

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ <b>1</b>	<b>ΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ</b>	<b>1</b>
	<i>Βασίλειος Γαλάτης</i>	
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	1
2.	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΖΩΙΚΟ	2
3.	ΥΠΟΚΥΤΤΑΡΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΔΙΑ	3
3.1.	Πλασμαλήμμα	3
3.1.1.	Δομή και χημική σύσταση	3
3.1.2.	Λειτουργία	5
3.2.	Θεμελιώδες κυτταρόπλασμα	7
3.3.	Μικροσωληνίσκοι	7
3.3.1.	Δομή, χημική σύσταση και σχηματισμός	7
3.3.2.	Συστήματα μικροσωληνίσκων-λειτουργία	10
3.4.	Σύστημα ακτινο-μυοσίνης	12
3.5.	Ριβοσώματα	13
3.6.	Ενδοπλασματικό δίκτυο	15
3.7.	Συσκευή Golgi	17
3.7.1.	Δομή και χημική σύσταση	17
3.7.2.	Λειτουργία	19
3.8.	Μικροσώματα	20
3.8.1.	Γενικά χαρακτηριστικά	20
3.8.2.	Περοξεισώματα	21
3.8.3.	Γλυκοσώματα	23
3.8.4.	Περοξεισώματα ριζικών φυματίων	24
3.8.5.	Προέλευση και ανάπτυξη των μικροσωμάτων	25
3.9.	Πλαστίδια	25
3.9.1.	Γενικά χαρακτηριστικά	25
3.9.2.	Χλωροπλάστες	26

3.10. Μιτοχόνδρια	29
3.11. Πυρήνας	33
3.12. Χυμοτόπια	34
3.12.1. Δομή και χημική σύσταση	34
3.12.2. Περιεχόμενο και λειτουργία	34
3.13. Κυτταρικό τοίχωμα	36
3.13.1. Γενικά χαρακτηριστικά	36
3.13.2. Δομή και χημική σύσταση	36
3.13.3. Χημικές διαφοροποιήσεις	39
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>39</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΝΕΡΟΥ 4

*Ιωάννης Μανέτας*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	41
1.1. Ιδιότητες του νερού	42
1.1.1. Το μόριο του νερού είναι πολικό	42
1.1.2. Το νερό είναι εξαιρετικός διαλύτης	43
1.1.3. Το νερό έχει υψηλή ειδική θερμότητα και υψηλή λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης	44
1.1.4. Το νερό έχει υψηλά σημεία πήξεως και βρασμού, εξαιτίας των δεσμών υδρογόνου	44
1.1.5. Το νερό έχει υψηλή συνοχή και συνάφεια	45
1.1.6. Το νερό είναι ασυμπίεστο και έχει μεγάλη αντοχή στην τάση	47
1.1.7. Το νερό είναι διαφανές	48
2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	48
2.1. Διάχυση: η κίνηση των μορίων κατά μήκος μιας διαβάθμισης συγκεντρώσεων	48
2.2. Μαζική ροή: η μετακίνηση του νερού σε μεγάλες αποστάσεις εντός του φυτού	50
2.3. Όσμωση: κίνηση νερού μέσω μιας ημιπερατής μεμβράνης	52
2.4. Το χημικό δυναμικό του νερού ή υδατικό δυναμικό	52
2.5. Παράγοντες που επηρεάζουν το υδατικό δυναμικό	53
2.5.1. Συγκέντρωση	53
2.5.2. Πίεση	54
2.5.3. Βαρύτητα	55
2.6. Το φυτικό κύτταρο ως ωσμωτικό σύστημα	56
2.7. Χρήση του υδατικού δυναμικού στην εκτίμηση της υδατικής κατάστασης των φυτών	59
3. Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΠΑΡΕΜΒΑΛΛΟΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΦΥΤΟ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ	61
4. Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΦΥΤΟ	63
4.1. Το νερό στο έδαφος	63
4.2. Η απορρόφηση του νερού από τη ρίζα	66
4.3. Η κίνηση του νερού στα αγγεία	69
5. ΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΣΤΟΜΑΤΑ: Η ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΦΥΓΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	72
5.1. Παράγοντες που επιδρούν στην ταχύτητα διαπνοής	76

5.1.1. Επίδραση των ανατομικών χαρακτηριστικών του φύλλου	76
5.1.2. Επίδραση των μεταβολών του φυσικού περιβάλλοντος	80
6. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΙΣ ΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ	81
6.1. Φως	81
6.2. CO <sub>2</sub>	83
6.3. Σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας	84
6.4. Επάρκεια νερού στο έδαφος	84
6.5. Θερμοκρασία	88
6.6. Διακυμάνσεις στο στοματικό άνοιγμα και στη διαπνοή, στη διάρκεια μίας ημέρας	88
6.7. Μηχανισμός των στοματικών κινήσεων	90
7. ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΑΠΟΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΠΝΟΗ;	94
7.1. Διαπνοή και μεταφορά απαραίτητων ανόργανων στοιχείων	94
7.2 Διαπνοή και θερμοκρασία του φύλλου	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	98

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΙΟΝΤΩΝ 99

*Καρολίνα Γκανή - Σπυροπούλου*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	99
2. ΡΙΖΟΣΦΑΙΡΑ	99
2.1. Χλωρίδα της ριζόσφαιρας	99
2.1.1. Μυκόρριζα	100
3. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	102
3.1. Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία	102
3.2. Χηλικές ενώσεις	106
3.3. Μορφή πρόσληψης και φυσιολογική δράση των απαραίτητων στοιχείων	108
4. ΤΟ ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	111
4.1. Πορεία των ιόντων στη ρίζα	112
4.2. Μηχανισμοί μεταφοράς ιόντων	113
4.2.1. Παθητική και ενεργητική μεταφορά	113
4.2.2. Χαρακτηριστικά μεταφοράς διαλυμένων ενώσεων	114
4.2.3. Αντλίες, πρωτεΐνες-μεταφορείς και πρωτεΐνες-κανάλια ιόντων και νερού	115
4.2.4 ΑΤΡάσες πρωτονίων	116
4.2.5. ΑΤΡάσες ασβεστίου	118
4.2.6. Αντλίες τύπου-ABC	118
4.2.7. Πρωτεΐνες-κανάλια και πρωτεΐνες-μεταφορείς	118
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	122

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΒΙΟΜΟΡΙΩΝ 123

*Καρολίνα Γκανή - Σπυροπούλου*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	123
2. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΦΛΟΙΩΜΑΤΟΣ	123
2.1. Τα συνοδά κύτταρα	126
3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΗΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ	128
4. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	129
4.1. Ηθμώδης χυμός	130
4.1.1. Μέθοδοι παραλαβής του ηθμώδους χυμού	130
4.1.2. Χημική σύσταση του ηθμώδους χυμού	131
4.2. Φόρτωση του φλοιώματος	132
4.2.1. Μεταφορά των φωτοσυνθετικών προϊόντων	132
4.2.2. Αποπλασματική οδός	132
4.2.3. Μηχανισμός της αποπλασματικής μεταφοράς της σακχαρόζης	134
4.2.4. Συμπλασματική οδός	135
4.2.5. Μεταφορά μη υδατανθρακικών ενώσεων	137
4.2.6. Μεταφορά μακρομορίων	137
5. ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ ΤΟΥ ΦΛΟΙΩΜΑΤΟΣ	139
5.1. Μηχανισμοί εκφόρτωσης του φλοιώματος	139
5.1.1. Ενεργητική μεταφορά στον αποδέκτη	140
6. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΟ ΦΛΟΙΩΜΑ	141
6.1. Το μοντέλο πίεσης - ροής	141
6.2. Πλευρική μεταφορά	142
6.3. Παράγοντες που κατευθύνουν τα φωτοσυνθετικά προϊόντα προς έναν συγκεκριμένο αποδέκτη	143
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	144

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ Ι: ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 145

*Δημήτριος Γανωτάκης - Κυριάκος Κοτζαμπάσης*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	145
1.1. Βιολογική εξέλιξη και φωτοσύνθεση	146
1.2. Φωτοσύνθεση και ενεργειακή ροή	146
2. ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	147
3. ΣΥΣΤΑΣΗ, ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ	147
3.1. Χλωροπλάστες	147
3.2. Φωτοσυνθετικές χρωστικές	149
3.3. Φωτοσυνθετική μονάδα	151
3.4. Οργάνωση των φωτοσυνθετικών συμπλόκων	151

3.4.1. Φωτοσύστημα II	151
3.4.2 Φωτοσύστημα I	154
3.4.3 Κυτόχρωμα $b_6 / f$	155
4. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	155
4.1. Φωτονιακή απορρόφηση και ενεργειακή διέγερση χρωστικών	155
4.1.1. Φθορισμός	157
4.2. Τρόποι μεταφοράς ενέργειας στο σύμπλοκο συλλογής φωτός	158
4.3. Φωτοσυνθετική ροή ηλεκτρονίων	159
4.4. Ρυθμιστικοί μηχανισμοί διοχέτευσης ενέργειας από το LHC II στο PS I και PS II (μοντέλο με τρία μέρη- κατάσταση 1/κατάσταση 2)	165
4.5. Φωτοφωσφορυλίωση και χημειωσμωτική θεωρία	166
4.6. Συντονισμός της φωτοσυνθετικής διαδικασίας και φωτοσυνθετική δραστηριότητα	167
5. ΜΟΡΙΑΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ	170
5.1. Το πλαστιδιακό γονιδίωμα	170
5.2. Πρωτεΐνες του φωτοσυνθετικού μηχανισμού που κωδικοποιούνται από το πλαστιδιακό DNA	171
5.3. Πρωτεΐνες του φωτοσυνθετικού μηχανισμού που κωδικοποιούνται από το πυρηνικό DNA	173
5.4. Ρυθμιστικοί μηχανισμοί της πρωτεϊνοσύνθεσης του φωτοσυνθετικού μηχανισμού	174
5.4.1. Ρυθμιστικοί μηχανισμοί γονιδιακής μεταγραφής και μετάφρασης στον κλωροπλάστη	174
5.4.2. Μεταφορά πρωτεϊνών από το κυτταρόπλασμα στον κλωροπλάστη	175
5.4.3. Σχηματισμός ολοκληρωμένων φωτοσυνθετικών συμπλόκων χρωστικών/πρωτεϊνών	177
6. ΦΩΤΟΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ	177
6.1. Φωτούποδοχείς και αλυσίδες μεταφοράς σήματος για τον σχηματισμό του φωτοσυνθετικού μηχανισμού	178
6.2. Βιοσύνθεση κλωροφυλλών	179
6.2.1. Βιοσύνθεση του αμινολεβουλινικού οξέος	181
6.2.2. Φωτομετατροπή του πρωτοκλωροφυλλιδίου σε κλωροφυλλίδιο	182
6.2.3. Βιοσύνθεση κλωροφύλλης a και κλωροφύλλης b	184
6.3. Βιοσύνθεση των καρτενοειδών και ο ρόλος τους στη φωτοσυνθετική διαδικασία	184
7. ΦΩΤΟΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ	185
8. ΦΩΤΟΑΝΑΣΤΟΛΗ	187
8.1. Μηχανισμοί φωτοαναστολής	188
8.2. Μηχανισμοί προστασίας και επιδιόρθωσης	188
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	189

ΚΕΦΑΛΑΙΟ **6** ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ ΙΙ: ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 191  
*Νικόλαος Α. Γαβαλάς (επιμέλεια και προσαρμογή, Ιωάννης Μανέτας)*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	191
3. ΤΡΟΠΟΙ ΔΕΣΜΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ CO <sub>2</sub> ΣΤΑ ΦΥΤΑ	194
3.1. Ο κύκλος του Calvin	195
3.2. Η C <sub>4</sub> -οδός (κύκλος των Hatch και Slack)	200
3.2.1. Αρχή και τέλος της C <sub>4</sub> -οδού στα κύτταρα του μεσοφύλλου	201
3.2.2. Συνέχεια της C <sub>4</sub> -οδού στα κύτταρα του κολεού της δέσμης	205
3.2.3. Φυσιολογική σημασία της C <sub>4</sub> -οδού	209
3.3. Ο μεταβολισμός οξέων τύπου Crassulaceae	211
4. ΦΩΤΟΑΝΑΠΝΟΗ	214
5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ	218
5.1. Το φως	218
5.2. Το διοξείδιο του άνθρακα	221
5.3. Το οξυγόνο	224
5.4. Η θερμοκρασία	225
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	226

ΚΕΦΑΛΑΙΟ **7** ΑΝΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΝΑΕΡΟΒΙΩΣΗ 227  
*Ιωάννης Μανέτας*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	227
2. ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ	227
3. Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ KREBS	230
4. ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΦΩΣΦΟΡΥΛΙΩΣΗ ΣΤΑ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ	232
4.1. Χημειωσμητική σύζευξη ροής ηλεκτρονίων και σύνθεση ATP	234
4.2. Ιδιαιτερότητες των φυτικών μιτοχονδρίων	236
4.3. Το ενεργειακό ισοζύγιο της αναπνοής	240
4.4. Αναερόβια αναπνοή	241
4.5. Η ρύθμιση της αναπνοής	243
5. Η ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΔΟΣ ΤΩΝ ΦΩΣΦΟΠΕΝΤΟΖΩΝ	245
6. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΒΙΟΜΟΡΙΩΝ	247
7. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΝΟΗ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ	249
7.1. Αναπνευστικό πηλίκιο και αναπνευστικά υποστρώματα	249
7.2. Επίδραση της ηλικίας και του τύπου του ιστού στην αναπνοή	250
7.3. Η επίδραση της θερμοκρασίας	252
7.4. Το οξυγόνο	252
7.5. Ο τραυματισμός	253
7.6. Οι συνέπειες της αναερόβιωσης στο έδαφος	254
7.7. Προσαρμογές των φυτών σε αναερόβια εδάφη	255

7.7.1. Μορφολογικές-ανατομικές προσαρμογές	255
7.7.2. Βιοχημικές προσαρμογές	256
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	257

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ 259

*Καλλιόπη Α. Ρουμπελάκη - Αγγελάκη*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	259
2. ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	260
2.1. Βιομηχανική δέσμευση αζώτου	260
2.2. Δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου	261
2.2.1. Φωτοχημικές αντιδράσεις	261
2.2.2. Ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές)	261
2.3. Βιολογική δέσμευση αζώτου από ελεύθερα βακτήρια	262
2.4. Συμβιωτική βιολογική δέσμευση αζώτου	263
2.4.1. Δημιουργία φυματίων	265
2.4.2. Νιτρογενάση	269
2.4.3. Τα γονίδια της νιτρογενάσης	270
2.4.4. Σχέσεις φυτού-ξενιστή και βακτηρίου	271
3. ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΑΖΩΤΟΥ	272
3.1. Πρόσληψη νιτρικών ιόντων	272
3.1.1. Συστήματα πρόσληψης νιτρικών	274
3.2. Πρόσληψη ιόντων αμμωνίας	276
4. ΑΝΑΓΩΓΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ	277
4.1. Νιτρικά σε νιτρώδη	277
4.2. Νιτρώδη σε αμμωνία	278
4.3. Ρύθμιση της αναγωγής των νιτρικών ιόντων	279
4.3.1. Τα νιτρικά και αμμωνιακά ιόντα	279
4.3.2. Αζωτούχα βιομόρια	280
4.3.3. Κιρκαδικοί ρυθμοί	280
4.3.4. Φως και υδατάνθρακες	280
4.3.5. Ορμόνες	281
4.3.6. Άλλοι παράγοντες	281
4.3.7. Μεταλλάγματα	282
5. ΑΦΟΜΟΙΩΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΣ	283
5.1. Γλουταμινική συνθετάση	284
5.2. Γλουταμική συνθάση	286
5.3. Γλουταμική αφυδρογονάση	288
6. ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΩΝ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ	290
6.1. Σύνθεση αρωματικών αμινοξέων	291
6.1.1. Αντοχή σε ζιζανιοκτόνα	294
6.2. Βιοσύνθεση λυσίνης, θρεονίνης και μεθειονίνης	295

6.3. Βιοσύνθεση ισολευκίνης, λευκίνης και βαλίνης	297
6.4. Βιοσύνθεση προλίνης	299
6.5. Σχέση σύνθεσης αμινοξέων και προϊόντων της φωτοσύνθεσης	301
7. ΚΥΚΛΟΣ KREBS-HENSELEIT (ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ ΟΥΡΙΑΣ)	302
8. ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΟΛΥΑΜΙΝΩΝ	302
9. ΧΡΗΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ	305
10. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	306
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	307

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΛΙΠΙΔΙΩΝ 309

*Καρολίνα Γκανή - Σπυροπούλου*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	309
2. ΛΙΠΗ ΚΑΙ ΕΛΑΙΑ	310
2.1. Δομή και διαμερισματοποίηση	310
2.2. Λιπίδια μεμβρανών	311
2.3. Αποταμιευτικά λιπίδια	311
2.4. Βιοσύνθεση λιπαρών οξέων	314
2.4.1. Σύνθεση de novo	314
2.4.2. Αερόβιος αποκορεσμός των λιπαρών οξέων	318
2.4.3. Επιμήκυνση της αλυσίδας των λιπαρών οξέων	319
2.5. Βιοσύνθεση τριγλυκεριδίων	319
2.6. Βιογένεση των μεμβρανικών λιπιδίων	321
2.7. Βιοσύνθεση φωσφογλυκεριδίων	322
2.8. Πρωτεΐνες μεταφορείς λιπιδίων	324
3. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΙΠΙΔΙΩΝ	324
3.1. Λιπίδια μεμβρανών	324
3.2. Αποταμιευτικά λιπίδια	325
3.2.1. Γλυοξυλικός κύκλος	327
4. ΦΥΤΙΚΑ ΛΙΠΙΔΙΑ ΩΣ ΔΕΥΤΕΡΑ ΜΗΝΥΜΑΤΑ	328
5. ΥΜΕΝΙΝΕΣ, ΦΕΛΛΙΝΕΣ ΚΑΙ ΚΗΡΟΙ	329
6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ	330
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	331

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ 333

*Γεώργιος Καραμπουρνιώτης*

1. ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΜΥΝΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	333
2. ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ	334
2.1. Φαινολικές ενώσεις	334
2.2. Τερπένια	335



2.3. Αζωτούχες ενώσεις	337
2.4. Κουτίνη – κηροί – σουβερίνη	339
3. ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΜΥΝΤΙΚΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	341
3.1. Μηχανισμοί θεμελιώδους άμυνας	342
3.2. Η συμβολή δευτερογενών μεταβολιτών στη θεμελιώδη άμυνα	343
3.2.1. Φαινολικές ενώσεις	343
3.2.2. Τερπένια	344
3.2.3. Αζωτούχες ενώσεις	346
3.3. Μηχανισμοί επαγόμενης άμυνας	348
3.3.1. Επαγόμενη άμυνα έναντι παθογόνων	348
3.3.2. Η μοριακή βάση της παθογένεσης	350
3.3.3. Επαγόμενη άμυνα έναντι εντόμων	351
4. ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ	352
5. ΑΛΛΟΙ ΡΟΛΟΙ ΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ	352
5.1. Εξειδικευμένα σήματα σε συμβιωτικές σχέσεις	352
5.2. Προστασία των ιστών από την υπεριώδη ακτινοβολία	352
5.3. Επίδραση στην ανάπτυξη άλλων φυτών (φαινόμενο αλληλοπάθειας)	353
5.4. Σημαντικός ρόλος στη διαδικασία αναπαραγωγής	353
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	354

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΦΥΤΟΟΡΜΟΝΕΣ & ΑΛΛΑ ΒΙΟΜΟΡΙΑ ΜΕ ΟΡΜΟΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

355

*Καλλιόπη Α. Ρουμπελάκη - Αγγελάκη*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	355
2. ΑΥΞΙΝΕΣ	357
2.1. Βιοσύνθεση αυξινών	358
2.1.1. Βιοσύνθεση από την τρυπτοφάνη	358
2.1.2. Βιοσύνθεση από άλλα βιομόρια	360
2.1.3. Βιοσύνθεση ινδολ-3-βουτυρικού οξέος	360
2.1.4. Μεταφορά αυξίνης	362
2.2. Φυσιολογική δράση των αυξινών	365
2.2.1. Δράσεις αυξινών σε επίπεδο κυττάρου	365
2.2.2. Δράσεις αυξινών σε επίπεδο οργάνων και φυτικού οργανισμού	365
2.2.3. Μηχανισμοί δράσης των αυξινών	366
2.2.4. Μεταλλάγματα	370
2.2.5. Γενετικώς τροποποιημένα φυτά	371
2.3. Ρύθμιση των ενδογενών συγκεντρώσεων των αυξινών	372
2.3.1. Σύξευση αυξινών με άλλα βιομόρια	372
2.3.2. Καταβολισμός αυξινών	372
2.4. Ποσοτικός προσδιορισμός αυξινών	373

2.5. Συνθετικές αυξίνες	373
3. ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΕΣ	374
3.1. Βιοσύνθεση κυτοκινινών	375
3.2. Φυσιολογική δράση των κυτοκινινών	377
3.2.1. Δράσεις κυτοκινινών σε επίπεδο κυττάρου	377
3.2.2. Δράσεις κυτοκινινών σε επίπεδο οργάνου και φυτικού οργανισμού	377
3.2.3. Υποδοχείς κυτοκινινών	378
3.2.4. Μηχανισμοί δράσης των κυτοκινινών	378
3.2.5. Μοριακή απόκριση στις κυτοκινίνες	380
3.2.6. Μεταλλάγματα	380
3.2.7. Γενετικώς τροποποιημένα φυτά	381
3.3. Ρύθμιση ενδογενών συγκεντρώσεων κυτοκινινών	381
3.3.1. Σύζευξη κυτοκινινών με άλλα βιομόρια	381
3.3.2. Καταβολισμός κυτοκινινών	381
3.4. Ποσοτικός προσδιορισμός κυτοκινινών	382
3.5. Συνθετικές κυτοκινίνες	383
4. ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΕΣ	383
4.1. Βιοσύνθεση γιββερελλινών	384
4.2. Φυσιολογική δράση γιββερελλινών	386
4.2.1. Δράσεις σε επίπεδο κυττάρου	387
4.2.2. Δράσεις σε επίπεδο οργάνων και φυτού	387
4.2.3. Μηχανισμοί δράσης γιββερελλινών	388
4.2.3. Μεταλλάγματα – Γονίδια	388
4.3. Ρύθμιση των ενδογενών συγκεντρώσεων ενεργών γιββερελλινών	390
4.4. Ποσοτικός προσδιορισμός γιββερελλινών	390
4.5. Πρακτικές εφαρμογές	390
5. ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ	391
5.1. Βιοσύνθεση αιθυλενίου	391
5.2. Φυσιολογική δράση αιθυλενίου	393
5.2.1. Σε επίπεδο κυττάρου	393
5.2.2. Σε επίπεδο οργάνων και οργανισμού	394
5.2.3. Μηχανισμός δράσης του αιθυλενίου	395
5.2.4. Μεταλλάγματα	396
5.2.5. Γονίδια	396
5.2.6. Ανταγωνιστές δράσης ή παρεμποδιστές σύνθεσης του αιθυλενίου	396
5.3. Ρύθμιση ενδογενών συγκεντρώσεων αιθυλενίου	397
5.3.1. Ρύθμιση βιοσύνθεσης	397
5.3.2. Αυτοκατάλυση αιθυλενίου	397
5.3.3. Διάχυση του αιθυλενίου	397
5.4. Ποσοτικός προσδιορισμός του αιθυλενίου	398
5.5. Εφαρμογές	398
6. ΑΜΠΣΙΣΣΙΚΟ ΟΞΥ	399
6.1. Βιοσύνθεση αμπισισικού οξέος	401
6.1.1. Βιοσυνθετικές οδοί	401

6.2. Φυσιολογικές δράσεις ABA	401
6.2.1. Σε επίπεδο κυττάρου	401
6.2.2. Σε επίπεδο οργάνων και οργανισμού	402
6.2.3. Υποκυτταρικός εντοπισμός και μεταφορά του αμπισοϊκού οξέος	402
6.2.4. Μηχανισμοί δράσης του ABA	402
6.2.5. Μεταλλάγματα	404
6.3. Ρύθμιση ενεργών μορφών αμπισοϊκού οξέος	404
6.3.1. Σύζευξη αμπισοϊκού οξέος με άλλα βιομόρια	404
6.3.2. Καταβολισμός αμπισοϊκού οξέος	404
6.4. Ποσοτικός προσδιορισμός αμπισοϊκού οξέος	404
6.4.1. Βιοδοκιμές	405
6.4.2. Φυσικοχημικές μέθοδοι	406
6.4.3. Ανοσοχημικές μέθοδοι	406
7. ΒΙΟΜΟΡΙΑ ΜΕ ΟΡΜΟΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	406
7.1. Πολυαμίνες	406
7.1.1. Βιοσύνθεση των πολυαμινών	407
7.1.2. Φυσιολογικός ρόλος των πολυαμινών	407
7.1.3. Μεταλλάγματα	408
7.1.4. Γενετικώς τροποποιημένα φυτά	408
7.1.5. Ρύθμιση ενδογενών συγκεντρώσεων πολυαμινών	409
7.1.6. Ποσοτικός προσδιορισμός πολυαμινών	409
7.2. Βρασσινοστεροειδή	409
7.2.1. Βιοσύνθεση βρασσινοστεροειδών	410
7.2.2. Φυσιολογική δράση βρασσινοστεροειδών	412
7.2.3. Μεταλλάγματα	412
7.2.4. Ρύθμιση ενδογενών συγκεντρώσεων βρασσινοστεροειδών	413
7.3. Γιασμονικό οξύ	413
7.3.1. Βιοσύνθεση γιασμονικού οξέος	413
7.3.2. Φυσιολογική δράση γιασμονικού οξέος	416
7.3.2.1. Δράση σε επίπεδο κυττάρου	416
7.3.2.2. Δράση σε επίπεδο οργάνων και οργανισμού	416
7.3.3. Μεταλλάγματα	417
7.3.4. Γονίδια	418
7.3.5. Γενετικώς τροποποιημένα φυτά	418
7.3.6. Ρύθμιση συγκεντρώσεων γιασμονικού οξέος	418
7.3.7. Ποσοτικός προσδιορισμός γιασμονικού οξέος	418
7.4. Ολιγοσακχαρίνες	418
7.4.1. Ολιγοσακχαρίνες πηκτίνης	419
7.4.2. Ολιγοσακχαρίνες ξυλογλυκάνης	419
7.5. Πεπτιδία – Ορμόνες	420
7.6. Σαλικυλικό οξύ	421
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	422

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΜΟΡΦΟΓΕΝΕΣΗ

425

*Καλλιόπη Α. Ρουμπελάκη - Αγγελάκη*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	425
2. ΥΠΟΔΟΧΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΗΜΑΤΟΣ	427
2.1. Για την έναρξη κάθε διαδικασίας απαιτείται το κατάλληλο σήμα	427
2.2. Η υποδοχή του σήματος γίνεται από ειδικούς υποδοχείς και μεταφέρεται στα σημεία-στόχους	429
2.3. Μεμβρανικοί υποδοχείς	430
2.3.1. Διαμεμβρανικοί υποδοχείς-κινάσες (RLK)	430
2.3.2. Μικρές G-πρωτεΐνες	431
2.3.3. Υποδοχείς συνδεδεμένοι με τριμερείς G-πρωτεΐνες (GPCR)	431
2.3.4. Ετεροτριμερείς G-πρωτεΐνες	432
2.4. Μεταφορά σήματος από τις G-πρωτεΐνες	432
2.4.1. Κανάλια ιόντων	432
2.4.2. Ένζυμα	435
2.5. Ο ρόλος των κινασών και των φωσφατασών	435
2.5.1. Ομάδα κινασών AGC	436
2.5.2. Κινάσες που ενεργοποιούνται από $Ca^{2+}$ /καλμοδουλίνη	436
2.5.3. Καταρράκτης MAP-κινασών	436
2.6. Δευτερογενείς αγγελιοφόροι	437
3. ΑΥΞΗΣΗ	438
3.1. Κυτταρική αύξηση	439
3.1.1. Ο ρόλος του κυτταρικού τοιχώματος στην κυτταρική αύξηση είναι κυρίαρχος	440
3.1.2. Χαλάρωση των κυτταρικών τοιχωμάτων	441
3.1.3. Στην κυτταρική αύξηση συμμετέχει και η πλασματική μεμβράνη	443
4. ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ	443
4.1. Η μιτωτική δραστηριότητα των κυττάρων ελέγχεται γενετικά	444
4.2. Η κυτταρική διαίρεση επάγεται από ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες	445
4.3. Ολοδυναμία, κάλλος, αναπτυξιακή ικανότητα	446
5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ	447
5.1. <i>Arabidopsis thaliana</i> : Οργανισμός-μοντέλο	447
5.2. Διαφοροποίηση, προκαθορισμός, πλαστικότητα	448
6. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΡΦΩΝ	448
6.1. Κυτταρική επαφή	449
6.2. Κυτταρική ταυτότητα	449
7. ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΣΠΕΡΜΑΤΩΝ	450
8. ΜΕΡΙΣΤΩΜΑΤΑ	452
8.1. Είδη μεριστωμάτων	453
8.1.1. Πρωτογενή μεριστώματα	453
8.1.2. Δευτερογενή μεριστώματα	455
9. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ	456
9.1. Φάσεις ανάπτυξης των φύλλων	457

9.2 Αύξηση μεσογονατίων	459
10. ΡΙΖΟΓΕΝΕΣΗ	459
10.1. Ριζογένεση στο έμβρυο	461
10.2. Μηχανισμοί ριζογένεσης	462
10.3. Ριζογένεση στα μοσχεύματα	463
10.4. Δημιουργία πλευρικών ριζών	464
10.5. Δημιουργία ριζικών τριχιδίων	465
11. ΑΝΘΟΓΕΝΕΣΗ	466
11.1. Παράγοντες που επάγουν ανθογένεση	467
11.1.1. Ο ρόλος της φωτοπεριόδου και της ποιότητας του φωτός	468
11.1.2. Ο ρόλος των ενδογενών παραγόντων	469
11.2. Μεταφορά σήματος ανθογένεσης	469
11.3. Μοριακή ανάλυση της ανθογένεσης	470
11.3.1. Γονίδια που σχετίζονται με επαγωγή ανθογένεσης από εξωγενείς παράγοντες	471
11.3.2. Γονίδια που σχετίζονται με τη μετατροπή του βλαστικού μεριστώματος σε ανθικό	472
11.4. Δημιουργία ανθικών οργάνων	472
11.4.1. Το μοντέλο ΑΒΓ	474
11.5. Χρωματισμός των ανθέων	477
12. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΑΜΕΤΟΦΥΤΩΝ	478
12.1. Τα γαμετόφυτα στα φυτά	478
12.1.1. Δημιουργία αρσενικού γαμετοφύτου	479
12.1.2. Δημιουργία θηλυκού γαμετοφύτου	481
13. ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ	481
13.1. Συνέπειες της επικονίασης	482
13.2. Βλάστηση της γύρης	483
14. ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ	483
14.1. Γονιμοποίηση στα φυτά	483
14.2. Το ενδοσπέρμιο	484
14.3. Ασυμβατότητα	485
15. ΕΜΒΡΥΟΓΕΝΕΣΗ	485
15.1. Εμβρυογένεση στα φυτά	485
16. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΕΡΜΑΤΟΣ	487
16.1. Ανάπτυξη ενδοσπερμίου	487
16.2. Ανάπτυξη σπέρματος	488
17. ΛΗΘΑΡΓΟΣ	490
17.1. Λήθαργος σπέρματος	490
18. ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ	490
18.1. Ωρίμανση καρπών	490
19. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΕΝΟΣ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΘΑΝΑΤΟΣ	492
19.1. Προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος στα ζωικά κύτταρα	492
19.2. Προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος στα φυτικά κύτταρα	492
20. ΓΗΡΑΝΣΗ	495
20.1. Γήρανση στα φυτά	496
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	496

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΦΩΤΟΒΙΟΛΟΓΙΑ 499

### *Κυριάκος Κοτζαμπάσης*

1. ΦΩΤΟΝΙΑΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΦΩΤΟΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ	499
1.1. Ηλιακό φάσμα και φωτονιακή πληροφορία	499
1.2. Φωτονιακή διέγερση και φωτοϋποδοχείς	501
1.3. Φάσμα δράσης και χαρακτηρισμός φωτοϋποδοχέα	502
1.4. Φωτορυθμιζόμενες αποκρίσεις	502
2. ΦΩΤΟΎΠΟΔΟΧΕΙΣ	504
2.1. Φυτοχρώματα: Μοριακή δομή και λειτουργία	504
2.1.1. Γονιδιακή έκφραση και αυτορύθμιση του φυτοχρώματος	507
2.1.2. Φυτοχρωματικά μοντέλα δράσης	510
2.2. Κρυπτόχρωμα: Μοριακή δομή και λειτουργία κρυπτοχρωματικών φωτοϋποδοχέων (CRY1, CRY2/RHH1 & NPH1)	512
3. ΑΛΥΣΙΔΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΩΤΟΝΙΑΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ	515
4. ΦΩΤΟΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ – ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΦΩΤΟΎΠΟΔΟΧΕΩΝ	517
4.1. Φωτορύθμιση μεταβολικών μονοπατιών	517
4.2. Φωτομορφογενετικές αποκρίσεις	519
4.2.1. Αποχλώρωση	519
4.2.2. Σύνδρομο αποφυγής σκιασμού	520
4.2.3. Απόκριση EOD	520
4.2.4. «Αναγνώριση γειτόνων»	521
4.2.5. Φωτοτροπισμός	521
4.2.6. Βλάστηση	523
4.2.7. Άνθιση	523
4.3. Φωτοπεριοδισμός και κίρκαδικό ρολόϊ	524
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	528

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΡΥΘΜΟΙ 529

### *Γεώργιος Καραμπουρνιώτης*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	529
2. ΗΜΕΡΗΣΙΟΙ (ή ΚΙΡΚΑΔΙΚΟΙ) ΡΥΘΜΟΙ	529
2.1. Στους μηχανισμούς των βιολογικών ρολογιών οφείλεται η συντονισμένη ενορχήστρωση της γονιδιακής έκφρασης και επομένως της δραστηριότητας των φυτικών κυττάρων	532
2.2. Σε σταθερές συνθήκες, οι ενδογενείς βιολογικοί ρυθμοί εκφράζονται ως ελεύθεροι ρυθμοί	533
2.3. Ορισμένα ερεθίσματα του περιβάλλοντος αποτελούν το έναυσμα για την έναρξη των ταλαντώσεων ενός βιολογικού ρυθμού	534
2.4. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας δεν επηρεάζουν σημαντικά τους βιολογικούς ρυθμούς	534

2.5. Ο μηχανισμός μέτρησης του χρόνου στους βιολογικούς ρυθμούς παρουσιάζει αναλογίες με τις κλεψύδρες	535
2.5.1. Ο ενδογενής ταλαντωτής	536
2.5.2. Ο μηχανισμός αντίληψης και μεταγωγής των εισερχόμενων ερεθισμάτων	537
2.5.2.1. Οι χρονοδότες αφορούν ερεθίσματα του περιβάλλοντος που συγχρονίζουν τους βιολογικούς ρυθμούς	537
2.5.2.2. Περισσότερα του ενός συστήματα φωτοδεκτών αντιλαμβάνονται τα ερεθίσματα	537
2.5.2.3. Ορισμένα ιόντα και πρωτεΐνες εμπλέκονται στη μεταγωγή του σήματος	538
2.5.3. Ο μηχανισμός μεταγωγής των εξερχόμενων εντολών	538
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	539

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ 541

*Γεώργιος Καραμπουρνιώτης*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	541
2. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΓΩΓΗ ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ	542
3. ΟΙ ΤΡΟΠΙΣΜΟΙ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ	543
3.1. Ο γεωτροπισμός (βαρυτροπισμός) αποτελεί τον σημαντικότερο μηχανισμό αντίληψης της βαρύτητας	544
3.2. Ο μηχανισμός αντίληψης γεωτροπικών ερεθισμάτων βασίζεται στην ανακατανομή υποκυτταρικών συστατικών διαφορετικής πυκνότητας	544
3.3. Η αυξίνη και τα ιόντα αοβεστίου παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη μεταγωγή σήματος στον γεωτροπισμό	547
3.4. Ο φωτοτροπισμός αποτελεί τον μηχανισμό αναζήτησης της ενεργειακής πηγής	549
3.5. Ο μηχανισμός αντίληψης φωτοτροπικών ερεθισμάτων βασίζεται στην απορρόφηση φωτονίων κατάλληλου μήκους κύματος από εξειδικευμένους φωτοδέκτες	550
3.6. Η αυξίνη και τα ιόντα αοβεστίου παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη μεταγωγή σήματος και στον φωτοτροπισμό	551
3.7. Ο υδροτροπισμός αποτελεί τον μηχανισμό ανίχνευσης του νερού στο έδαφος	552
4. ΟΙ ΨΗΛΑΦΗΣΕΙΣ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΝΕΑΡΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ	552
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	553

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ 555

*Ελένη - Ίσις Α. Κωνσταντινίδου*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	555
1.1. Η αρχική πρόκληση: Πώς ορίζεται η καταπόνηση	557
2. ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΑΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ	558

2.1. Οι αβιοτικές καταπονήσεις μειώνουν σημαντικά την παραγωγή	558
2.2. Στάδια αντιδράσεων του φυτού σε καταπονήσεις	559
2.3. Μηχανισμοί αντοχής σε καταπονήσεις	561
2.3.1. Μηχανισμοί αποφυγής και ανοχής	562
2.3.2. Μηχανισμοί αντοχής	564
3. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΓΩΓΗ ΣΗΜΑΤΟΣ	565
3.1. Μεταγωγή σήματος: Ο ρόλος των ορμονών	565
3.2. Συντονισμός των αντιδράσεων καταπόνησης: Ο βασικός ρόλος αποδίδεται στις ορμόνες	569
3.2.1. Τα φυτά αντιδρούν σε διαφορετικές καταπονήσεις με συναφή τρόπο	569
3.2.2. Η αντίδραση στην καταπόνηση είναι αποτέλεσμα συντονισμού πολλών διεργασιών	570
3.2.3. Και οι πέντε ομάδες ορμονών συμμετέχουν στο συντονισμό των διεργασιών που έπονται της καταπόνησης	572
4. ΜΟΡΙΑΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΣΕ ΔΥΣΜΕΝΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ	573
4.1. Ειδικοί υποκινητές προσδιορίζουν την έκφραση γονιδίων κατά τη διάρκεια καταπονήσεων	573
4.2. Πρωτεΐνες και άλλοι μεταβολίτες σε φυτά που βιώνουν συνθήκες καταπόνησης	574
5. Η ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΩΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	575
5.1. Παραγωγή ενεργών μορφών οξυγόνου	575
5.2. Τα είδη των ενεργών μορφών οξυγόνου και η προέλευσή τους	579
5.3. Αντιοξειδωτικός μηχανισμός	581
5.3.1. Αντιοξειδωτικά ένζυμα	581
5.3.2. Μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά μόρια	583
5.4. Ρόλος της οξειδωτικής έκρηξης στη μεταγωγή σημάτων και στην αντοχή σε καταπονήσεις	584
6. ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΣΕ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ	586
6.1. Έλλειψη νερού και αντοχή σε ξηρασία	586
6.1.1. Γονίδια που επάγονται από έλλειψη νερού	587
6.1.2. Γονίδια που επάγονται από έλλειψη νερού αποκρίνονται στο ABA	590
6.1.3. Πρωτεΐνες συντιθέμενες σε συνθήκες έλλειψης νερού	591
6.1.4. Η σύνθεση και η δράση της υδατοπορίνης αυξάνονται σε συνθήκες ξηρασίας	592
6.2. Κυτταρική και μοριακή αντίδραση του φυτού στην αλατότητα	593
6.3. Αντοχή σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες	598
6.3.1. Η καταπόνηση από υψηλές θερμοκρασίες επάγει την έκφραση θερμοπληξιακών γονιδίων	600
6.3.2. Αύξηση της θερμοκρασίας επάγει τη σύνθεση θερμοπληξιακών πρωτεϊνών	600
6.3.3. Νέκρωση κυτάρων από παγετό: Παγοκρυστάλλωση και αφυδάτωση του πρωτοπλάστη	602
6.3.4. Γονίδια που επάγονται από παγετό	604
6.3.5. Μοριακοί μηχανισμοί αντοχής σε παγετό	605
6.3.6. Μοριακή προσέγγιση της πορείας εγκλιματισμού σε χαμηλές θερμοκρασίες: Σύνοψη και γενίκευση	608



ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	xxv
6.4. Αντοχή σε καταπονήσεις βαρέων μετάλλων	609
6.5. Αντίδραση του φυτού σε έλλειψη οξυγόνου	611
6.5.1. Κατά τη διάρκεια πρόσκαιρου εγκλιματισμού σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου, τα φυτά παράγουν ΑΤΡ με γλυκόλυση και ζύμωση	615
6.5.2. Ανοξικά και υποοξικά συμβάντα επάγουν αλλαγές στην έκφραση γονιδίων	617
6.5.3. Η προσαρμογή σε έλλειψη οξυγόνου περιλαμβάνει σύνθεση αναεροβίων πολυπεπτιδίων	617
6.5.4. Πώς το φυτό αντιλαμβάνεται την έλλειψη οξυγόνου	618
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	619

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17 ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΩΝ 621

*Καλλιόπη Α. Ρουμπελάκη - Αγγελάκη*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	621
2. ΜΗ ΜΟΡΙΑΚΕΣ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	622
2.1. Καλλιέργεια φυτικών κυττάρων, ιστών και οργάνων <i>in vitro</i>	623
2.1.1. Ιστορική αναδρομή	623
2.1.2. Παράγοντες επιτυχίας της <i>in vitro</i> καλλιέργειας φυτικών κυττάρων, ιστών και οργάνων	624
2.1.3. Μορφογενετικά προγράμματα	626
3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ	630
4. ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΕΜΒΡΥΟΓΕΝΕΣΗ	632
5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΛΟΪΔΩΝ ΦΥΤΩΝ-ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΝΘΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ	634
6. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΝΔΟΣΠΕΡΜΙΩΝ - ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΡΙΠΛΟΕΙΔΩΝ ΦΥΤΩΝ	636
7. ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ <i>IN VITRO</i>	638
8. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΖΥΓΩΤΙΚΩΝ ΕΜΒΡΥΩΝ	639
9. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΡΩΤΟΠΛΑΣΤΩΝ - ΣΩΜΑΤΙΚΟΣ ΥΒΡΙΔΙΣΜΟΣ	639
10. ΣΩΜΑΚΛΩΝΙΚΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	644
11. ΜΕΤΑΛΛΑΞΙΓΕΝΕΣΗ	645
12. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΑΛΛΑΓΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΙΩΣΕΙΣ	645
13. ΚΡΥΟΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	647
14. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ <i>IN VITRO</i>	648
15. ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΝΟΤΥΠΩΝ	649
16. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΩΝ	652
16.1. Τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA	652
16.1.1. Η κοπή, επανένωση και κλωνοποίηση τμημάτων του DNA	653
16.1.2. Βιβλιοθήκες	653
16.1.3. Σάρωση βιβλιοθηκών	654
16.1.4. Αλληλούχηση γονιδίων	654
16.2. Μεταφορά γονιδίων	655
16.2.1. Μεταφορά γονιδίων με μεσολάβηση φορέων	655
16.2.2. Μεταφορά γονιδίων χωρίς τη μεσολάβηση φορέων	656

16.3. Επιλογή γενετικώς τροποποιημένων φυτών	657
16.4. Εντοπισμός γονιδίου στα γενετικώς τροποποιημένα φυτά	659
16.5. Εφαρμογές γενετικής τροποποίησης	659
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	660
<i>Πηγές εικόνων</i>	660
<i>Ευρετήριο</i>	661