ιδιαίτερα στις χώρες του **τρίτου** κόσμου.

Προμηθεύουν άμεσα ή έμμεσα το:

- 70% της **πρωτεΐνης** που καταναλώνεται παγκοσμίως.
- 50% των **διατροφικών θερμίδων** (σε χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 80%).



Δημητριακά (β)

Παρά τη **μείωση** της κατανάλωσης τους στις χώρες του Δυτικού κόσμου, τα δημητριακά εξακολουθούν να δίνουν:

- 20% των θερμίδων και των πρωτεϊνών,
- 30-40% των υδατανθράκων,
- 14% της ριβοφλαβίνης (B2),
- 23% της νιασίνης (B3),
- 34% της θειαμίνης (B1).

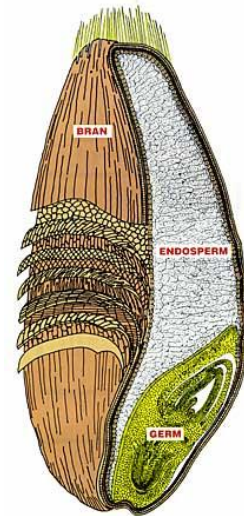
Επιπλέον, τα τρόφιμα που προέρχονται από δημητριακά αποτελούν μια από τις σημαντικότερες πηγές **διαιτητικών ινών**.



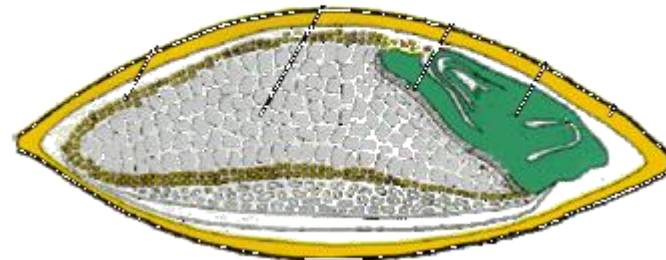
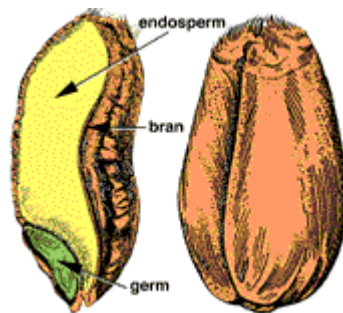
Σύσταση σπόρου σιταριού

Μέση σύσταση των τμημάτων του σπόρου του σιταριού (% του ξηρού βάρους).

	Κλάσμα (%)	Πρωτεΐνες	Λίπη	Ιχνοστοιχεία
Σπόρος	100	12	2	2
Ενδοσπέρμιο*	80	10	1,2	0,6
Αλευρώνη	8	18	8,5	15
Φλοιός και περικάρπιο	8,5	6	1	3,5
Έμβρυο	3,5	25	10	4,5



* Οι ίδιες συγκεντρώσεις ισχύουν και για το αλεύρι.

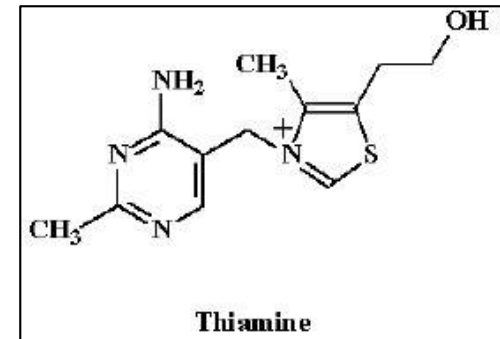




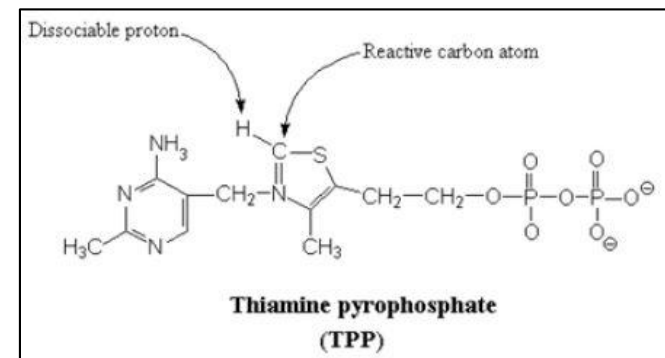
Σύσταση σπόρων δημητριακών

Μέση σύσταση των τμημάτων του σπόρου του σιταριού, καλαμποκιού και ρυζιού (% του ξηρού βάρους).

	Πρωτεΐνες	Λίπη	Υδατάνθρακες
Σιτάρι	12	2	80
Καλαμπόκι	12	6,5	79
Ρύζι	9	2	82



- Το περικάρπιο και ο φλοιός αποτελούνται από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη.
- Περιέχουν επίσης διοξείδιο του πυριτίου και υδατοδιαλυτές βιταμίνες όπως η B1 (θειαμίνη).
- Η αποφλοιώση του ρυζιού, οδηγεί σε έλλειψη της B1 (beri-beri).





Άμυλο

Άμυλο

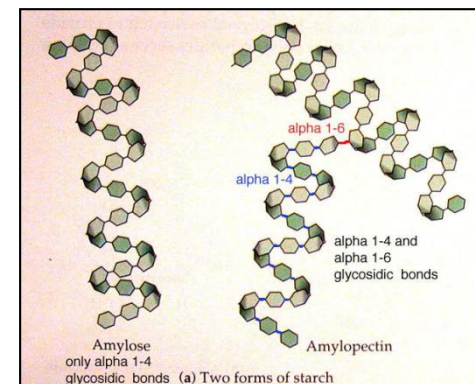
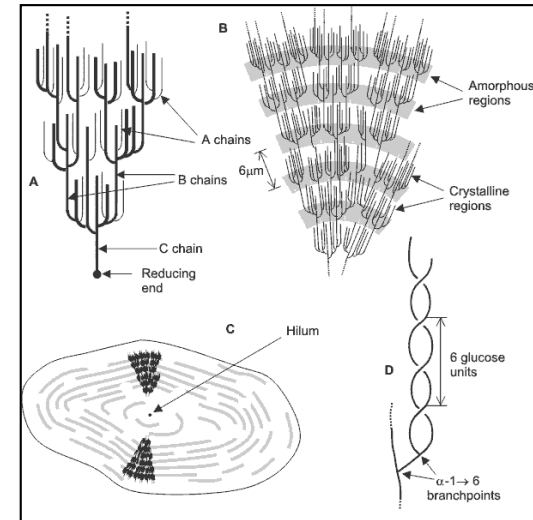
- Αποτελείται από αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη (1:3).
- **Κηρώδεις** ποικιλίες δημητριακών με υψηλότερη του κανονικού περιεκτικότητα σε αμυλοπηκτίνη.
- **Αμυλώδεις** ποικιλίες δημητριακών με υψηλότερη του κανονικού περιεκτικότητα σε αμυλόζη.

Αμυλόζη

- Μη διακλαδισμένο πολυμερές της γλυκόζης (2.000 μόρια) με α -1,4 δεσμούς.

Αμυλοπηκτίνη

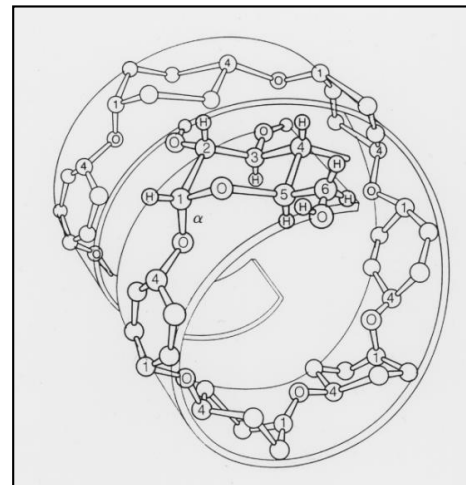
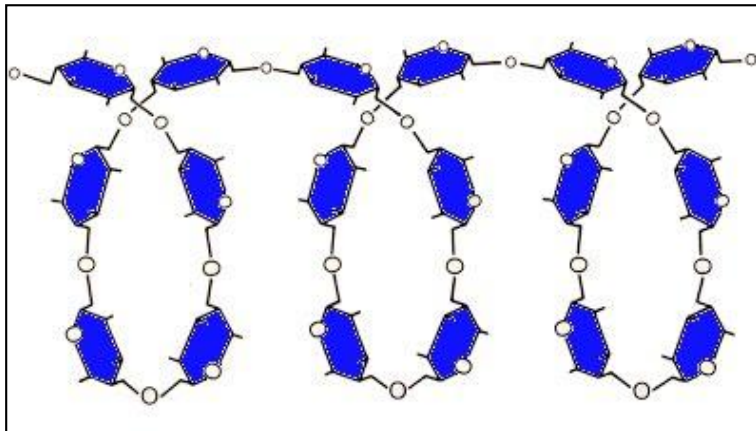
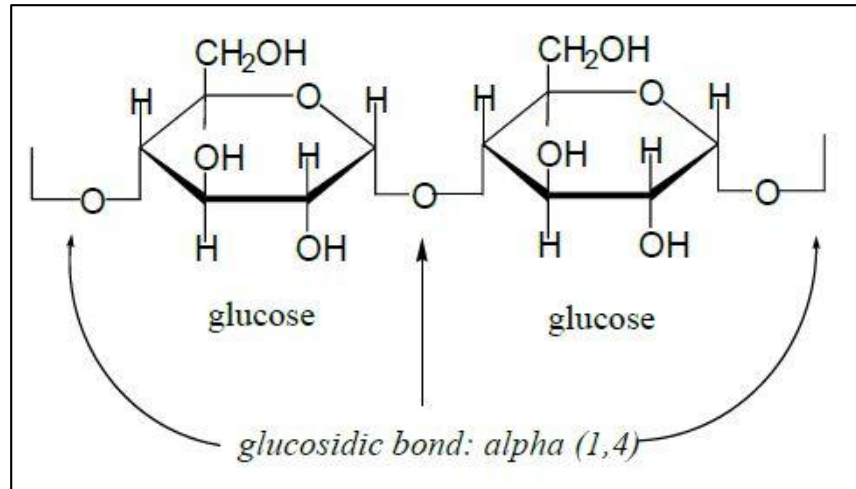
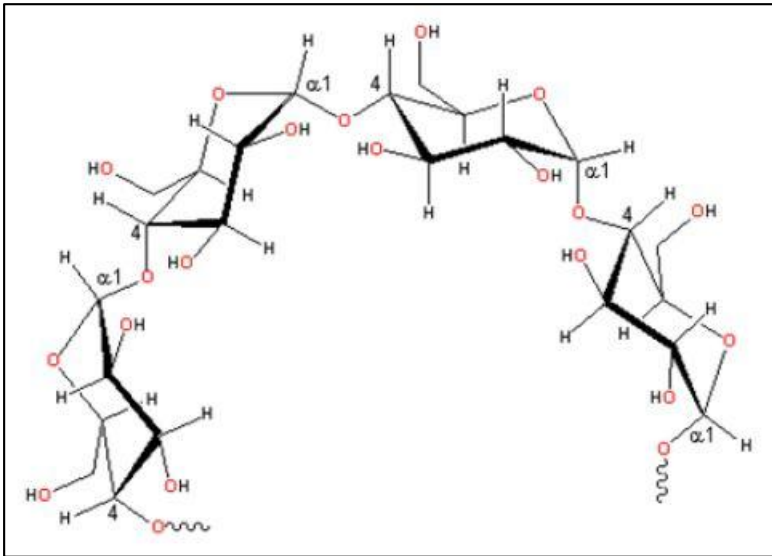
- Διακλαδισμένο πολυμερές της γλυκόζης (2.000.000 μόρια) με μια α -1,6 διακλάδωση κάθε 30 περίπου α -1,4 δεσμούς.





Αμυλόζη

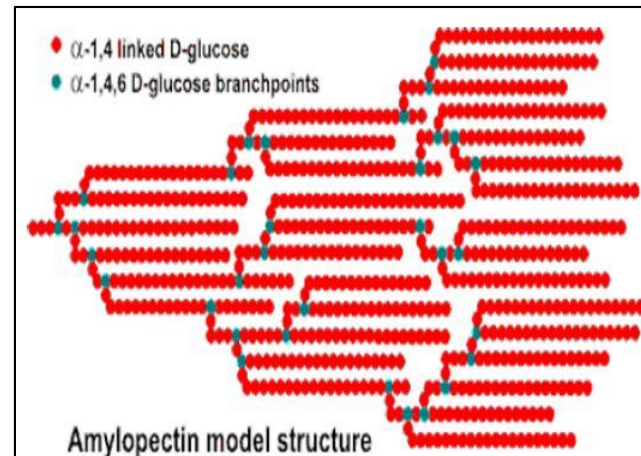
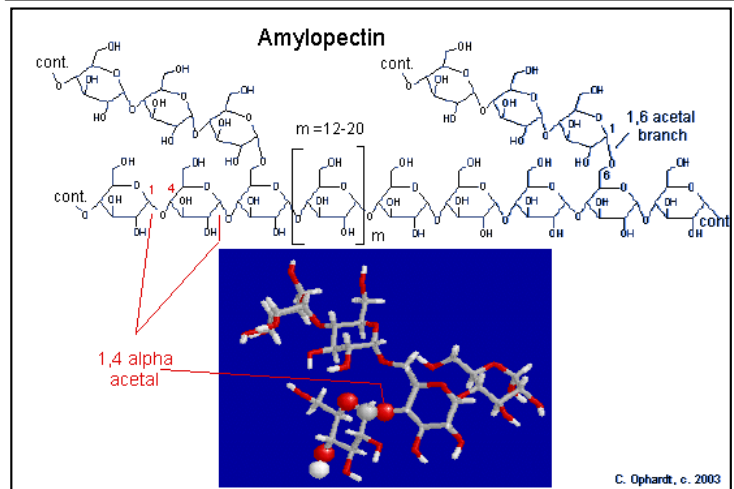
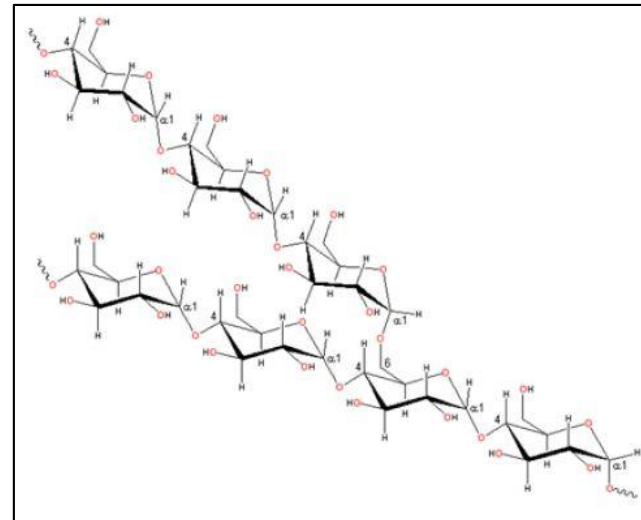
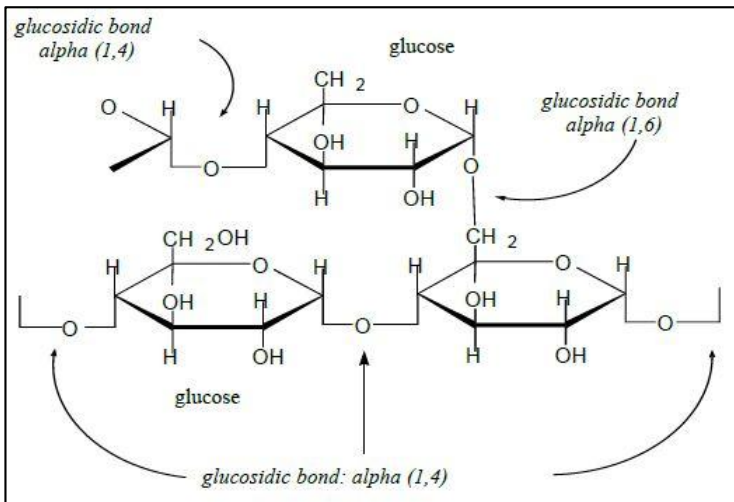
Σχηματική απεικόνιση της δομής της αμυλόζης:





Αμυλοπηκτίνη

Σχηματική απεικόνιση της δομής της αμυλοπηκτίνης:

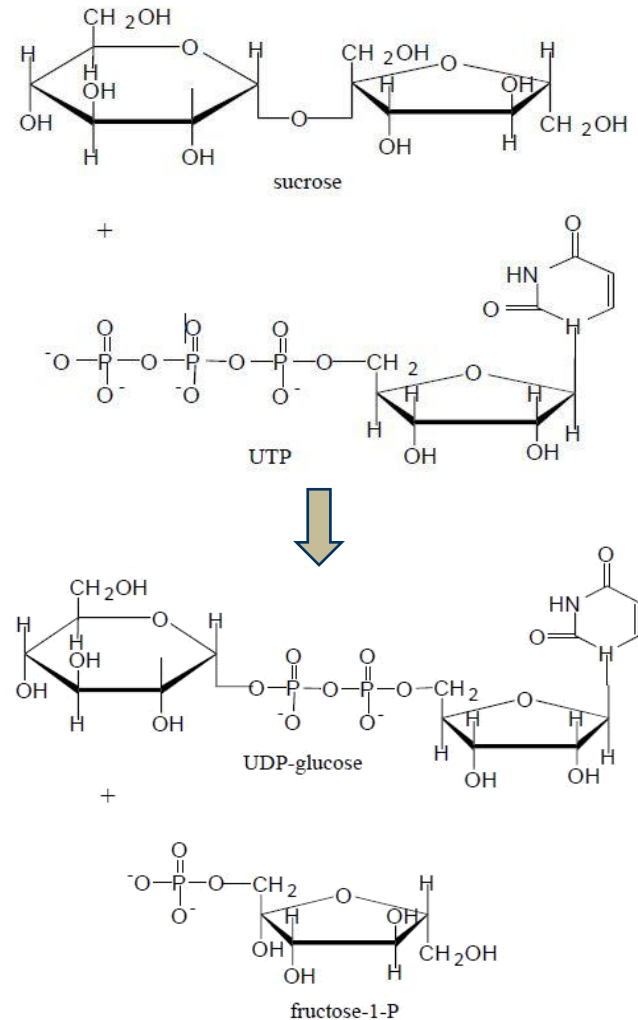




Βιοσύνθεση αμύλου (α)

Η βιοσύνθεση του αμύλου:

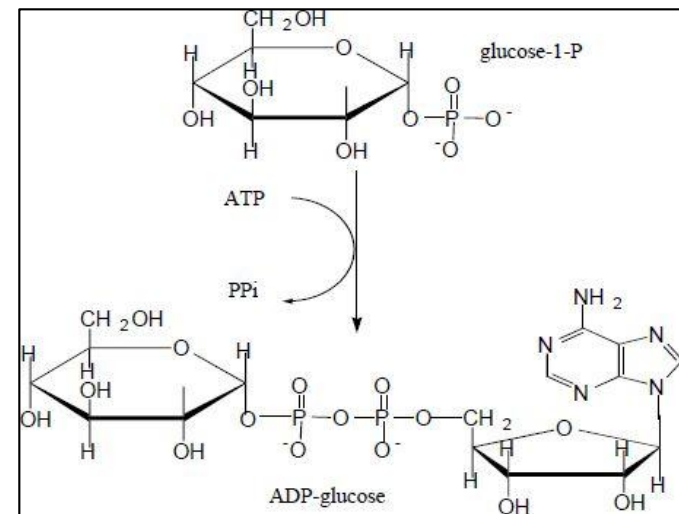
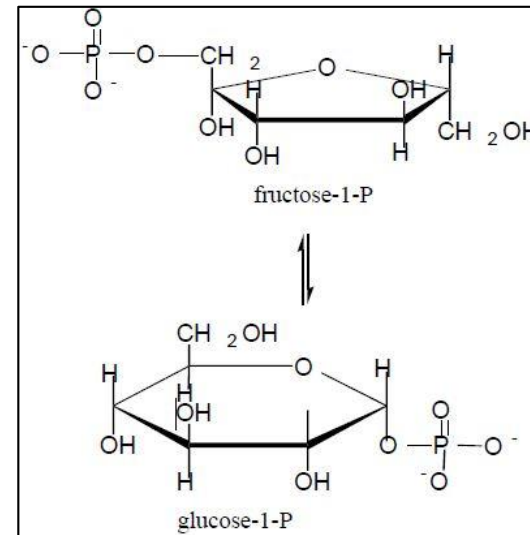
- λαμβάνει χώρα σε εξειδικευμένα οργανίδια (αμυλοπλάστες).
- ξεκινά με την είσοδο της σακχαρόζης στο ενδοσπέρμιο.
- Η σακχαρόζη μετατρέπεται σε
 - UDP-γλυκόζη και
 - φρουκτόζη-1-P (συνθετάση σακχαρόζης).





Βιοσύνθεση αμύλου (β)

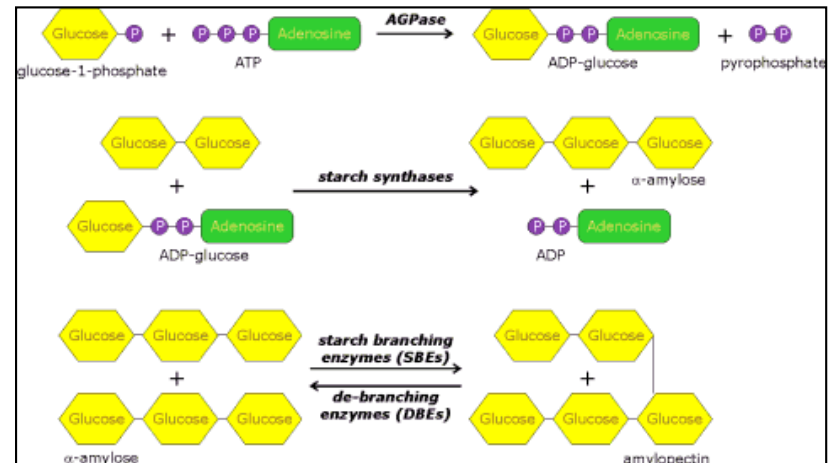
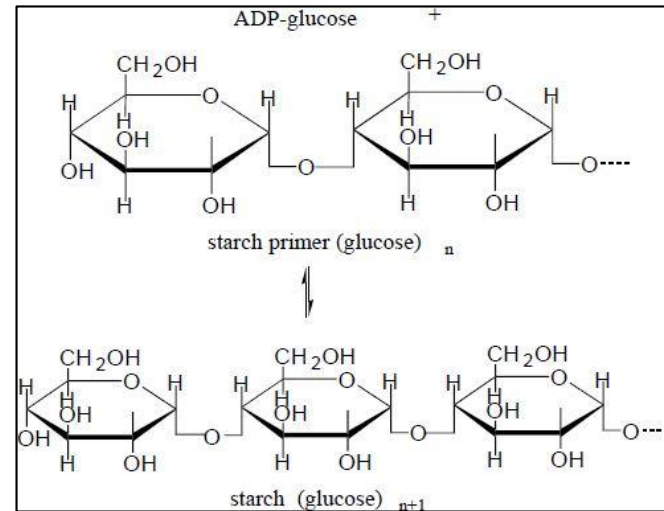
- Η παραγόμενη φρουκτόζη-1-P μετατρέπεται σε:
 - γλυκόζη-1-P (ισομεράση της γλυκόζης-1-P).
- Η γλυκόζη-1-P μετατρέπεται σε:
 - **ADP-γλυκόζη** (πυροφωσφορυλάση της ADP-γλυκόζης).





Βιοσύνθεση αμύλου (γ)

- Η συνθετάση του αμύλου προσθέτει ένα νέο μόριο γλυκόζης στο μη ανάγον άκρο ενός προϋπάρχοντος μορίου αμύλου. Αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός ενός νέου α-1,4 γλυκοζιτικού δεσμού.
- Ο σχηματισμός των α-1,6 διακλαδώσεων από το εξειδικευμένο ένζυμο (διακλαδωτικό ένζυμο Q).





Βιοσύνθεση αμύλου (δ)

Στον ώριμο σπόρο:

- Το άμυλο είναι οργανωμένο υπό μορφή κοκκίων (granules).
- Το μέγεθος και το σχήμα ποικίλει ανάλογα με το είδος του δημητριακού (π.χ. στο σιτάρι 2-35 μm).



Καλαμπόκι



Πατάτα



Ρύζι



Βιοσύνθεση αμύλου (ε)

Υπάρχουν **δύο ισοένζυμα** της συνθετάσης του αμύλου. Μια προσδεδεμένη στα κοκκία του αμύλου και μια υδατοδιαλυτή.

- Η **προσδεδεμένη** συνθετάση είναι υπεύθυνη για τη βιοσύνθεση της αμυλόζης.
- Η **υδατοδιαλυτή** συνθετάση για την προσθήκη των α-1,4 ομάδων στην αναπτυσσόμενη αλυσίδα της αμυλοπηκτίνης.

Η τελευταία είναι ευαίσθητη σε θερμοκρασίες 35-40 °C. Αυτό αποτελεί τον κύριο λόγο της μείωσης της συσσώρευσης του αμύλου στους σπόρους των δημητριακών, όταν αυτά εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο της «πλήρωσης» των σπόρων.

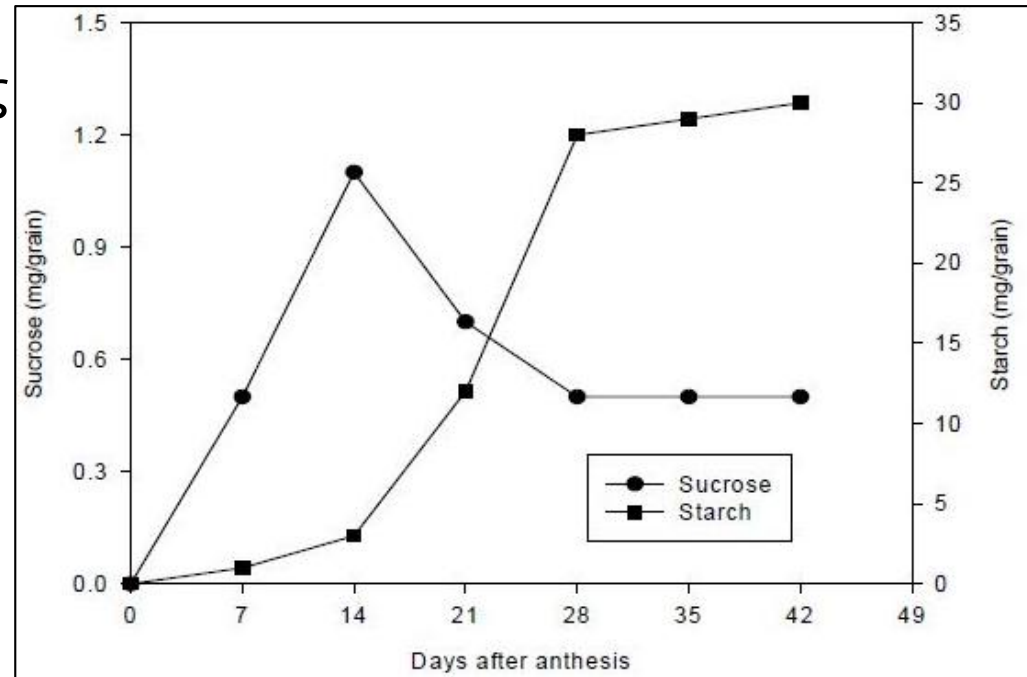


Βιοσύνθεση αμύλου (στ)

Οι ενεργότητες

- της πυροφωσφορυλάσης της ADP-γλυκόζης,
- της αλκαλικής ανόργανης πυροφωσφατάσης και
- της συνθετάσης του αμύλου,

αυξάνουν και φθάνουν στο μέγιστο 28 μέρες μετά την άνθηση του φυτού, και εν συνεχεία **μειώνονται**. Το διάστημα της αύξησης αυτής αντιστοιχεί την περίοδο της ταχείας σύνθεσης του αμύλου.



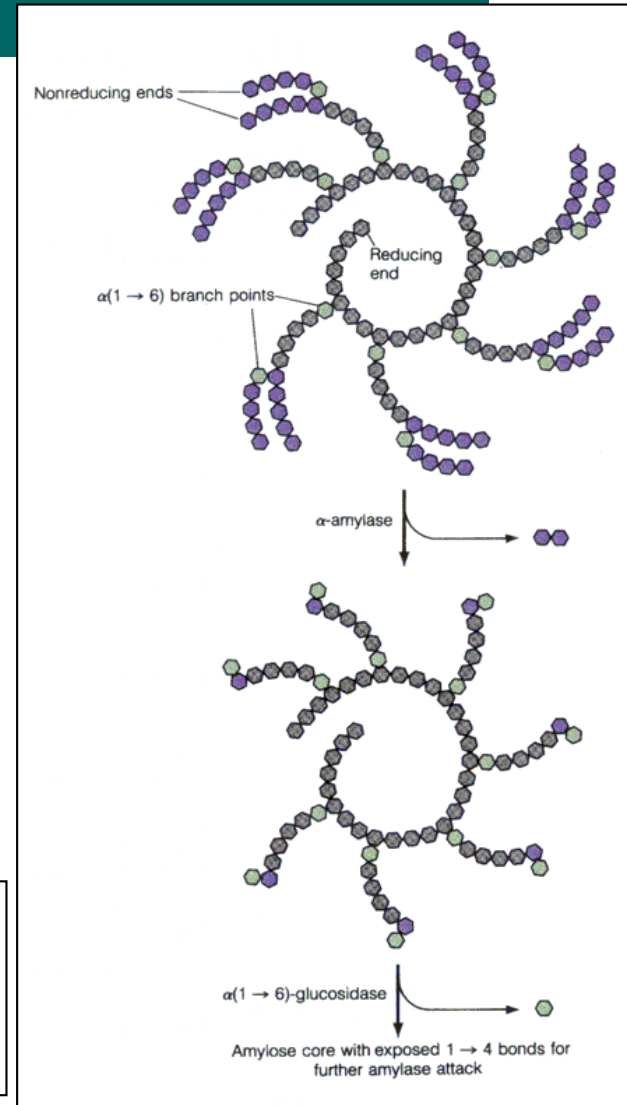
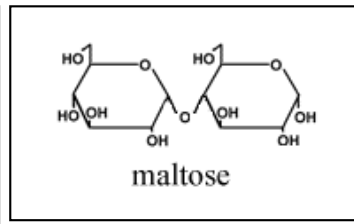
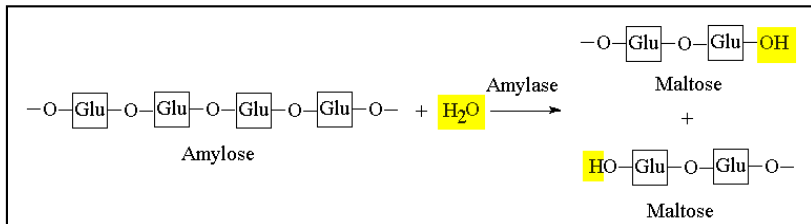
Διάγραμμα μεταβολής της συγκέντρωσης της σακχαρόζης και του αμύλου στο χρονικό διάστημα μετά την άνθηση του σιταριού.



Αποικοδόμηση αμύλου (α)

Η αποικοδόμηση του αμύλου:

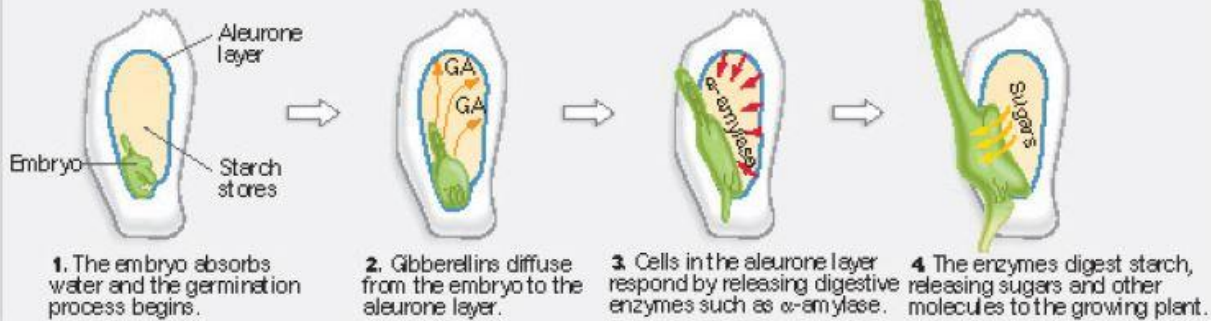
- είναι η σημαντικότερη υδρόλυση κατά τη βλάστηση του σπόρου των δημητριακών.
- προμηθεύει τον σπόρο που βλαστάνει την απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξη.
- καταλύεται από τα ένζυμα:
 - α-αμυλάση,
 - β-αμυλάση,
 - αποδιακλαδωτικά ένζυμα,
 - α-γλυκοζιδάσες.



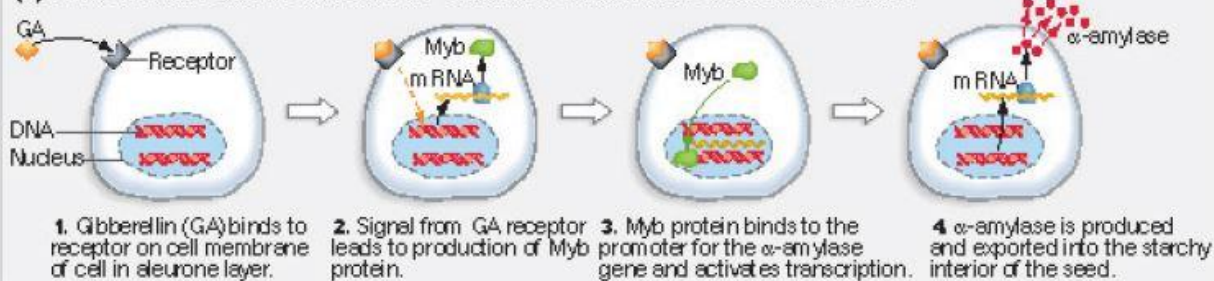


Αποικοδόμηση αμύλου (β)

(a) GIBBERELLIN (GA) ACTIVATES THE PRODUCTION OF α -AMYLASE



(b) HYPOTHESIS FOR MECHANISM OF GIBBERELLIN ACTIVATION OF α -AMYLASE



Gibberellic acid (GA₃)



Myb proteins

- Family of proteins
- Transcription regulators
(regulate gene expression)

Σχηματική απεικόνιση της ενεργοποίησης ενζύμων του σπόρου του σιταριού μετά τη δράση της γιββεριλλίνης.



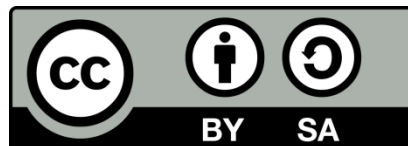
Βιβλιογραφία

- B.K. Simpson (2012) Food Biochemistry and Food Processing, Wiley-Blackwell (ISBN 081380874X).
- M.J. Berg, L.J. Tymoczko, L. Stryer (2011) Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (ISBN 978-960-524-190-2).



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





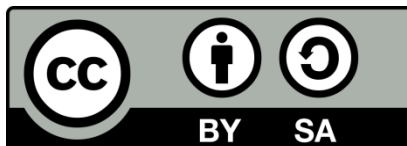
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Τσακαλίδου Έφη, «Βιοχημεία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN109/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.