



Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών

Ενότητα 11:

Οι Επιπτώσεις των Ανθρωπογενών
Δραστηριοτήτων σε Πλανητικό
Επίπεδο: Η Κλιματική Αλλαγή ως
Παράγοντας Καταπόνησης της
Παγκόσμιας Χλωρίδας(2/2), 2ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Διδάσκοντες: Γεώργιος Καραμπουρνιώτης

Γεώργιος Λιακόπουλος





Μαθησιακοί Στόχοι 1/2

- Τι είναι η κλιματική αλλαγή και πως σχετίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Ποιες είναι οι προβλέψεις για το παγκόσμιο κλίμα και πως θα επηρεάσουν τη γεωργία στις επόμενες δεκαετίες.
- Πως η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τους φυτικούς οργανισμούς.
- Πως αντιδρούν τα φυτά στην αύξηση της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης του CO₂.



Μαθησιακοί Στόχοι 2/2

- Πως η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει τη σύσταση των οικοσυστημάτων, τα όρια εξάπλωσης και τη μετανάστευση των φυτικών ειδών.
- Πως η ανασύσταση του κλίματος μέσω της δένδροχρονολόγησης βοηθάει στη μελέτη του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής.



Λέξεις Κλειδιά

- κλιματική αλλαγή,
- φαινόμενο του θερμοκηπίου,
- αέρια θερμοκηπίου,
- πίεση ακτινοβολίας,
- εκπομπή ισοδυνάμων CO₂,
- συγκέντρωση ισοδυνάμων CO₂,
- όρια εξάπλωσης φυτικών ειδών,
- μετανάστευση φυτικών ειδών,
δενδροχρονολόγηση,
- ανασύσταση κλίματος,
- εξαφανίσεις φυτικών ειδών



Οι Επιπτώσεις του Διπλασιασμού της Συγκέντρωσης του CO₂

στην Ατμόσφαιρα σε Ορισμένες Κρίσιμες Παραμέτρους Καλλιεργούμενων Φυτών.

καλλιεργούμενο φυτό	φωτοσυνθετική ταχύτητα	στοματική αγωγιμότητα	ολική βιομάζα	παραγωγή σπόρων
	αύξηση ή	μείωση %		
καλαμπόκι (C ₄)	3	-34	4	4
σόργο (C ₄)	9	-37	3	0.8
βαμβάκι (C ₃)	33	-36	36	44
σόγια (C ₃)	35	-40	37	34
σιτάρι (C ₃)	35	-33 έως -43	15-27	31



Οι Αναμενόμενες Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής 1/4

- **στα καλλιεργούμενα φυτά** (και επισημάνσεις όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ θερμοκρασίας, διαθεσιμότητας νερού και σύστασης της ατμόσφαιρας. Οι επιπτώσεις βαθμολογούνται από πολύ αρνητικές (---) έως πολύ θετικές (+++)).

μεταβολή κλιματικής παραμέτρου	προβλέψεις/επισημάνσεις
αύξηση της θερμοκρασίας σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (>50°) (++)	(-) Σταδιακή μετακίνηση σε βορειότερες, ψυχρότερες περιοχές με άγονα εδάφη. (-) Το μήκος της ημέρας θα αποτελέσει εμπόδιο στη προσαρμογή. (+) Το αυξημένο CO ₂ θα έχει θετική επίδραση στα C ₃ φυτά
αύξηση της θερμοκρασίας σε μικρά γεωγραφικά πλάτη (<45°) (---)	(--) Έντονη ξηρασία και αυξημένη εξατμισοδιαπνοή. (--) Αυξημένη πιθανότητα επεισοδίων καύσωνα και ζημιών λόγω αυξημένης συγκέντρωσης O ₃ . (+) Το αυξημένο CO ₂ θα αντισταθμίσει την αύξηση της φωτοαναπνοής.



Οι Αναμενόμενες Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής 2/4

- **στα καλλιεργούμενα φυτά** (και επισημάνσεις όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ θερμοκρασίας, διαθεσιμότητας νερού και σύστασης της ατμόσφαιρας. Οι επιπτώσεις βαθμολογούνται από πολύ αρνητικές (---) έως πολύ θετικές (+++)).

μεταβολή κλιματικής παραμέτρου	προβλέψεις/επισημάνσεις
ξηρασία σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (>50°) (-)	(+) Μείωση επεισοδίων πλημμυρίσματος των εδαφών, πρωιμότερη σοδειά. (+) Χαμηλότερη εξατμισοδιαπνοή λόγω αυξημένου CO ₂ . (-) Αυξημένη πιθανότητα καταστροφών της σοδειάς. (--) Προβλήματα στην επικονίαση και στην ανάπτυξη των σπερμάτων
ξηρασία σε μικρά γεωγραφικά πλάτη (>50°) (---)	(+) Χαμηλότερη εξατμισοδιαπνοή λόγω αυξημένου CO ₂ . (--) Αυξημένη πιθανότητα καταστροφών της σοδειάς. (---) Προβλήματα στην επικονίαση και στην ανάπτυξη των σπερμάτων (-) Υψηλός κίνδυνος καταστροφής των φύλλων λόγω υψηλών θερμοκρασιών.



Οι Αναμενόμενες Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής 3/4

- **στα καλλιεργούμενα φυτά** (και επισημάνσεις όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ θερμοκρασίας, διαθεσιμότητας νερού και σύστασης της ατμόσφαιρας. Οι επιπτώσεις βαθμολογούνται από πολύ αρνητικές (---) έως πολύ θετικές (+++)).

μεταβολή κλιματικής παραμέτρου	προβλέψεις/επισημάνσεις
αυξημένη συγκέντρωση CO ₂ (+++)	(+) Μερική προστασία έναντι της έλλειψης νερού. (+) Μερική προστασία έναντι των υψηλών συγκεντρώσεων O ₃ . (+) Μείωση των φωτοαναπνευστικών απωλειών που προκαλούνται από αύξηση της θερμοκρασίας. (-) Ελάττωση της δυνατότητας ψύξης των φύλλων και αύξηση των ζημιών λόγω υψηλών θερμοκρασιών. (-) Τα αναμενόμενα θετικά αποτελέσματα δεν παρατηρούνται σε συνθήκες αγρού, αλλά και στα C ₄ φυτά.



Οι Αναμενόμενες Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής 4/4

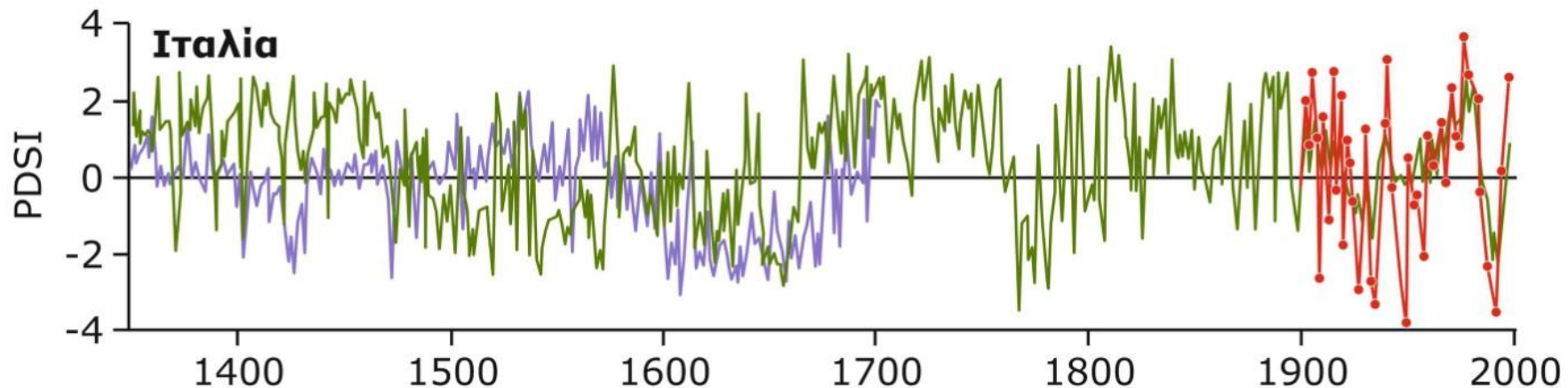
- **στα καλλιεργούμενα φυτά** (και επισημάνσεις όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ θερμοκρασίας, διαθεσιμότητας νερού και σύστασης της ατμόσφαιρας. Οι επιπτώσεις βαθμολογούνται από πολύ αρνητικές (---) έως πολύ θετικές (+++)).

μεταβολή κλιματικής παραμέτρου	προβλέψεις/επισημάνσεις
συνύπαρξη και αλληλεπίδραση όλων των παραγόντων (?? Αβεβαιότητα)	Δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα σε συνθήκες καλλιέργειας στον αγρό. Επομένως οι προβλέψεις είναι αβέβαιες.



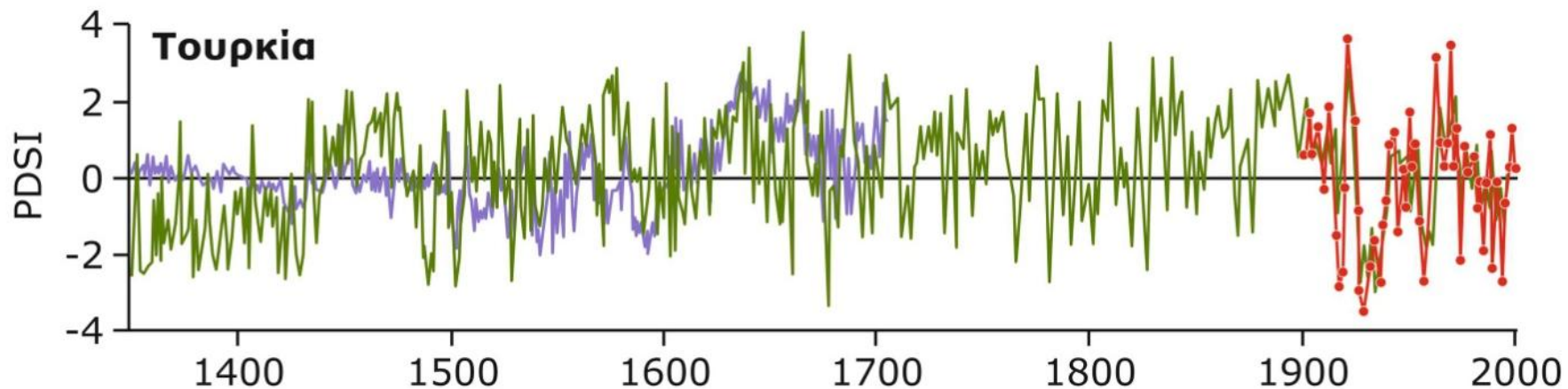
Ανασύσταση Κλίματος των Τελευταίων 500 Ετών 1/3

- όσον αφορά στον δείκτη ξηρασίας σε χώρες της μεσογείου και στην κεντρική Ευρώπη (Άλπεις). Οι αποκλίσεις από το μηδέν αντιπροσωπεύουν τον δείκτη ξηρασίας PDSI (θετικές τιμές υποδηλώνουν επάρκεια νερού ενώ αρνητικές τιμές έλλειψη νερού).



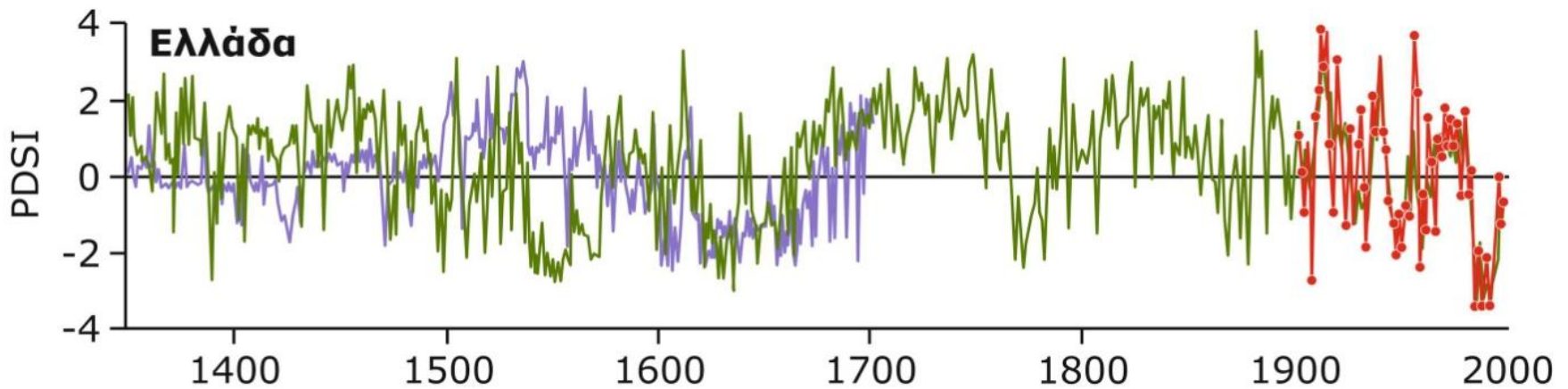
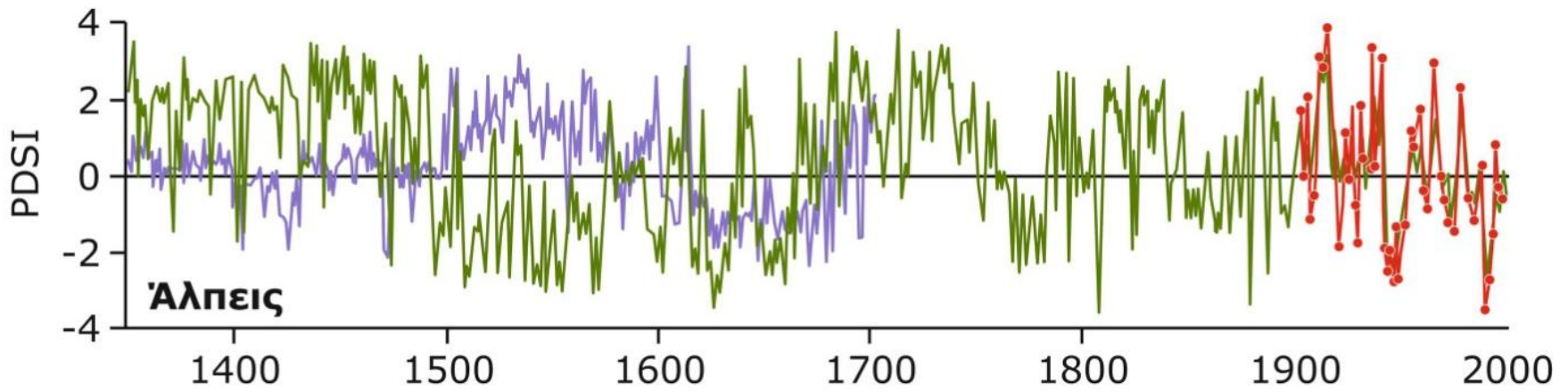


Ανασύσταση Κλίματος των Τελευταίων 500 Ετών 2/3





Ανασύσταση Κλίματος των Τελευταίων 500 Ετών 3/3





Η Κλιματική Αλλαγή Πιθανόν να Οδηγήσει 1/3

σε μεταναστεύσεις και εξαφανίσεις ειδών.

- Αναμένεται επίσης αύξηση του ανταγωνισμού διαφορετικών λειτουργικών υποομάδων φυτών (C3 έναντι C4 φυτών).



Η Κλιματική Αλλαγή Πιθανόν να Οδηγήσει 2/3

σε μεταναστεύσεις και εξαφανίσεις ειδών.

- Η αύξηση της θερμοκρασίας θα επηρεάσει και τα όρια εξάπλωσης των φυτικών ειδών (οι ακραίες θερμοκρασίες στη διάρκεια του έτους καθορίζουν την ικανότητα αναπαρα-γωγής κάθε είδους). Η αύξηση επίσης της μέσης θερμο-κρασίας μιας περιοχής αντιστοιχεί σε σημαντικές μεταβολές των ισόθερμων είτε υψομετρικά, είτε κατά το γεωγραφικό πλάτος. Η μέση αύξηση της θερμοκρασίας κατά $0,74^{\circ}\text{C}$ κατά τον 20ο αιώνα αντιστοιχεί σε μετακίνηση περίπου 100 km σε γεωγραφικό πλάτος ή 100 m σε υψόμετρο.



Η Κλιματική Αλλαγή Πιθανόν να Οδηγήσει 3/3

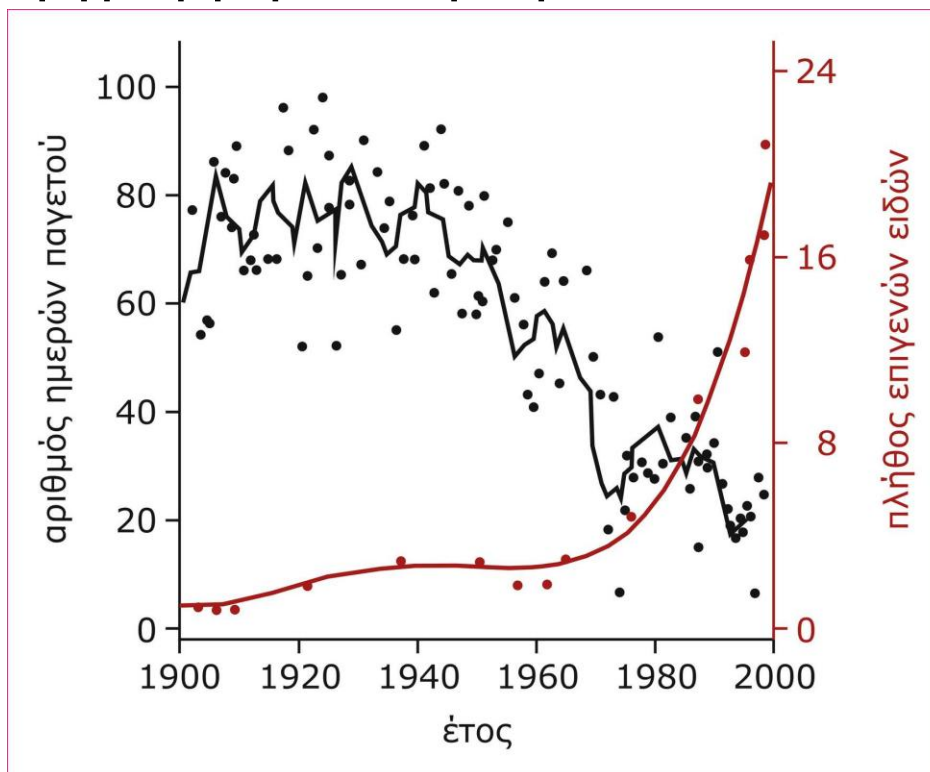
σε μεταναστεύσεις και εξαφανίσεις ειδών.

- Εισβολή αλλόχθονων φυτικών ειδών. Σε συνδυασμό με τις κλιματικές μεταβολές, η εισβολή αυτή μπορεί να πάρει δραματικές διαστάσεις.
- Εισβολή νέου τύπου παθογόνων.



Εκτροπή Βλάστησης

- (από αυτοφυή φυλλοβόλα σε επιγενή αείφυλλα) στις Νότιες Άλπεις (Ελβετία). Η συνεχής γραμμή αντιπροσωπεύει τον μέσο αριθμό ημερών παγετού κατ' έτος, ενώ η στικτή γραμμή τον αριθμό των νέων επιγενών ειδών.





Δημοσίευση in.gr: 07 Δεκ. 2012, 17:52 (1/3)

- Ο ρυθμός θανάτου των ηλικιωμένων δέντρων, άνω των 100 έως 300 ετών, δείχνει να επιταχύνεται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη στην Ευρώπη, τη Βόρειο Αμερική, τη Λατινική Αμερική, την Αφρική, την Ασία, τη Νότιο Αμερική και την Αυστραλία. Το φαινόμενο παρατηρείται σε όλα τα είδη δασών και πλήττει εμβληματικά είδη όπως οι γιγάντιοι ευκάλυπτοι *Eucalyptus regnans*, οι σεκόγιες της Καλιφόρνια και τα μπαομπάπ της Τανζανίας.



Δημοσίευση in.gr: 07 Δεκ. 2012, 17:52 (2/3)

- Τα μεγάλα δέντρα παίζουν κρίσιμους ρόλους στα οικοσυστήματα, αφού προσφέρουν χώρο για φωλιές αλλά και τροφή για πολλά είδη ζώων -σε ορισμένα οικοσυστήματα, έως και 30% των πτηνών και των θηλαστικών του δάσους φωλιάζουν σε υπεραιώνobia δέντρα.



Δημοσίευση in.gr: 07 Δεκ. 2012, 17:52 (3/3)

- Ακόμα, οι γίγαντες των δασών αποθηκεύουν στους κορμούς τους **μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα**, εμποδίζουν τη διάβρωση των εδαφών και συμμετέχουν στην ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών.



Έμμεσες Επιπτώσεις: Πιθανές Επιπτώσεις στο Κλίμα 1/3

- Τα σενάρια προβλέπουν ότι για τις δύο επόμενες δεκαετίες αναμένεται μια αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 0.20C ανά δεκαετία και ότι ακόμη και αν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παρέμεναν στα επίπεδα του 2000, ο πλανήτης θα συνεχίσει να αυξάνει τη θερμοκρασία του κατά 0.10C ανά δεκαετία.



Έμμεσες Επιπτώσεις: Πιθανές Επιπτώσεις στο Κλίμα 2/3

- Αναμένεται η αύξηση της θερμοκρασίας να είναι εντονότερη στη ξηρά και στα περισσότερα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του Β. ημισφαιρίου και ηπιότερη στη περιοχή της Ανταρκτικής και του βορείου Ατλαντικού. Ορισμένα δυσοίωνα σενάρια προβλέπουν πλήρη εξαφάνιση των πάγων της Αρκτικής κατά το τέλος της θερινής περιόδου σε λίγες δεκαετίες.



Έμμεσες Επιπτώσεις: Πιθανές Επιπτώσεις στο Κλίμα 3/3

- Οι βροχοπτώσεις ενδέχεται να ενταθούν στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και να μειωθούν στις περισσότερες υποτροπικές περιοχές. Θεωρείται επίσης πολύ πιθανό να ενταθούν τα ακραία καιρικά φαινόμενα.



Τα Σενάρια για το Μέλλον της Γεωργίας 1/3

- Τα σενάρια για το μέλλον της γεωργίας στον πλανήτη είναι λίγο ή πολύ δυσοίωνα.
- Προς το τέλος του 21ου αιώνα αναμένεται σημαντική πτώση της γεωργικής παραγωγής
- σταδιακή μετακίνηση των καλλιεργειών ακόμη βορειότερα
- Συρρίκνωση των καλλιεργήσιμων γαιών σε παγκόσμιο επίπεδο για δύο κυρίως λόγους.
 1. Εκτεταμένες καλλιεργούμενες περιοχές θα επηρεαστούν από τη ξηρασία (υπολογίζονται στο 30% των καλλιεργούμενων εκτάσεων του πλανήτη).



Τα Σενάρια για το Μέλλον της Γεωργίας 2/3

2. Η προβλεπόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα επιφέρει την απώλεια σημαντικών εύφορων εκτάσεων στα δέλτα ποταμών και ορυζώνων, επειδή θα κατακλυστούν σταδιακά με θαλασσινό νερό.
- Συχνότερα επεισόδια επικράτησης υψηλών θερμοκρασιών σε κρίσιμες περιόδους της ανάπτυξης καλλιεργουμένων φυτών θα επιφέρουν τουλάχιστον σε τοπικό επίπεδο καταστροφή ή σημαντικές απώλειες της παραγωγής.



Τα Σενάρια για το Μέλλον της Γεωργίας 3/3

- Σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη, όπως στη Μεσόγειο, αναμένεται σημαντική αύξηση της συχνότητας των πυρκαγιών.
- Τα ζιζάνια διαθέτουν μηχανισμούς ταχείας εξάπλωσης.

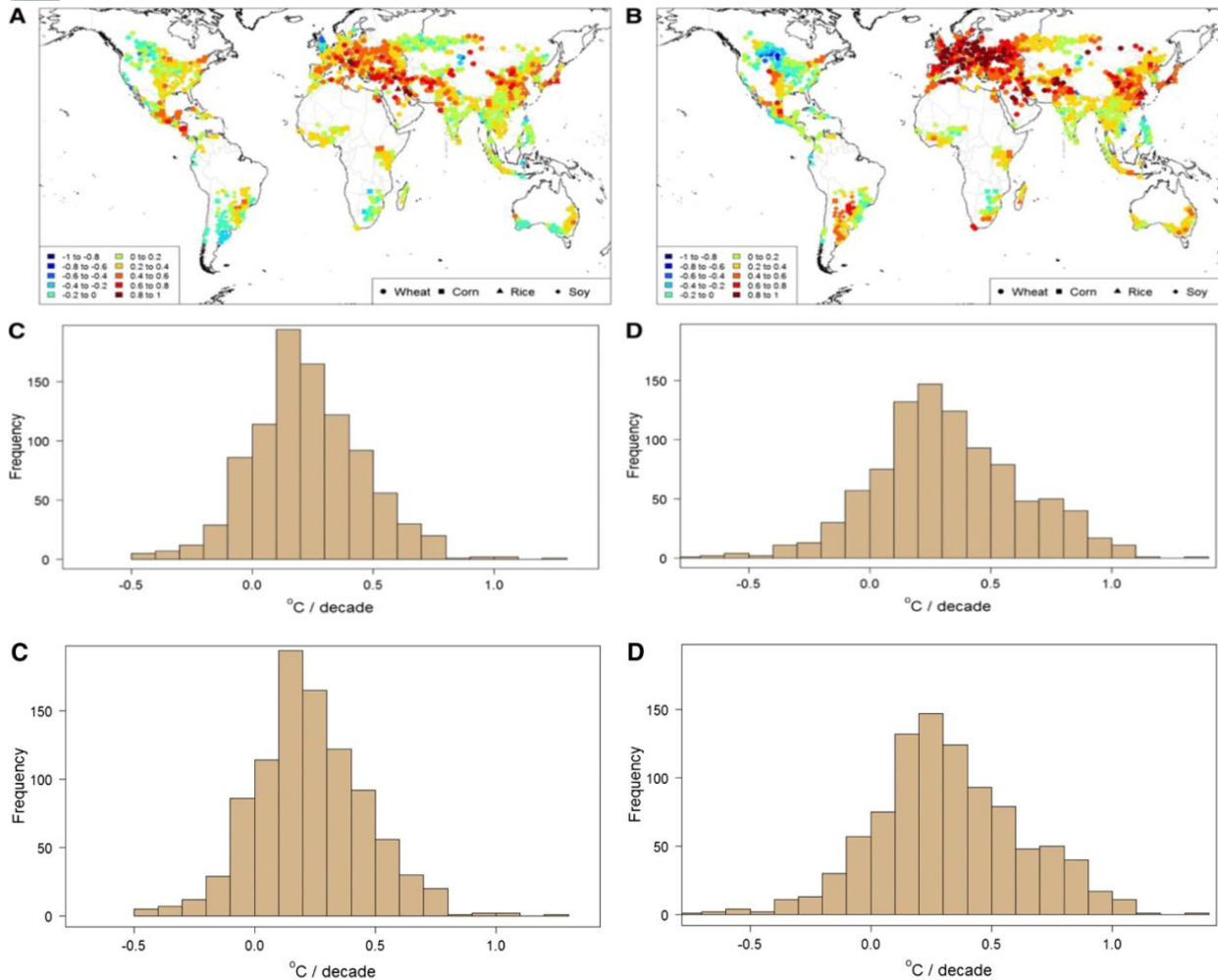


Δεκαετείς Τάσεις Μεταβολής της Θερμοκρασίας 1/2

- Στους χάρτες (Α και Β) και στα ιστογράμματα (C, D, μέσοι όροι) παρουσιάζονται οι δεκαετείς τάσεις μεταβολής της θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία) από το 1980 κατά την καλλιεργητική περίοδο σε περιοχές μείζονος καλλιέργειας σιτηρών. Αριστερά είναι τα ελάχιστα ενώ δεξιά τα θερμοκρασιακά μέγιστα.



Δεκαετίες Τάσεις Μεταβολής της Θερμοκρασίας 2/2



Lobell and Gourdji. 2012. The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity. *Plant Physiology*, December 2012, 160: 1686–1697.



Βιβλιογραφία 1/2

- Bertin RI. 2008. Plant phenology and distribution in relation to recent climate change. *Journal of the Torrey Botanical Society* 135: 126-146.
- Hatfield JL, Boote KJ, Kimball BA, Ziska LH, Izaurread RC, Ort D, Thomson AM, Wolfe D. 2011. Climate impacts on Agriculture: interactions for crop production. *Agronomy Journal* 103: 351-370.
- Hedhly A. 2011. Sensitivity of flowering plant gametophytes to temperature fluctuations. *Environmental and Experimental Botany* 74: 9-16.
- Nicault A, Alleaume S, Brewer S, Carrer M, Nola P, Guiot J. 2008. Mediterranean drought fluctuation during the last 500 years based on tree-ring data. *Climate Dynamics* 31: 227-245.



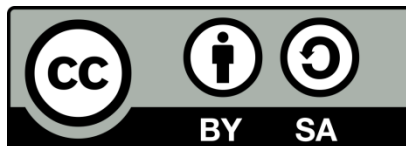
Βιβλιογραφία 2/2

- Roetter R. and Van De Geinjn S.C. 1999. Climate change effects on plant growth, crop yield and livestock. *Climate Change* 43: 651-681.
- Sheppard PR. 2010. Dendroclimatology: extracting climate from trees. *Wires.wiley.com/climate change* 1, 343-352.
- Tylianakis JM, Didham RK, Bascompte J, Wardle DA. 2008. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology letters* 11: 1351-1363.
- Walther G.-R, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Benbee T.J.C., Frpmentin J-M, Guldberg O. H-G and Bairlein F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389-395.



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.





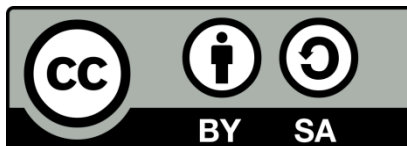
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεώργιος Καραμπουρνιώτης/ Γεώργιος Λιακόπουλος. «Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDCS100/>



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.