



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

ΑΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ 98489:

Διαχείριση σκληρού σιταριού με διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας βάσει του μοντέλου GranoDuro και μελέτη ανταπόκρισης της ποικιλίας Sveno ως προς την απόδοση και τα χαρακτηριστικά ποιότητας παραγόμενου προϊόντος

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ (ΕΛΚΕ) – BARILLA HELLAS

Εισαγωγή

Το σκληρό σιτάρι (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) είναι ένα από τα σημαντικότερα δημητριακά της λεκάνης της Μεσογείου και καλλιεργείται σε ποικίλα περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από μεγάλες κλιματικές διακυμάνσεις. Είναι ένα τετραπλοειδές είδος με γονιδίωμα $2n=4x=28$, από το οποίο παράγεται το σιμιγδάλι που χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή ζυμαρικών. Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις τεχνολογίες διαχείρισης της καλλιέργειας με την εισαγωγή χαμηλών εισροών σε περιβάλλοντα υψηλής δυναμικότητας όπως η μειωμένη κατεργασία του εδάφους, η περιορισμένη στο απαραίτητο χρήση εισροών σε φυτοφάρμακα και νερό (low inputs), η βελτίωση του τρόπου εφαρμογής των λιπασμάτων και ο περιορισμός χρήσης ζιζανιοκτόνων, με στόχο τη μείωση του κόστους και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος σε εισροές άνθρακα (carbon footprint).

Η παρούσα εργασία αποτελεί τη συνέχεια και την προσθήκη μιας ολοκληρωμένη προσπάθειας να διερευνηθεί εάν η χρήση του συστήματος καλλιέργειας χαμηλών εισροών θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί έναντι του συμβατικού τρόπου για την αύξηση της απόδοσης και την παραγωγή υψηλής ποιότητας σκληρού σιταριού στη Ελλάδα. Επιπρόσθετα, θα διερευνηθεί εάν η ποικιλία SVEVO, που διανέμεται και προτείνεται αποκλειστικά από την εταιρεία Barilla στους παραγωγούς της, μπορεί να έχει την ίδια απόδοση και στο συμβατικό τρόπο διαχείρισης και στο σύστημα χαμηλών εισροών ώστε να ικανοποιήσει τις ανάγκες των γεωργών και των καταναλωτών.

Στο παρόν έργο αξιολογήθηκε η χρήση συνδυαστικά της μειωμένης ποσότητας σπόρου ταυτόχρονα με τη μειωμένη ποσότητα λιπασμάτων, τη μειωμένη κατεργασία του εδάφους κατά το ελάχιστο, με περιορισμό ή απουσία αρδεύσεων και εκτιμήθηκαν οι συνέπειες αυτών των εφαρμογών στην παραγόμενη βιομάζα και στην απόδοση, του παραγόμενου σπόρου, στην ποικιλία σκληρού σιταριού SVEVO.

Πειραματικός σχεδιασμός

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στην περιοχή Ν. Χαλκηδόνας Θεσσαλονίκης, σε ένα αγροτεμάχιο 20 στρεμμάτων, το οποίο διαχωρίστηκε σε 2 πειραματικούς αγρούς, εκ των οποίων ο πρώτος (10 στρέμματα) διαχειρίστηκε με συμβατικό τρόπο καλλιέργειας κατά την τακτική του γεωργού και ο δεύτερος (10 στρέμματα) με την εφαρμογή χαμηλών εισροών στο επίπεδο του (80%), αντίστοιχα.

Συγκεκριμένα, στον πειραματικό αγρό ολοκληρωμένης διαχείρισης χρησιμοποιήθηκε **ποσότητα σπόρου** 28kg ανά στρέμμα, ενώ στον πειραματικό αγρό χαμηλών εισροών 22kg σπόρου/ στρέμμα, αντίστοιχα. Η σπορά έγινε στις 9/12/2019 σε βάθος 2- 4cm.

Πριν από την σπορά, συλλέχθηκε δείγμα εδάφους για ανάλυση της σύστασής του και εκτίμησης της περιεκτικότητας του σε μακροστοιχεία και μικροθρεπτικά συστατικά.*

Κατά τη **βασική λίπανση** μαζί με τη σπορά, χρησιμοποιήθηκε λίπασμα N-P-K (12-27-0) σε ποσότητα 14 kg στο αγροτεμάχιο χαμηλών εισροών και 18 kg στο αγροτεμάχιο συμβατικής καλλιέργειας. Οι προηγούμενες καλλιέργειες ήταν βαμβάκι το 2018 και μαλακό σιτάρι το 2019.

Στις 5/3/2020 έγινε **επιφανειακή λίπανση** με λίπασμα 40-0-0 ουρίας σε ποσότητα 20kg στον συμβατικό και 15 kg στον αγρό χαμηλών εισροών. Στις 25/3/2020, έγινε εφαρμογή μυκητοκτόνου με δραστική ουσία dimethoate και εντομοκτόνου σκευάσματος Bumper 25EC σε ποσότητα 50 cm³/στρ. και στους δύο πειραματικούς αγρούς. Ο ψεκασμός με εντομοκτόνο κρίθηκε απαραίτητος αφού παρατηρήθηκε σημαντική προσβολή από το σκαθάρι *Lema melanopus*.

Όσον αφορά τα μετεωρολογικά δεδομένα και την καθοδήγηση μέσω του σταθμού GRANO DURO που ήταν εγκατεστημένος πλησίον της περιοχής (Αθυρα Πέλλας), καταγράφηκε μέση βροχόπτωση 495 mm κατά τη περίοδο της καλλιέργειας και έτσι δεν εφαρμόστηκε άρδευση σε κανέναν από τους πειραματικούς αγρούς. Στον αγρό χαμηλών εισροών δεν έγινε ζιζανιοκτονία ούτε επίσκεψη βαρέων οχημάτων, με εξαίρεση τον μοναδικό ψεκάσμό που εφαρμόστηκε για εντομοκτονία και την εισαγωγή της θεριζοαλωνιστικής μηχανής κατά τη συγκομιδή.

Η μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του ΒΚ της καλλιέργειας σιταριού ανήλθε στους 28,73 οC με μέγιστη τιμή τους 35,9 οC και μέση ελάχιστη τους 21,4 οC. Παγετός μέσης διάρκειας παρατηρήθηκε σε 2 φάσεις της καλλιεργητικής περιόδου (3/12/2019 έως 4/1 & 16/1 έως 24/1/2020) όπως και την εβδομάδα από 17/3 έως 24/3/2020, με τις θερμοκρασίες να πέφτουν στο επίπεδο των -2.5 οC. Τέλος, η μέση σχετική υγρασία ανήλθε στην τιμή του 50, 86 % με τιμές που άγγιξαν το 98 % κατά την περίοδο μακρών βροχοπτώσεων ενώ ξεπέρασε το 70% σε μια κρίσιμη περίοδο που αφορούσε τις 15 τελευταίες ημέρες πριν τη συγκομιδή.

Μετρήσεις και παρατηρήσεις

Για τη λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων, οριοθετήθηκαν 6 τετραγωνικά μέτρα , σε 3 διαφορετικά σημεία κατά τη διαγώνιο του κάθε πειραματικού αγροτεμαχίου με συνέπεια τη δημιουργία τριών *3 plot σε κάθε μεταχείριση. Οι μετρήσεις και παρατηρήσεις που ελήφθησαν, αφορούσαν :

Αγρονομικά χαρακτηριστικά και συστατικά απόδοσης

1. Ποσοστό φυτρώματος (αριθμός φυτών/ m²)
2. Ύψος φυτών στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (22/1/2020)
3. Ρυθμός αδελφώματος
4. Ύψος φυτών κατά το ξεστάχυσμα (9/5/2020)
5. Συνολικό βάρος στάχων/ φυτό (23/6/2020- συγκομιδή)
6. Καθαρό βάρος σπόρων (23/6/2020)

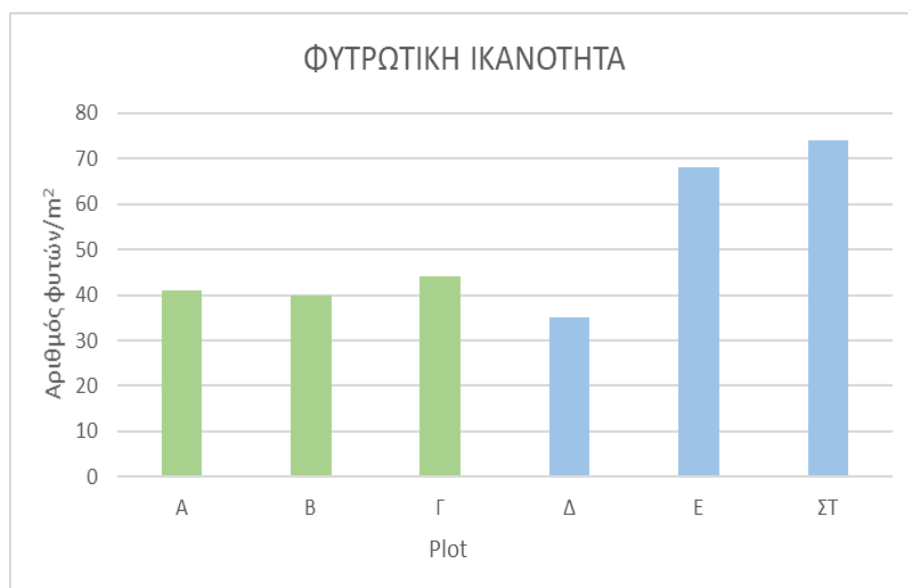
Φωτοσυνθετικοί δείκτες

1. Δείκτης φωτοσυνθετικής επιφάνειας
2. Περιεχόμενο ιστών φύλλου σε χλωροφύλλη

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όσον αφορά τις μετρήσεις, αρχικά έγινε εκτίμηση στις 30 ημέρες από την ημερομηνία σποράς, της φυτρωτικότητας (αριθμός των φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο) στα 3 επισημασμένα plot κάθε πειραματικού αγρού σε μια προσπάθεια συσχέτισης μεταξύ χρησιμοποιούμενης ποσότητας σπόρου και παρουσίας φυτών/ m².

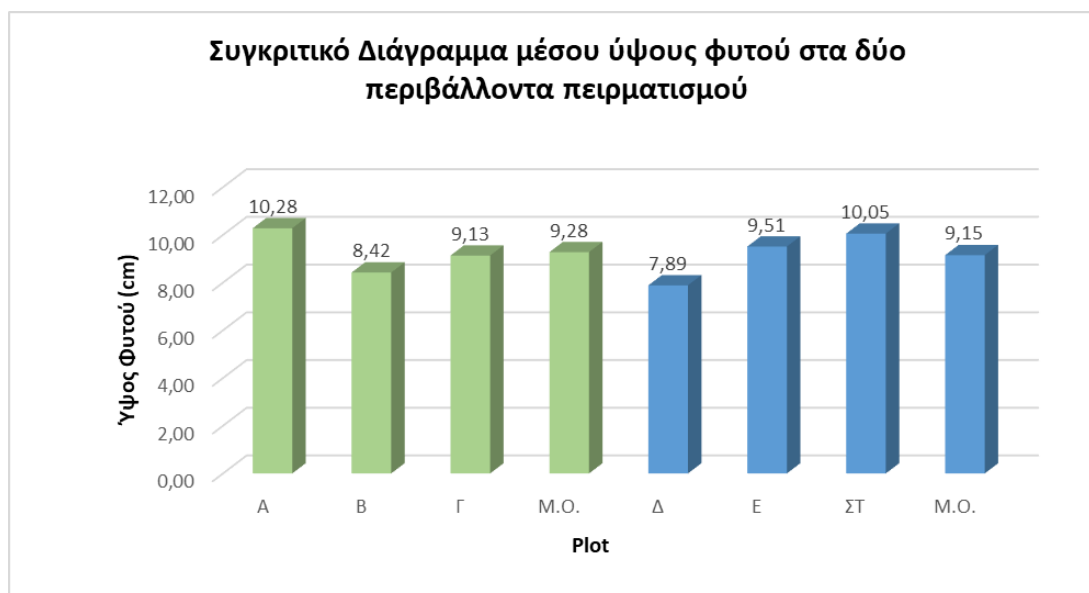
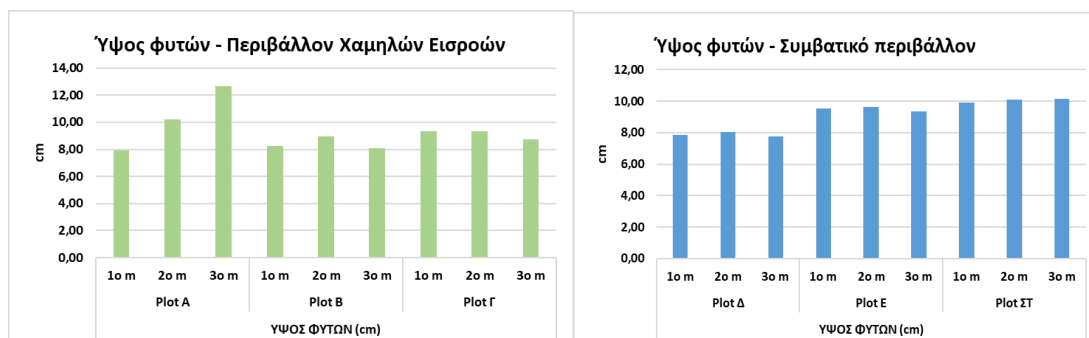
Σε αυτά τα πρώτα στάδια της καλλιέργειας παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της μεταχείρισης που αφορούσε τη χρήση χαμηλής ποσότητας σπόρου (22 κιλά)/ στρέμμα έναντι της υψηλής ποσότητας (28 κιλών/ στρέμμα), ως προς τον αριθμό των φυτών ανά στρέμμα. Η μεταχείριση με την υψηλή ποσότητα σπόρου έδωσε αναλογικά μεγαλύτερο αριθμό φυτών σε ποσοστό περίπου 20%, όσο δηλαδή και η διαφοροποίηση στην ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιήθηκε στις 2 μεταχειρίσεις. Με αυτή την μέτρηση πιστοποιήθηκε έμμεσα η πολύ καλή ποιότητα του χρησιμοποιούμενου σπόρου και η ανταπόκριση της ποικιλίας SVEVO σε συνθήκες ιδιαίτερα δύσκολες λόγω χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλών βροχοπτώσεων. Θετικό στοιχείο στη χρήση μειωμένης ποσότητας σπόρου είναι η παρατήρηση του ομοιόμορφου φυτρώματος με τον ανάλογο αριθμό φυτών ανά πειραματικό plot.



Το ύψος των φυτών ως δείκτης ανάπτυξης τους, μετρήθηκε μετά το πέρας των παγετών και συγκεκριμένα στο στάδιο έναρξης του αδελφώματος. Στο στάδιο αυτό διαπιστώθηκε η ισότιμη ανάπτυξη των φυτών, στα πειραματικά τεμάχια και των δύο μεταχειρίσεων αφού η ανάπτυξη σε ύψος και η αναλογία εδαφοκάλυψης ως ένδειξη ποσοστού βιομάζας ανά τετραγωνικό δεν διέφερε ΣΣΔ μεταξύ των μεταχειρίσεων.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ								
Περιβάλλον Χαμηλών Εισροών								
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)								
Plot A			Plot B			Plot Γ		
1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m
7,93	10,21	12,69	8,26	8,95	8,06	9,33	9,36	8,71

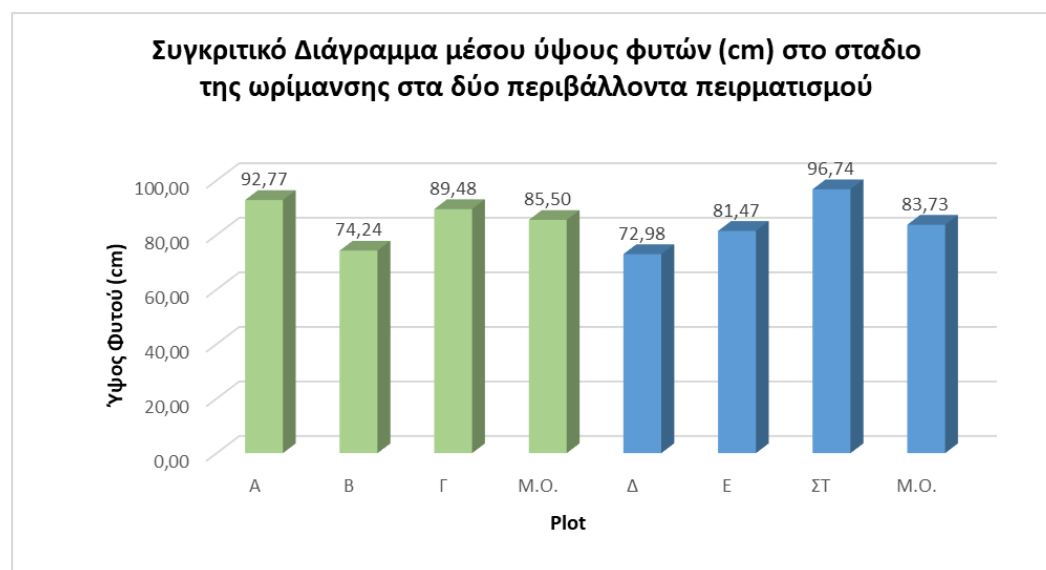
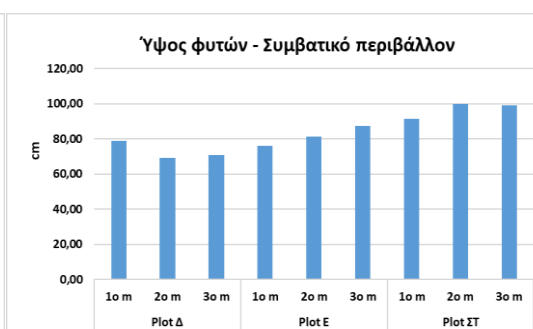
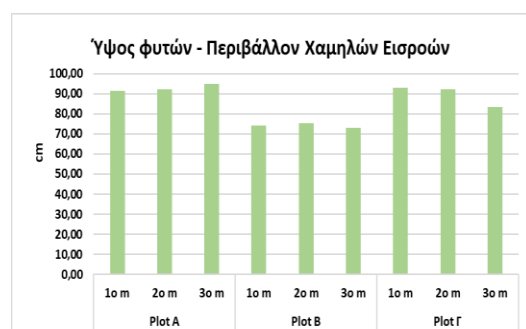
Συμβατικό περιβάλλον								
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)								
Plot Δ			Plot E			Plot ΣΤ		
1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m
7,86	8,05	7,75	9,55	9,65	9,33	9,92	10,12	10,13



Εξαιρετική εικόνα στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν χαμηλές εισροές, παρουσιάστηκε κατά το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης αφού η ανάπτυξη των φυτών παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα έναντι των αντίστοιχων των υψηλών εισροών χωρίς βέβαια να υπάρχουν ΣΣΔ όπως εκτιμήθηκε από τον δείκτη εδαφοκάλυψης και το ύψος των καλλιεργούμενων φυτών σιταριού.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ								
Περιβάλλον Χαμηλών Εισροών								
Ύψος φυτών στο στάδιο της ωρίμανσης (cm)								
Plot A			Plot B			Plot Γ		
1o m	2o m	3o m	1o m	2o m	3o m	1o m	2o m	3o m
91,57	92,00	94,75	74,30	75,33	73,09	92,83	92,19	83,41

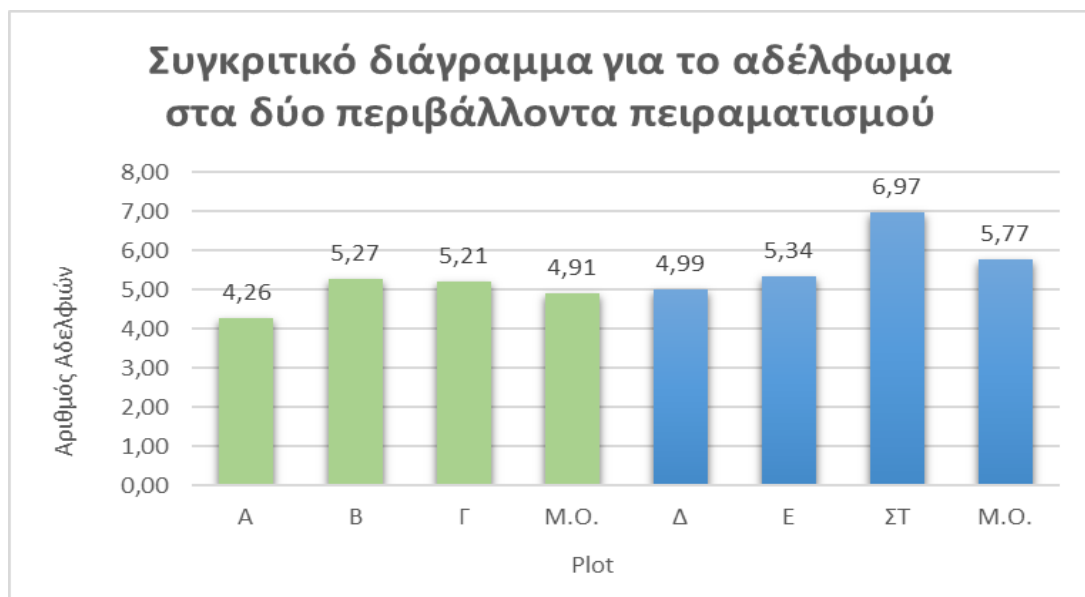
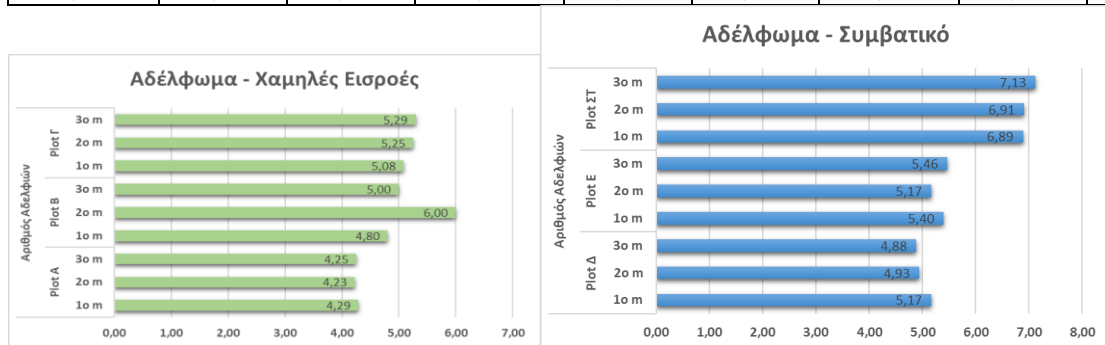
Συμβατικό περιβάλλον								
Ύψος φυτών στο στάδιο της ωρίμανσης (cm)								
Plot Δ			Plot E			Plot ΣΤ		
1o m	2o m	3o m	1o m	2o m	3o m	1o m	2o m	3o m
78,83	69,33	70,76	75,93	81,25	87,23	91,28	99,95	99,00



Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στην περίπτωση του αριθμού αδελφιών και του ρυθμού αδελφώματος ανά τετραγωνικό μέτρο με συνέπεια να μην υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των μεταχειρίσεων. Θα μπορούσε να εξαιρέσει κανείς το 1^ο plot της συμβατικής διαχείρισης (ΣΤ) που ήταν η αιτία διαφοροποίησης υπέρ των υψηλών εισροών αλλά κατά μέσο όρο δεν παρατηρήθηκαν ΣΣΔ μεταξύ των δύο διαφορετικών μεταχειρίσεων (Διάγραμμα).

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ								
Περιβάλλον Χαμηλών Εισροών								
Αριθμός Αδελφιών								
Plot A			Plot B			Plot Γ		
1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m
4,29	4,23	4,25	4,80	6,00	5,00	5,08	5,25	5,29

Συμβατικό περιβάλλον								
Αριθμός Αδελφιών								
Plot Δ			Plot E			Plot ΣΤ		
1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m	1ο m	2ο m	3ο m
5,17	4,93	4,88	5,40	5,17	5,46	6,89	6,91	7,13



Ποικιλία	Chlorophyll Content Meter	Chlorophyll Content Meter
	HIGH INPUT	LOW INPUT
PLOT 1 - SV 1	18,04	23,31
PLOT 1 - SV 2	19,22	20,77
PLOT 1 - SV 3	18,54	14,70
PLOT 2 - SV 1	39,94	13,88
PLOT 2 - SV 2	31,23	22,04
PLOT 2 - SV 3	31,59	24,25
PLOT 3 - SV 1	31,60	14,08
PLOT 3 - SV 2	23,2	18,24
PLOT 3 - SV 3	32,76	17,33
	27,34 A	18,73



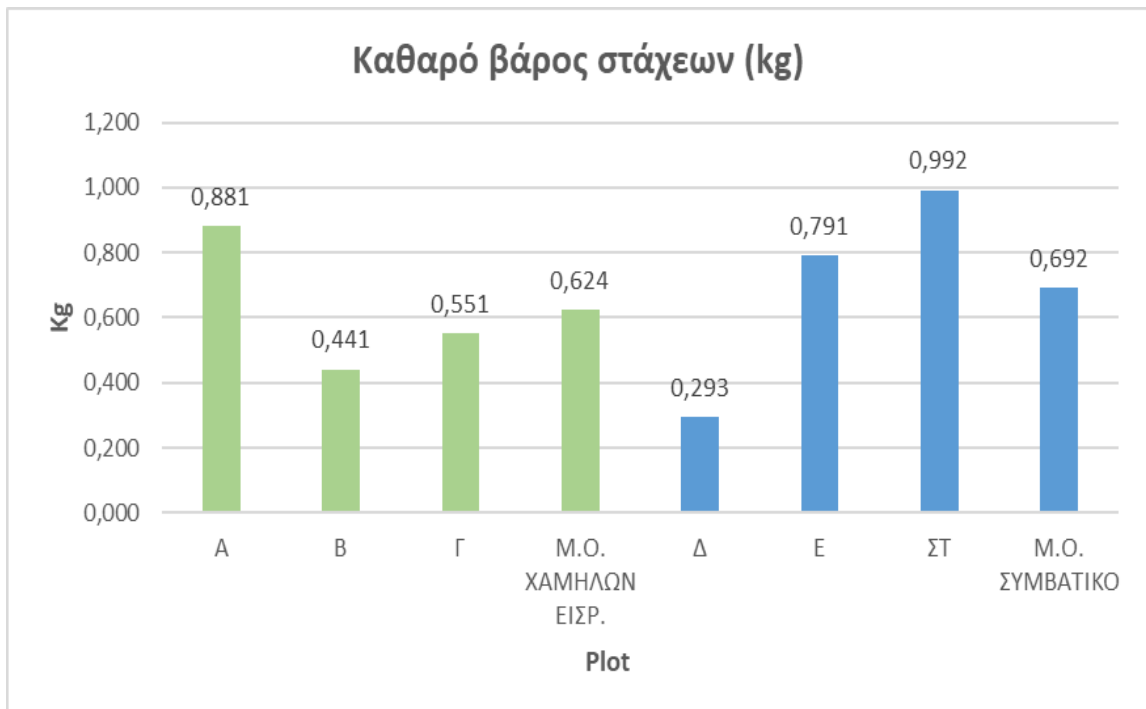
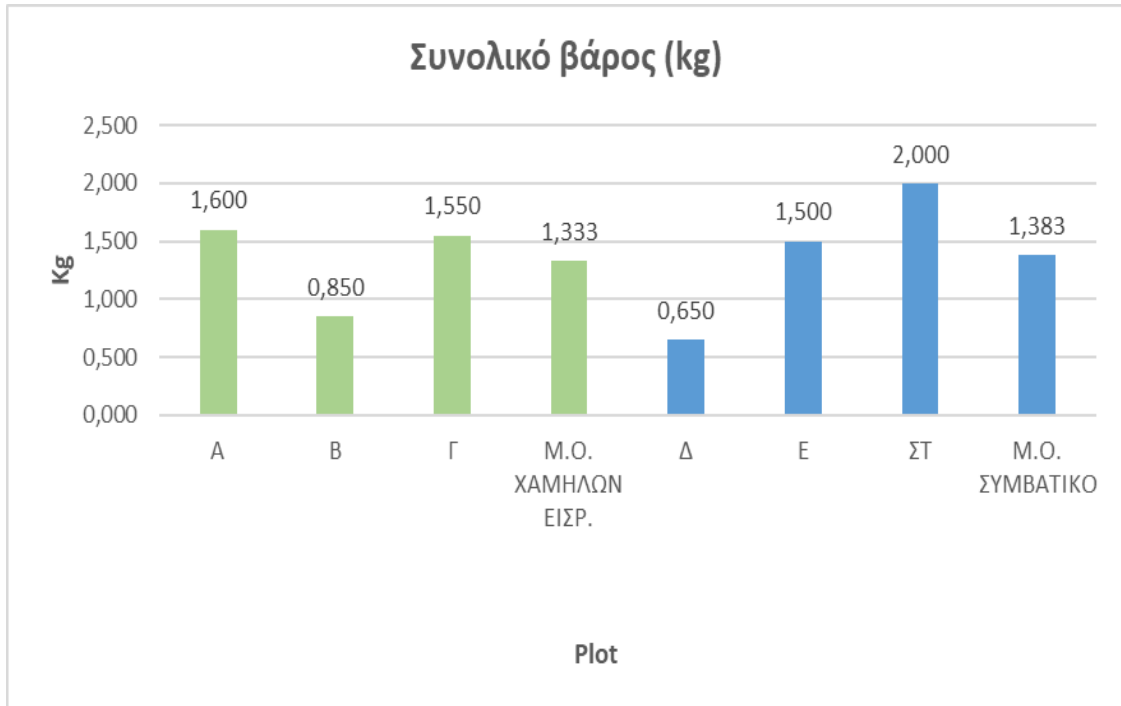
Μια σημαντική διαφοροποίηση παρουσιάστηκε ως προς το περιεχόμενο της χλωροφύλλης στα πειραματικά τεμάχια με τις υψηλές εισροές κατά τις μετρήσεις που εφαρμόστηκαν στο στάδιο γεμίσματος του σπόρου. Η εκτίμηση αυτή θεωρείται κρίσιμη για τη δυναμική τροφοδότηση του σπόρου με θρεπτικά στοιχεία και το γέμισμα του, και κατά συνέπεια το βάρος και την τελική απόδοση της καλλιέργειας σκληρού

σιταριού. Ίσως θα πρέπει να δοθεί προσοχή στο στάδιο αυτό με την πιθανή ανάγκη για τροφοδότηση των φυτών με λιπαντικά στοιχεία (κυρίως N) είτε με διαφυλλική είτε με επιφανειακή λίπανση στη μεταχείριση των χαμηλών εισροών, αυξάνοντας σε μικρό ποσοστό την συμμετοχή εισροών λίπανσης στο συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

Όσον αφορά την τελική απόδοση (συνολικό βάρος σπόρων / Plot) και το συνολικό καθαρό βάρος στάχων ανά πειραματικό τεμάχιο, διαπιστώθηκε μια μικρή υστέρηση στη μεταχείριση χαμηλών εισροών και σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων (plots). Όμως η τελική διαπίστωση είναι ότι κατά μέσο όρο, οι δύο μεταχειρίσεις δεν διέφεραν NSD μεταξύ τους ούτε στη συνολική απόδοση ούτε στο καθαρό βάρος των στάχων ανά στρέμμα.

ΑΠΟΔΟΣΗ (kg)		
Plot	Συνολικό βάρος	Καθαρό βάρος στάχων
A	1,600	0,881
B	0,850	0,441
Γ	1,550	0,551
Μ.Ο. ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΙΣΡ.	1,333	0,624
Δ	0,650	0,293
E	1,500	0,791
ΣΤ	2,000	0,992
Μ.Ο. ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ	1,383	0,692

ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΧΕΩΝ
ΑΠΟΔΟΣΗ - ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ	1,33 a	0,6243a
ΑΠΟΔΟΣΗ – ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ	1,383a	0,692a



Συμπεράσματα

Από τα δεδομένα των μετρήσεων και τη σύγκριση των μέσων όρων για τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, προκύπτει το συμπέρασμα ότι, με το σύστημα καλλιέργειας χαμηλών εισροών, η απόδοση ήταν ελάχιστα χαμηλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη της συμβατικής καλλιέργειας για την ποικιλία SVEVO χωρίς όμως να υπάρχουν Σ.Σ.Δ μεταξύ των μεταχειρίσεων. Από το σύνολο των παραμέτρων που εξετάστηκαν, προκύπτει ότι οι εφαρμοζόμενες περικοπές βρίσκονται στα οριακά επιτρεπόμενα επίπεδα μειωμένων εισροών τόσο σε ποσότητα σπόρου και κυρίως σε ποσότητα λιπασμάτων ώστε οι απώλειες να μην αποδειχθούν ζημιογόνες για τον παραγωγό σε επίπεδο κέρδους ανά μονάδα καλλιεργούμενου εδάφους. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ενδεικτικά αφού προέρχονται από πειράματα που έγιναν για ένα μόνο έτος και σε μια περιοχή. Θα πρέπει να επαναληφθούν στο χρόνο και στο χώρο περισσότερες φορές και χρησιμοποιώντας περισσότερα αγροτεμάχια και σε διαφορετικές περιοχές, ακόμη και με διαφορετικά επίπεδα εισροών ώστε να γίνει συνδυαστική ανάλυση δεδομένων. Για να μπορούσαμε να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα ως προς την σωστή αξιοποίηση των εισροών (λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών ουσιών) για την ποικιλία Sveno, προτείνεται η εφαρμογή του στατιστικού μοντέλου GGE Biplot συνδυαστικά (για ένα σύνολο περιοχών και τουλάχιστον 3ετών δεδομένων) με τα δεδομένα που δίδει το πρόγραμμα GRANO Duro ώστε να εξακριβωθούν τα παρατηρούμενα αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση τα αποτελέσματα κρίνονται ενθαρρυντικά για την εφαρμογή γεωργικών πρακτικών με φιλική προσέγγιση στο περιβάλλον χωρίς απώλειες κέρδους για τον παραγωγό.

ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΓΙΟΝΤΗ & ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ρ. ΤΑΓΙΑΚΑΣ

ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Π. ΤΣΙΧΙΤΑΣ & Χ. ΙΟΡΔΑΝΙΔΗΣ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ (ΕΛΚΕ) – BARILLA HELLAS CODE : 98489

Επιστημονικός Υπεύθυνος : Α. Μαυρομάτης – Α. Καθηγητής ΑΠΘ