

Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	7
3. ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΚΑΙ Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.	10
3.1. Τι είναι η «γεωργία ακριβείας»;.....	10
3.2. Ειδικότερες τεχνολογικές κατηγορίες	17
3.3 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία... ..	30
3.4. Μετρήσεις με δείκτες	31
3.5. Επεξεργασία εικόνας.....	36
3.6. ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ.....	37
3.7. U.A.V. (Unmanned Aerial Vehicles)....	40
4 . Είναι εφικτή η γεωργία ακριβείας στην Ελλάδα;	44
4.1. Προοπτικές γεωργίας ακριβείας στην Ελλάδα.....	48
4.2. Αξιοποίηση και συνδυασμός δεδομένων... ..	51
4.3. Υλοποιημένες εφαρμογές έξυπνης γεωργίας στην Ελλάδα.....	52
4.4. Υλοποιημένα προγράμματα της έξυπνης γεωργίας στην Ελλάδα... ..	64
4.5. Διεθνής υλοποιημένες εφαρμογές	65
4.6. Παράγοντες αλλαγής σε επίπεδο τεχνολογικής εξέλιξης και παραγωγικής διαδικασίας	70
5. Προϋποθέσεις διείσδυσης νέων τεχνολογιών... ..	79
5.1. ΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	93
5.2. Τάσεις και εξελίξεις στον αγροδιατροφικό τομέα.....	93
5.3. Η τεχνολογική αλλαγή ως μηχανισμός παραγωγικής και αναπτυξιακής μετάβασης	94
6. Συμπεράσματα και προτάσεις πολιτικής.....	103
Βιβλιογραφία... ..	119



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Δεν ήταν καθόλου εύκολο τα προηγούμενα χρόνια να φανταστεί ένας αγρότης πως θα μπορεί να ελέγχει εξ αποστάσεως το αγρόκτημά του. Σήμερα αυτό είναι πολύ απλό. Θα γίνει απόλυτα κατανοητός ο ορισμός και η χρησιμότητα της γεωργίας ακριβείας με όλα τα πλεονεκτήματα που διαθέτει. Βασικό της



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας μειονέκτημα αποτελεί το κόστος εφαρμογής της όμως το κέρδος που επιφέρει είναι πολύ μεγαλύτερο. Η έξυπνη γεωργία πλέον αποτελεί το μέλλον και καλό θα ήταν να ενημερωθούν όλοι οι ενδιαφερόμενοι για αυτή. Να ενημερωθούν για το κόστος της , για τη βοήθεια που θα τους επιφέρει , για την αύξηση της ποιότητας της παραγωγής και για την αύξηση της ποσότητας παραγωγής.

Στην Ελλάδα πριν λίγα χρόνια είχε αρχίσει να γίνεται γνωστή και οι αγρότες να είναι πρόθυμοι να ενημερωθούν για αυτή. Σήμερα ήδη υπάρχουν κάποιες εφαρμογές σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, και χρόνο με το χρόνο αυτές οι εφαρμογές θα αυξηθούν.

Σήμερα η τεχνολογία και η γεωργία έχουν ενώσει τις δυνάμεις τους για να δώσουν ένα νέο καινοτόμο τρόπο καλλιέργειας ο οποίος προσφέρει τη δυνατότητα στους παραγωγούς να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους.

Η γεωργία ακριβείας (Precision Agriculture) είναι ένα σύστημα διαχείρισης αγροτεμαχίων σύμφωνα με το οποίο μπορούν να εφαρμοστούν διαφορετικά επίπεδα εισροών σε περιοχές του αγρού ανάλογα με το δυναμικό παραγωγής και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (παραλλακτικότητα). Η γεωργία ακριβείας στοχεύει στην αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας, όσο και στην μείωση αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Αποτελεί μια νέα μέθοδο γεωργικής πρακτικής, η οποία χρησιμοποιεί πληροφορία με σαφήνεια προσδιορισμένη ως προς το χώρο και το χρόνο, προκειμένου να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα των εισροών και να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το επάγγελμα του γεωργού είναι ένα επάγγελμα που κατέχει ηγετική θέση στην Ελλάδα από τα αρχαία ακόμη χρόνια. Η Ελλάδα είναι μια χώρα με έντονο γεωγραφικό πλούτο άρα και με έντονο πλούτο παραγωγής προϊόντων. Το βασικότερο και σπουδαιότερο αγαθό που παράγει και εξάγει είναι το ελαιόλαδο, στη συνέχεια ακολουθούν λαχανικά και φρούτα.

Ο γεωργός έχει υποχρέωση να φροντίζει τον αγρό του με τη χρήση νερού, σπόρων, λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, με αυτόν τον τρόπο θα επιτύχει το καλύτερο αποτέλεσμα και την καλύτερη ποιότητα των προϊόντων που παράγει. Το πρόβλημα αρχίζει όταν τα έξοδα είναι πιο πολλά από τα έσοδα, όταν η μόλυνση του περιβάλλοντος αυξάνεται, όταν η παραγωγή μειώνεται ή όταν γίνεται άσκοπη σπατάλη των προαναφερθέντων.

Εδώ έρχεται να λάβει χώρα η μέθοδος της Γεωργίας Ακριβείας. Με τη μέθοδο αυτή ο σύγχρονος γεωργός μπορεί να χειρίζεται από απόσταση τους αγρούς του,



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας μπορεί να ελέγχει ανά πάσα ώρα και στιγμή την παραγωγή του, μπορεί να περιορίσει τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα, τα οποία θα δίνονται μόνο στα φυτά που το έχουν ανάγκη. Κάτι αντίστοιχο θα πραγματοποιηθεί και με το νερό και τους σπόρους. Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στην διερεύνηση όλων των σημείων του αγρού με σκοπό να καλύπτει τις ανάγκες που υπάρχουν τη δεδομένη χρονική στιγμή στο συγκεκριμένο φυτό.

Είναι μια νέα μέθοδος για την Ελλάδα, είναι όμως ήδη αρκετά διαδεδομένη σε πολλές άλλες χώρες αφού καλύπτει αποκλειστικά τις ανάγκες του κάθε φυτού στον αγρό, με αποφυγή της άσκοπης σπατάλης εισροών και ανάκτηση της καλύτερης παραγωγής, στον αγρό.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Το παρόν κείμενο έχει ως στόχο να παρουσιάσει τις βασικές πτυχές και διαστάσεις της έννοιας της «γεωργίας ακριβείας» και να αναδείξει ορισμένα βασικά ερωτήματα που περιλαμβάνουν το ρόλο της τεχνολογίας και ιδιαίτερα της «ψηφιοποίησης» στη σύγχρονη αγροτική παραγωγή, τους κινητήριους παράγοντες και τις αναμενόμενες δυνητικές επιδράσεις από την εισαγωγή νέων τεχνολογικών συντελεστών στην καλλιεργητική και παραγωγική διαδικασία αλλά και τα βασικά εμπόδια καθώς και τις βασικές προκλήσεις και προϋποθέσεις που τίθενται ως προς την υιοθέτηση και αποτελεσματική αξιοποίηση σύγχρονων συστημάτων. Επιπλέον, στο πλαίσιο του κείμενου επιχειρείται η ανάδειξη των βασικών συστατικών των σύγχρονων οικοσυστημάτων αγροτικής παραγωγής καθώς και των βασικών σημείων επικέντρωσης για τις νέες αναπτυξιακές αγροτικές πολιτικές.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας **2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**



Η χρήση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών, αισθητήρων, εξελιγμένων συστημάτων και εφαρμογών ανάλυσης και αξιοποίησης δεδομένων καθώς και ψηφιοποιημένων διαδικασιών επαναπροσδιορίζει ραγδαία τις καλλιεργητικές μεθόδους και τεχνικές, τις παραγωγικές διαδικασίες, τις αλυσίδες αξίας, τα συστήματα παραγωγών και τα υφιστάμενα επιχειρηματικά μοντέλα, με διαφοροποιημένο τρόπο σε μια σειρά από προϊόντα του αγροδιατροφικού τομέα. Στην παρούσα έρευνα, ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην αξιοποίηση νέων τεχνολογιών και νέων τεχνικών στο πεδίο της αγροτικής παραγωγής σε συνάρτηση με τις συνδεδεόμενες διεργασίες καθ' όλη την αγροδιατροφική αλυσίδα αξίας. Για τον σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε μια ποιοτική έρευνα που βασίστηκε σε εκτενή βιβλιογραφική επισκόπηση και έρευνα αρχείου, εξέταση πρωτογενών και δευτερογενών στοιχείων για τις εξελίξεις στον τομέα καθώς και ανοικτές ημι-δομημένες συνεντεύξεις με επικέντρωση σε ένα σύνολο θεματικών που κάλυψαν τις εξής διαστάσεις: i. υφιστάμενη κατάσταση παραγωγικής δραστηριότητας σε μια σειρά από υπόκλάδους και προϊόντα,

ii. βαθμός τεχνολογικής διείσδυσης και επίπεδο χρήσης προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών,



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

iii. βασικές ανάγκες σε επίπεδο υπο-κλάδων και προϊόντων,

iv. τάσεις και αναδυόμενες ανάγκες σε δεξιότητες,

v. θέματα χρηματοδότησης,

vi. ανασχετικοί παράγοντες, εμπόδια και προϋποθέσεις υιοθέτησης, vii. πιλοτικές εφαρμογές και πρωτοβουλίες,

viii. πολιτικές και αναγκαίες παρεμβάσεις.

Η παραπάνω δέσμη θεματικών εξειδικεύτηκε σε μια δεξαμενή ερωτήσεων που είχε ως στόχο να διερευνήσει πτυχές του τεχνολογικού και ψηφιακού μετασχηματισμού στα παραπάνω βασικά πεδία, με επικέντρωση στη χρήση νέων τεχνολογιών στη γεωργική παραγωγή και τις καλλιεργητικές πρακτικές, υπό το πρίσμα της «γεωργίας ακριβείας».



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Τα μέλη της ομάδας καλύπτουν το σύνολο των υπο-τμημάτων του σχετικού οικοσυστήματος, ήτοι υφιστάμενες μικρομεσαίες επιχειρήσεις και παραγωγικές μονάδες σε συγκεκριμένους τομείς (σ.σ. αμπέλου και οίνου, ελαιολάδου, μελισσοκομίας, καλλυντικών, κτηνοτροφίας, γαλακτοκομικών προϊόντων, οσπρίων και βοτάνων), τεχνολογικές επιχειρήσεις, ακαδημαϊκή/ερευνητική κοινότητα, φορείς πολιτικής σχετικούς φορείς υποστήριξης, εμπειρογνώμονες. Επιπροσθέτως, η σύνθεση της ομάδας είναι επίσης αντιπροσωπευτική ως προς την τεχνογνωσία και εμπειρία σε ένα ευρύ σύνολο προϊόντων του κλάδου τόσο σε επίπεδο μικρών παραγωγών αλλά και προϊόντων μεγαλύτερης κλίμακας παραγωγής, όσο και προϊόντων προσανατολισμένων σε εξειδικευμένες αγορές.



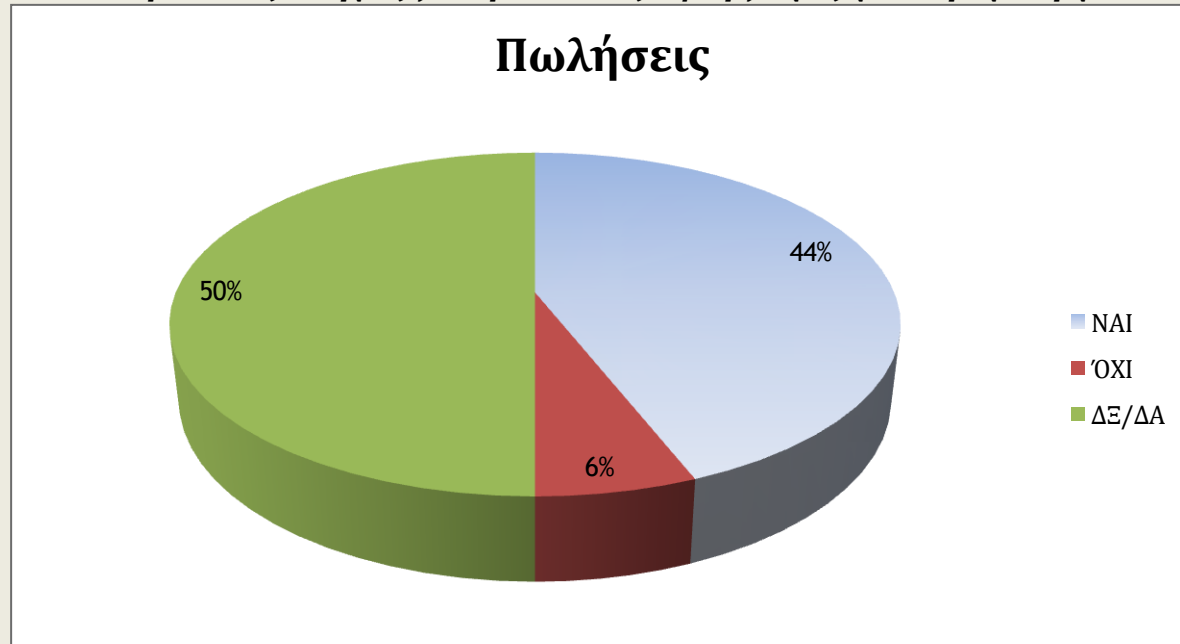
Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

3. ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΚΑΙ Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.1 Τι είναι η «γεωργία ακριβείας»; Οι έννοιες της «ψηφιοποίησης » και του «ψηφιακού μετασχηματισμού» επιχειρούν σήμερα να συνοψίσουν τη σύμπτωση ανάμεσα στην ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη προηγμένων ψηφιακών τεχνολογικών συντελεστών εντός μιας συν-ακολουθίας τεχνολογικών συστημάτων, προϊόντων και εφαρμογών και συγχρόνως, την εισαγωγή και υιοθέτηση τους -σε διαφοροποιημένο βαθμό και μορφή- επί παραγωγικών και οικονομικών δραστηριοτήτων. Η βιομηχανική παραγωγή και τα «ψηφιακά επιχειρηματικά μοντέλα» συνιστούν πρωταρχικά πεδία αξιοποίησης των αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών, δεν αποτελούν ωστόσο τα μοναδικά πεδία εφαρμογής των τεχνολογικών συστάδων και ακολουθιών της νέας «ψηφιακής εποχής».



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Διάγραμμα Γνώση της έννοιας «Γεωργία Ακριβείας»

Η λεγόμενη «γεωργία ακριβείας» (precision agriculture) ουσιαστικά συνιστά τη σύγκλιση ανάμεσα σε ένα μεγάλο μέρος αναδυόμενων τεχνολογικών ακολουθιών και την εφαρμογή τους σε επίπεδο αγροτικής παραγωγής. Ειδικότερα, ως «γεωργία ακριβείας» ορίζονται τα συστήματα διαχείρισης της χωρικής και χρονικής διαφοροποίησης των αγρών, με σκοπό τη βελτίωση της αποδοτικότητας των καλλιεργειών και τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη μη ορθολογική χρήση των εισροών. Για παράδειγμα, η ανάλυση δεδομένων και επεξεργασμένων στοιχείων (analytics) προσφέρει σήμερα τη δυνατότητα λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων επί τη βάσει αναγνωρισμένων παραγωγικών αναγκών. Παρομοίως, η χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων (big data) από διαφορετικές πηγές (π.χ. δορυφορικά δεδομένα, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους, μηχανική όραση και ψηφιακή καταγραφή κατάστασης καλλιεργειών) μπορεί να υποβοηθήσει την ακριβή παρακολούθηση εργασιών και δεδομένων στην αγροτική



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας παραγωγή και με τη σειρά του αυτό να αποβεί χρήσιμο ως προς την εξοικονόμηση σπόρων, λιπασμάτων και άρδευσης.

Η εκμηχάνιση της αγροτικής παραγωγής προσφέρει κατ' αρχάς σήμερα τη δυνατότητα βελτίωσης παραμέτρων της καλλιεργητικής διαδικασίας (π.χ. πότισμα, λίπανση, παρακολούθηση κατάστασης εδάφους), σε συνάρτηση με παράλληλους μετασχηματισμούς που επιτελούνται σε όλα τα στάδια της παραγωγής αλλά και των ευρύτερων αλυσίδων αξίας. Επιπλέον, η περαιτέρω εκμηχάνιση της αγροτικής παραγωγής θεωρητικά δημιουργεί, σταδιακά, τις προϋποθέσεις συνολικής μετάβασης σε μια ολοκληρωτικά νέα μορφή αγροτικού προϊόντος που βασίζεται πολύ περισσότερο σε ακριβή δεδομένα, αξιοποιεί ακριβέστερες μεθόδους και παραγωγικούς πόρους, λαμβάνοντας υπόψη την ανομοιομορφία των καλλιεργούμενων εδαφών, ενώ αντίστοιχα διεισδύει στη συστηματική παρακολούθηση και διαχείριση του ζωικού κεφαλαίου.

Συνεπώς, ως «γεωργία ακριβείας» προσδιορίζεται σήμερα η ολοκληρωμένη διαχείριση νέων τεχνολογιών και πληροφοριών από πολλαπλές πηγές (π.χ. σοδειά, έδαφος, κλιματολογικές συνθήκες) που παράγουν δεδομένα, αφορούν αποφάσεις που σχετίζονται με την παραγωγή και περιλαμβάνουν τη συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων και την εφαρμογή των σχετικών λύσεων μέσα από κατάλληλα εργαλεία (π.χ. υπολογιστές, λογισμικό, αισθητήρες).

Πιο αναλυτικά, η γεωργία ακριβείας αποτελεί μια νέα μέθοδο ολοκληρωμένης και ορθολογικής διαχείρισης της αγροτικής παραγωγής που βασίζεται στην προγραμματισμένη χρήση εισροών (π.χ. φυτοφάρμακα, λιπάσματα, νερό άρδευσης) και την προσαρμοσμένη αξιοποίηση καλλιεργητικών πρακτικών βάσει των επιμέρους αναγκών που εμφανίζει η εκάστοτε παραγωγική μονάδα. Οι κύριες επιδιώξεις υιοθέτησης τεχνικών γεωργίας ακριβείας περιλαμβάνουν τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών μέσω καλύτερης πληροφόρησης και στοχευμένων παρεμβάσεων,



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων μέσω της ορθολογικής χρήσης εισροών, εξοικονόμηση πόρων και συντελεστών (π.χ. ενέργεια, άρδευση) καθώς και προστασία περιβάλλοντος (π.χ. έδαφος, υδατικοί πόροι. Σύμφωνα με τις συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας, οι εισροές τροφοδοτούν την αγροτική παραγωγή χωρίς διαφοροποιήσεις στην κατανομή τους.

Η διαφορά της γεωργίας ακριβείας από τις καθιερωμένες μορφές παραγωγής είναι ότι συμπεριλαμβάνει τις διαφοροποιημένες εδαφολογικές ιδιότητες και τη γονιμότητα του εδάφους, την εδαφική υγρασία, τις ασθένειες καθώς και τα χαρακτηριστικά των φυτών, ενώ διαχειρίζεται τον αγρό σε μικρότερες περιοχές (διαχειριστικές ζώνες) που εμφανίζουν μια σχετική ομοιομορφία. Η γεωργία ακριβείας βασίζεται στην ανάλυση δεδομένων πραγματικού χρόνου για παράγοντες όπως κλιματολογικές συνθήκες, νερό, ποιότητα αέρα και ασθένειες (συχνά σε επίπεδο τετραγωνικής ίντσας).

Για τον σκοπό αυτό, αξιοποιούνται αισθητήρες σε όλη την κλίμακα παραγωγής που τροφοδοτούν με δεδομένα το υπολογιστικό νέφος και συνδυάζονται με δεδομένα από συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και δεδομένα κλιματολογικών συνθηκών. Βάσει αυτής της πληροφορίας, στοχευμένοι αλγόριθμοι δημιουργούν ακριβείς δέσμες οδηγιών σχετικά με τις απαιτούμενες ενέργειες. Στο πλαίσιο αυτό, φαίνεται ότι η γεωργία ακριβείας οδηγεί την αγροτική παραγωγή από τη βιομηχανική εποχή στη «ψηφιακή εποχή».

Οι γεωργικές τεχνολογίες ακριβείας αποτελούν ένα σύνολο τεχνολογικών συντελεστών και εφαρμογών που συντήκονται σε επίπεδο διαχείρισης της χωρικής και χρονικής διαφοροποίησης, με απώτερο στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσης και της ποιότητας, τη μείωση των εισροών και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
Ως εκ τούτου, η γεωργία ακριβείας αφορά στην στοχευμένη παρακολούθηση των παραγωγικών διεργασιών και παραμέτρων που συγκροτούν μια καλλιέργεια και την, κατά το δυνατόν, ταχύτερη και στοχευμένη εκτέλεση επιδιορθωτικών ενεργειών αποσκοπώντας στην αντιμετώπιση της εγγενούς αστάθειας των διαδικασιών παραγωγής αγροτικών προϊόντων.

Σε επίπεδο εργασιών, αυτές περιλαμβάνουν τη συνεχή συλλογή δεδομένων που οδηγούν σε παρατηρήσεις, αναλύσεις εδάφους και παραγωγής καθώς έπειτα και την επεξεργασία δεδομένων για την αναγνώριση πορισμάτων και κυρίως μοτίβων συμπεριφοράς των καλλιεργειών, ακόμη και σε επίπεδο μεμονωμένων φυτών ή συγκεκριμένων περιοχών καλλιέργειας. Για τον σκοπό αυτό, απαιτείται αξιοποίηση ειδικών εργαλείων και συστημάτων και σχεδιασμός μεθόδων μεταβλητών δόσεων ανάλογα με τις εξειδικευμένες ανάγκες που θα προκύπτουν από τα παρατηρούμενα αποτελέσματα (π.χ. μέτρηση εδαφικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, δεδομένα από αισθητήρες υγρασίας, ανάλυση δορυφορικών εικόνων) .

Συνεπώς, για τη διαμόρφωση ενός συστήματος βασισμένου στις αρχές της γεωργίας ακριβείας, απαιτείται μια σειρά τεχνολογικών εφαρμογών και λύσεων που περιλαμβάνουν τόσο διαστάσεις υλικού εξοπλισμού όσο και λογισμικού.

Ως προς τον εξοπλισμό, πολύ σημαντική παράμετρος, κατ' αρχάς, είναι η αξιοποίηση συστημάτων αισθητήρων ως προς την παρακολούθηση παραμέτρων που αφορούν τόσο τις μονάδες των καλλιεργειών (π.χ. μέτρηση ευρωστίας φυτών, υπολογισμός δεικτών βλάστησης κ.α.) όσο και τους εξωτερικούς παράγοντες , όπως υγρασία και ηλιοφάνεια. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα συστήματα αισθητήρων υπέρυθρης ακτινοβολίας για την καταγραφή της κατάστασης του φυλλώματος.

Παράλληλα, οι συμπληρωματικές ενότητες τεχνολογιών περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, συστήματα εντοπισμού θέσης, συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και συστήματα διαχείρισης χωρικών δεδομένων και συσχετιζόμενων ιδιοτήτων, συστήματα



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας μεταβλητών εφαρμογών που τοποθετούνται στα αγροτικά μηχανήματα και μεταβάλλουν την ποσότητα εφαρμογής των εισροών (νερό, σπόρο, λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.ά.). Επιπλέον, βασικά στοιχεία του αντίστοιχου εξοπλισμού είναι τα συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων (yield monitoring systems), συστήματα τηλεπισκόπησης για τη μελέτη των χαρακτηριστικών της εδαφικής επιφάνειας μέσω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αυτοματοποιημένα συστήματα πλοήγησης και μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (drones) ως προς την εναέρια παρακολούθηση των καλλιεργειών καθώς και αισθητήρες καλλιεργειών και εδάφους.

Αντίστοιχα, με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας αξιοποιούνται γεωγραφικοί χάρτες καλλιεργειών και παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο κάθε γεωργικής δραστηριότητας (π.χ. σπορά, συγκομιδή). Τα δεδομένα που προκύπτουν από τους χρησιμοποιούμενους αισθητήρες, μπορούν στη συνέχεια να επαναχρησιμοποιηθούν και να συνδυαστούν με δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις καιρικές συνθήκες, τις συνθήκες του εδάφους, τα λιπάσματα και τα χαρακτηριστικά καλλιέργειας, τη βελτιστοποίηση και την πρόβλεψη της γεωργικής παραγωγής. Η «αξιοποίηση δεδομένων για παραγωγικές χρήσεις» μπορεί να οδηγήσει πλέον σε σημαντικές βελτιώσεις ως προς το προϊόν και τις διαδικασίες -και επομένως την επέκταση σε νέες θεματικές ή γεωγραφικές αγορές- και είναι αναγνωρισμένη ως διακριτή κατηγορία: «καινοτομία βασισμένη στα δεδομένα».

Η αξιοποίηση των δεδομένων προϋποθέτει την εφαρμογή σύγχρονων λογισμικών εφαρμογών για το συνδυασμό δεδομένων από διαφορετικές πηγές (π.χ. προηγμένη επεξεργασία εικόνας), σύγχρονες εφαρμογές βαθιάς μάθησης (deep learning) και σε αρκετές περιπτώσεις, αξιοποίηση αντίστοιχων ρομποτικών συστημάτων για την αυτοματοποιημένη απόκριση σε ζητήματα διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών και συγκομιδής. Μέσα στα επόμενα χρόνια, η «ψηφιοποίηση της γεωργίας» θεωρείται ότι πρόκειται να μεταμορφώσει τον γεωργικό κλάδο σε αρκετές ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες οικονομίες.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Η ανάδυση των έξυπνων συσκευών και συστημάτων τροφοδοτεί αλλαγές που είναι δυνατόν να επιδράσουν στη διάρθρωση επιμέρους υπο-κλάδων και ευρύτερων αλυσίδων αξίας τροφίμων. Για παράδειγμα, οι «έξυπνες συσκευές» προσφέρουν σήμερα τη δυνατότητα κατασκευής και λειτουργίας προϊόντων (π.χ. αγροτικός εξοπλισμός, μηχανήματα) που διακρίνονται από δυνατότητες απομακρυσμένης παρακολούθησης της λειτουργικής κατάστασης και συμπεριφοράς σε πραγματικό χρόνο, άμεσης δυνατότητας αυτοματοποιημένου ελέγχου βάσει προκαθορισμένων αλγοριθμικών εντολών, δυνατότητες εξειδικευμένης βελτιστοποίησης χρήσης ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες ή ιδιαίτερες συνθήκες του πεδίου εφαρμογής καθώς και δυνατότητες αυτονομίας προϊόντων, ήτοι λήψης αποφάσεων και λειτουργικής συμπεριφοράς εξοπλισμού ανάλογα με τις προκύπτουσες ανάγκες.

Οι παραπάνω τεχνολογικές εξελίξεις τείνουν να μεταβάλλουν αφενός το συνολικό εύρος της παραγωγικής αλυσίδας αξίας, δημιουργώντας νέα πεδία εφαρμογής για άλλους τεχνολογικούς και παραγωγικούς τομείς (π.χ. αξιοποίηση blockchain για την έγκυρη παρακολούθηση της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων), αφετέρου προκαλούν και επιτρέπουν τη διαμόρφωση νέων επιχειρηματικών μοντέλων τόσο σε επίπεδο συνδεδεμένων κλάδων (π.χ. προμηθευτές, τεχνολογικές εταιρείες) όσο και αμιγώς σε επίπεδο αγροδιατροφής και αγροτικών εκμεταλλεύσεων. Συγχρόνως, η αξιοποίηση τεχνικών γεωργίας ακριβείας συσχετίζεται άμεσα με την αιεφόρο διαχείριση φυσικών πόρων, τη βιώσιμη παραγωγή τροφίμων και τη μείωση της χρήσης χημικών και της χρήσης γεωργικών μηχανημάτων και επομένως, δύναται να συμβάλλει στην παραγωγή ποιοτικών προϊόντων υψηλότερης διατροφικής αξίας. Η αξιοποίηση των νέων τεχνικών συνδέεται με την ορθολογική και αποτελεσματικότερη χρήση των χημικών εισροών και τη μείωση των εισροών κατανάλωσης ενέργειας, συνεισφέροντας παράλληλα στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την προστασία του εδάφους και των υδατικών πόρων.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

3.2. Ειδικότερες τεχνολογικές κατηγορίες

Σε ό,τι αφορά την Ελλάδα, η γεωργία είναι ένας από τους βασικούς πυλώνες της οικονομίας, αντιπροσωπεύοντας το 4% του ΑΕΠ της χώρας και το ένα τρίτο των συνολικών εξαγωγών. Το 11% της καλλιεργήσιμης έκτασης είναι βιολογικό (9ο στην Ε.Ε.), ενώ από τους συνολικά 709.500 αγρότες μόλις το 5,2% είναι κάτω 35 ετών.

Σε αντίθεση με άλλα κράτη της Ε.Ε., η εγχώρια παραγωγικότητα της γης έχει υποχωρήσει. Σε σύγκριση με την Ε.Ε., η προστιθέμενη αξία ανά εργαζόμενο είναι επίσης σχετικά χαμηλή. Σε όρους μεταποίησης, η βιομηχανία αποτελείται κυρίως από μικρό έως μεσαίο μέγεθος επιχειρήσεις, συχνά με περιορισμένο κεφάλαιο και ανεπαρκής υποδομή, αδυνατώντας να δημιουργήσει οικονομίες κλίμακος.

Για την ελληνική αγροτική παραγωγή, η δημιουργία της σωστής ισορροπίας μεταξύ των παραδοσιακών πρακτικών και των νέων τεχνολογιών μπορεί να δημιουργήσει μακροπρόθεσμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Οι επενδύσεις στην τεχνολογία μπορούν να αποφέρουν πολλαπλά οφέλη για όσους προχωρήσουν σε αυτές άμεσα.

Οι εξελίξεις στην τεχνητή νοημοσύνη, το Internet of Things, το blockchain και άλλες ψηφιακές τεχνολογίες αξιοποιούνται πλέον στην αγροτική παραγωγή, αλλά και στο σύνολο της αλυσίδας αξίας, παρέχοντας λύσεις για την αντιμετώπιση σειράς προκλήσεων όπως η έλλειψη εργατικού δυναμικού, η ακρίβεια πρόβλεψης, η μείωση της σπατάλης και η διαχείριση του συνόλου της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ενδεικτικά, η χρήση συστημάτων γεωργίας ακριβείας, ρομποτικής και drones αυξάνει την παραγωγή και βελτιστοποιεί τη χρήση των πόρων, ενώ ταυτόχρονα μειώνει τη σπατάλη και εξασφαλίζει την ιχνηλασιμότητα και την ποιότητα των τροφίμων.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Οι βασικές τεχνολογίες που λειτουργούν ως καταλύτης στην επανάσταση της τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence – AI) στη γεωργία είναι:

- **Ρομποτική / drones:** Οι εξελίξεις στην πλοήγηση και την αναγνώριση, καθώς και η μείωση του κόστους επέτρεψαν τη χρήση των ρομπότ για σχετικά πολύπλοκες εργασίες, όπως ο ψεκασμός και το ξεχορτάρισμα, η συγκομιδή φρούτων και καρπών με κέλυφος και η παρακολούθηση των καλλιεργειών. Τα ρομπότ γίνονται φθηνότερα και ευκολότερα στη χρήση, διευκολύνοντας έτσι την εισαγωγή τους σε ένα ευρύ φάσμα γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Η χρήση drones που αξιοποιούν τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη λύση έως το 2023.
- **Αισθητήρες:** Η κάλυψη και η πολυπλοκότητα των αισθητήρων για γεωργικές εφαρμογές αυξάνονται συνεχώς, με ταυτόχρονη μείωση του κόστους του εξοπλισμού, της εγκατάστασης και της συντήρησης. Παράγοντες όπως τα επίπεδα υγρασίας, το φως του ήλιου, η ταχύτητα του ανέμου και άλλα μετριοούνται ήδη συστηματικά.
- **Cloud computing:** Η μείωση του κόστους πρόσβασης σε ισχυρά data centers επέτρεψε στους παραγωγούς να συλλέγουν, να αποθηκεύουν και να αναλύουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων χωρίς την ανάγκη κατασκευής και συντήρησης δαπανηρών mainframes. Αυτές οι δυνατότητες ενισχύονται περαιτέρω μέσω της συνδεσιμότητας.
- **Blockchain:** Η εκτεταμένη χρήση του παγκοσμίου ιστού, σε συνδυασμό με την απαραίτητη υποδομή και τις δυνατότητες κρυπτογράφησης, επιτρέπουν την καταγραφή και την ανταλλαγή πληροφοριών με ασφάλεια και διαφάνεια, με πλεονεκτήματα για την αλυσίδα εφοδιασμού.

Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν μια εκτεταμένη συλλογή δεδομένων, τα οποία -μέσω γεωργίας ακριβείας- επιτρέπουν στους αγρότες να μεγιστοποιούν τις αποδόσεις με ελάχιστους πόρους, μειώνοντας ταυτόχρονα τις συνολικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Η γεωργία ακριβείας περιλαμβάνει πλέον μια ακολουθία τεχνολογικών εφαρμογών που εκτείνονται σε όλη την αλυσίδα παραγωγικών δραστηριοτήτων και παραμέτρων της αγροτικής παραγωγής, συμβάλλοντας στη διαφοροποιημένη χρήση εισροών, τη διαφοροποίηση συγκομιδής και τη βέλτιστη αξιοποίηση των χρησιμοποιούμενων πόρων και παραγωγικών συντελεστών.

Η τεχνολογία και τα μέσα που χρησιμοποιεί η Γεωργία Ακριβείας είναι:

A) Παγκόσμια Συστήματα Καθορισμού/Εντοπισμού Θέσης (GPS)

Τα συστήματα αυτά αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για στρατιωτικούς σκοπούς αργότερα όμως επεκτάθηκαν και σε άλλους τομείς. Παρέχουν 24ωρη κάλυψη και εντοπισμό θέσης με υψηλή ακρίβεια στον τρισδιάστατο χώρο και στη μετατόπιση του χρόνου. 24 δορυφόροι κινούνται γύρω από γη και στέλνουν διαρκώς ραδιοσήματα στην επιφάνειά της τα οποία λαμβάνονται από ειδικά όργανα (ραδιολήπτες ή πομποδέκτες). Οι ραδιολήπτες επεξεργάζονται τα στοιχεία και παρέχουν πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης του.

Τα συγκεκριμένα αυτά συστήματα καταγράφουν το χωράφι χρησιμοποιώντας γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό πλάτος και μήκος) και εντοπίζουν και πλοηγούν γεωργικά οχήματα μέσα σε ένα χωράφι με ακρίβεια 2 εκατοστών.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Β) Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών είναι συστήματα διαχείρισης χωρικών δεδομένων και συσχετιζόμενων ιδιοτήτων. Συλλέγουν, διαχειρίζονται και αναλύουν δεδομένα για συγκεκριμένες γεωγραφικές θέσεις με τη βοήθεια λογισμικού. Παρέχουν ένα διαδραστικό χάρτη-πίνακα δεδομένων για μια γεωγραφική θέση (θεματικός χάρτης) που μπορεί να αφορά το υψόμετρο, την κλίση, την ετήσια ποσότητα βροχόπτωσης, τη μέση θερμοκρασία και υγρασία, τις αγροτικές καλλιέργειες, τα θρεπτικά στοιχεία, την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους κ.ά. Με τη βοήθεια των συστημάτων αυτών ο παραγωγός μπορεί να παρακολουθεί την παραγωγή και να τηρεί αρχείο των εισροών και των αποτελεσμάτων τους σε μια χωρική σειρά.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Γ) Συστήματα μεταβλητών εφαρμογών (VRA ή VRT)

Τα συστήματα μεταβλητών εφαρμογών είναι συστήματα γεωργικής μηχανικής που τοποθετούνται στα αγροτικά μηχανήματα και μεταβάλουν την ποσότητα εφαρμογής των εισροών (νερό, σπόρο, λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.ά.) ή/και αλλάζουν το είδος των εισροών (ποικιλία σπόρου, είδος λιπάσματος) την ίδια στιγμή που εφαρμόζουν τις εισροές, σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε σημείου του χωραφιού στο οποίο βρίσκονται. Η μεταβολή της εφαρμογής των εισροών βασίζεται σε τεχνικές χαρτογράφησης ή σε αισθητήρες.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Δ) Συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων (Yield Monitoring System)

Τα συστήματα παρακολούθησης των αποδόσεων είναι συστήματα για τη μέτρηση και καταγραφή της απόδοσης μιας καλλιέργειας κατά τη συγκομιδή. Τα στοιχεία που λαμβάνονται, σε συνδυασμό με τα συστήματα καταγραφής της ακριβούς θέσης (GPS) και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS), μπορούν να χαρτογραφηθούν δίνοντας σημαντικές πληροφορίες για την απόδοση των τμημάτων του χωραφιού ανάλογα με τη θέση (χάρτης παραγωγής). Τα συστήματα παρακολούθησης των αποδόσεων αποτελούνται από αισθητήρες, ένα δέκτη GPS και μια κονσόλα διαχείρισης/υπολογιστή.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

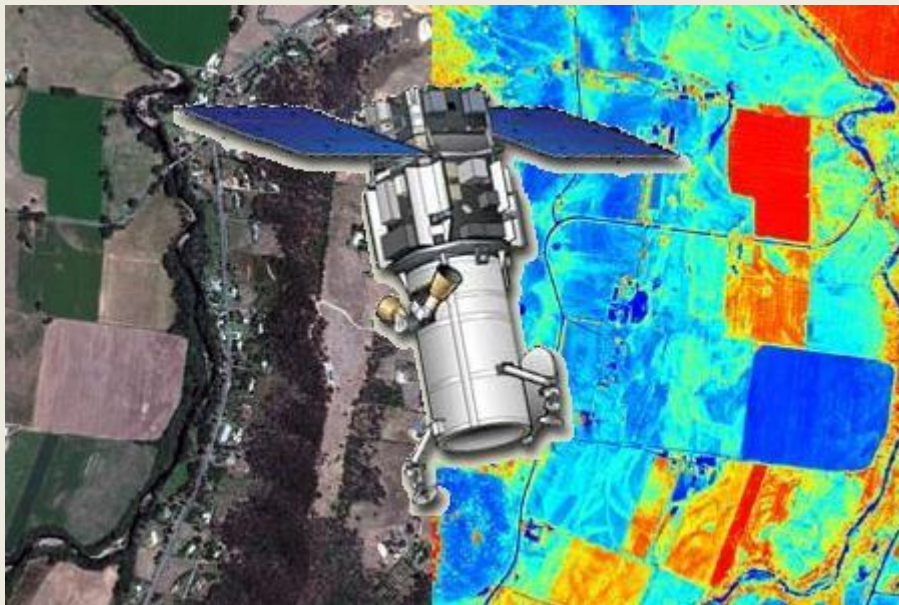


Ε) Τηλεπισκόπηση

Είναι η επιστήμη που παρατηρεί και μελετά τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας της γης από απόσταση με τη βοήθεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Για παράδειγμα μπορεί να καταγράψει, με εναέρια ή και δορυφορικά μέσα, το πώς η βλάστηση αντανακλά τα διάφορα μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο κάθε αγρότης μπορεί να λάβει χρήσιμες πληροφορίες από ψηφιακές εικόνες που έχουν ληφθεί με την



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
χρήση τηλεπισκόπησης, για τις καλλιέργειές του, την κατάσταση της υγείας των φυτών και τον τρόπο που θα αντιμετωπίσει τυχόν προβλήματα. Στόχος είναι να αποτυπωθεί με τον τρόπο αυτό η χωρική παραλλακτικότητα του αγρού, έτσι ώστε οι καλλιεργητικές πρακτικές και εισροές (λίπανση, φυτοπροστασία, άρδευση, συγκομιδή) να γίνονται εντοπισμένα. Όταν τα δεδομένα αυτά οργανωθούν σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) μαζί με άλλους τύπους δεδομένων, έχουμε ένα σημαντικό εργαλείο που βοηθά στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις καλλιέργειες και τις γεωργικές στρατηγικές.



Οι αισθητήρες της τηλεπισκόπησης στην έξυπνη γεωργία χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τους ενεργούς αισθητήρες και τους παθητικούς αισθητήρες. Οι ενεργοί αισθητήρες εκπέμπουν ακτινοβολία για να πραγματοποιήσουν τις μετρήσεις τους ενώ οι παθητικοί αισθητήρες χρησιμοποιούν την υπάρχουσα ακτινοβολία από τον ήλιο για να πραγματοποιήσουν τις μετρήσεις τους. Το πρόβλημα με τους παθητικούς αισθητήρες όμως είναι ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας ή συνθήκες συννεφιασμένων ημερών δεν μπορούν να πάρουν σωστές μετρήσεις. Αντίστοιχα όμως και στους ενεργούς αισθητήρες η εκπεμπόμενη



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
ακτινοβολία μπορεί να επηρεαστεί από άλλες ακτινοβολίες. Παρακάτω αναφέρονται συστήματα αισθητήρων που υπάγονται στις δύο κατηγορίες :

Ενεργοί αισθητήρες

Radar (Radio Detection and Ranging): χρησιμοποιεί έναν πομπό είτε σε ραδιοσυχνότητες είτε σε συχνότητες μικροκυμάτων για να εκπέμπονται παλμοί ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και ένα δέκτη για τη μέτρηση του χρόνου άφιξης της ανακλώμενης ακτινοβολίας.

Scatterometer: ορίζεται ως ένα υψηλής συχνότητας Radar μικροκυμάτων που είναι σχεδιασμένο ειδικά για τη μέτρηση της ακτινοβολίας. Οι μετρήσεις του μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία χαρτών ταχύτητας του ανέμου επιφάνειας και κατεύθυνσης.

Lidar (Light Detection and Ranging): με τη χρήση ενός laser ενίσχυσης φωτός μεταδίδει έναν παλμό φωτός και ένα δέκτη με ευαίσθητους ανιχνευτές για τη μέτρηση της ανακλώμενης ακτινοβολίας του φωτός.

Laser υψομέτρου: πρόκειται για ένα laser υψομετρητή, είναι ικανό να μετρήσει το ύψος του μέσου πάνω από την επιφάνεια της γης και με αυτό τον τρόπο να προσδιορίσει την τοπογραφία της υποκείμενης επιφάνειας.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Παθητικοί αισθητήρες

Ραδιόμετρο: είναι ένα όργανο που μετρά ποσοτικά την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κάποια ζώνη μηκών κύματος στο φάσμα.

Φασματικές κάμερες: είναι κάμερες που έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν λήψη εικόνας σε διαφορετικά μήκη κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Διακρίνονται σε πολυφασματικές, υπερφασματικές και ultra-φασματικές ανάλογα με την διακριτική ικανότητα των μηκών κύματος που διαθέτουν.

Φωτογραφικό ραδιόμετρο: είναι ένα ραδιόμετρο που παρέχει μια δισδιάστατη συστοιχία πίξελ μέσω των οποίων παράγεται η εικόνα.

Φασματομέτρο: είναι μια διάταξη που έχει σχεδιαστεί για την ανίχνευση , την μέτρηση και την ανάλυση σε φασματικό περιεχόμενο της προσπίπτουσας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Φασματοραδιόμετρο: είμαι ένα ραδιόμετρο ικανό να μετρήσει την ένταση της ακτινοβολίας σε πολλαπλές ζώνες μήκους κύματος.

Στ) Αισθητήρες καλλιεργειών και εδάφους

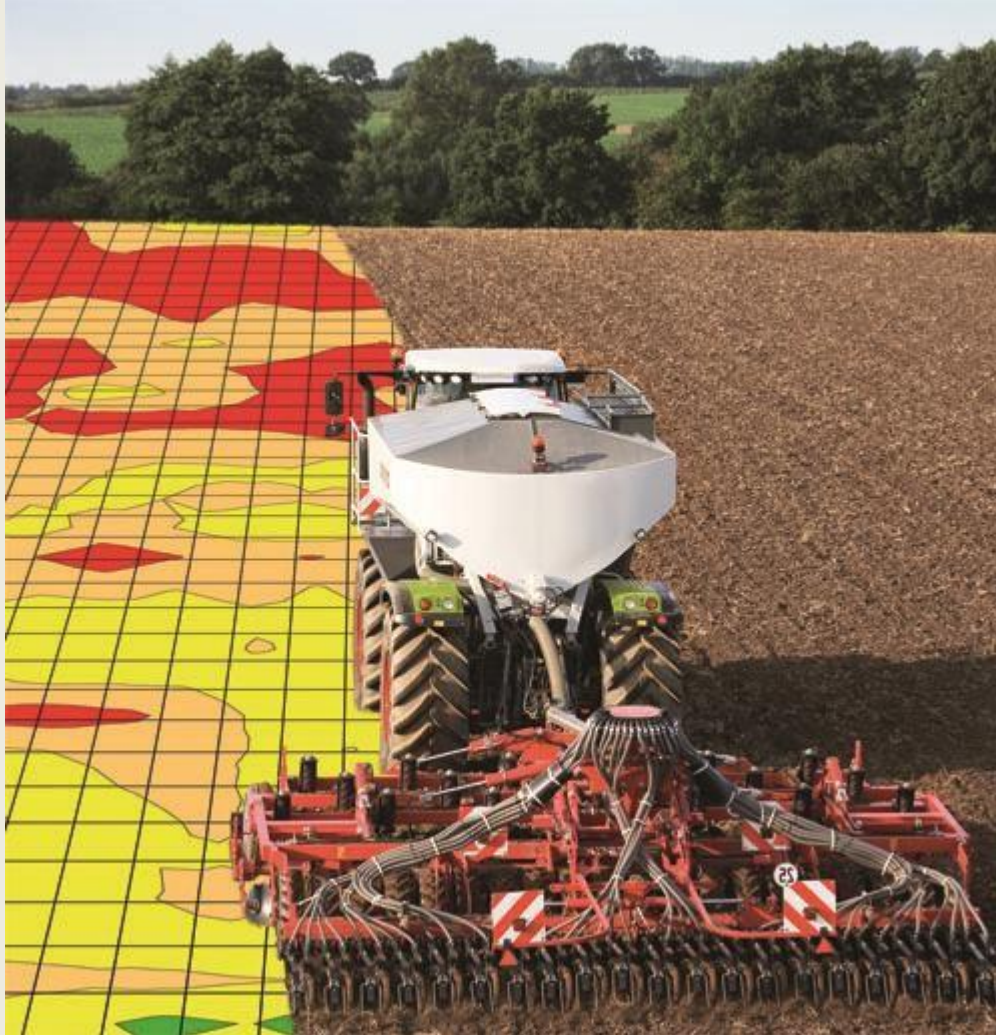
Οι αισθητήρες είναι μηχανισμοί αυτόματης δειγματοληψίας και ταχείας μέτρησης. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες αισθητήρων όπως σοδειάς, αγρού, εδάφους, φυτών, ζιζανίων ή προσβολών. Οι ειδικοί αισθητήρες τοποθετούνται στα χωράφια και



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
συλλέγουν πληροφορίες για θερμοκρασία, υγρασία, καιρικές συνθήκες, ασθένειες κ.ά. Με τη χρήση τέτοιων αισθητήρων κάθε παραγωγός μπορεί να έχει άμεση πρόσβαση σε μια σειρά κρίσιμων για τον αγρό πληροφοριών που σχετίζονται με την φυσιολογική ανάπτυξη και τις ανάγκες της καλλιέργειάς του.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Z) Αυτοματοποιημένα συστήματα πλοήγησης

Ικανότητα ανάληψης ειδικών οδηγικών καθηκόντων όπως αυτόματη πλοήγηση, αυτόματη στροφή του τρακτέρ στο τέλος του χωραφιού, αυτόματη πορεία στα όρια του χωραφιού κ.α. Αυτές οι τεχνολογίες ελαχιστοποιούν την πιθανότητα του ανθρώπινου λάθους και αποτελούν το κλειδί για την αποτελεσματική διαχείριση των χωραφιών.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

- Τα υποβοηθούμενα συστήματα πλοήγησης δείχνουν στους οδηγούς την πορεία τους μέσα στο χωράφι με τη βοήθεια των συστημάτων δορυφορικής πλοήγησης, όπως τα GPS. Αυτό δίνει τη δυνατότητα οδήγησης με μεγαλύτερη ακρίβεια.
- Τα αυτοματοποιημένα συστήματα πλοήγησης αναλαμβάνουν τον πλήρη έλεγχο του τιμονιού που επιτρέπει στον οδηγό να πάρει τα χέρια από το τιμόνι ώστε να μπορεί με μεγαλύτερη ευκολία να ελέγχει τον υπόλοιπο εξοπλισμό.
- Έξυπνα συστήματα καθοδήγησης παρέχουν διαφορετικά πρότυπα πλοήγησης εξαρτώμενα από το σχήμα του χωραφιού τα οποία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τα προαναφερθέντα συστήματα.



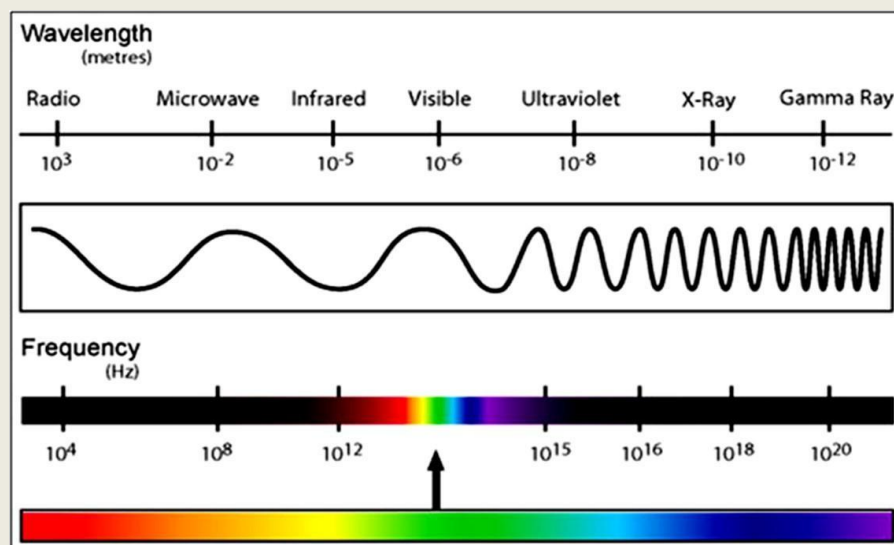
Η υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών ανοίγει νέους δρόμους στη γεωργία. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας η ψηφιακή απεικόνιση ενός χάρτη αναφοράς μετατρέπεται σε ένα χρήσιμο εργαλείο παροχής πληροφοριών για τη βέλτιστη διαχείριση της γεωργικής εκμετάλλευσης και τον ακριβή προσδιορισμό των άριστων οικονομικά επιπέδων της παραγωγής.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

3.3. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Λόγο του ότι το ανθρώπινο μάτι μπορεί να ευαισθητοποιηθεί μόνο σε ένα πολύ μικρό μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 350-700nm τα διάφορα φαινόμενα που συμβαίνουν στο περιβάλλον δεν γίνονται άμεσα αντιληπτά. Παρακάτω φαίνεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με διάφορα φάσματα :



Εικόνα : Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με
διάφορα φάσματα(Πηγή :
zebu.uoregon.edu)

Η ακτινοβολία μπορεί να είναι είτε διερχόμενη είτε απορροφούμενη είτε εκπεμπόμενη είτε ανακλώμενη. Η διερχόμενη ακτινοβολία είναι η ακτινοβολία που διέρχεται



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας διαμέσου κάποιου υλικού. Η απορροφούμενη είναι η ακτινοβολία που μπορεί να απορροφηθεί από ένα υλικό και να αποδώσει την ενέργεια της. Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία εκπέμπεται από ένα υλικό σαν αποτέλεσμα της δομής του. Και τέλος η ανακλώμενη ακτινοβολία εκφράζει την προσπίπτουσα ακτινοβολία που ανακλάται από την επιφάνεια του υλικού με γωνία ανάκλασης ίση και αντίθετη με τη γωνία πρόσπτωσης.

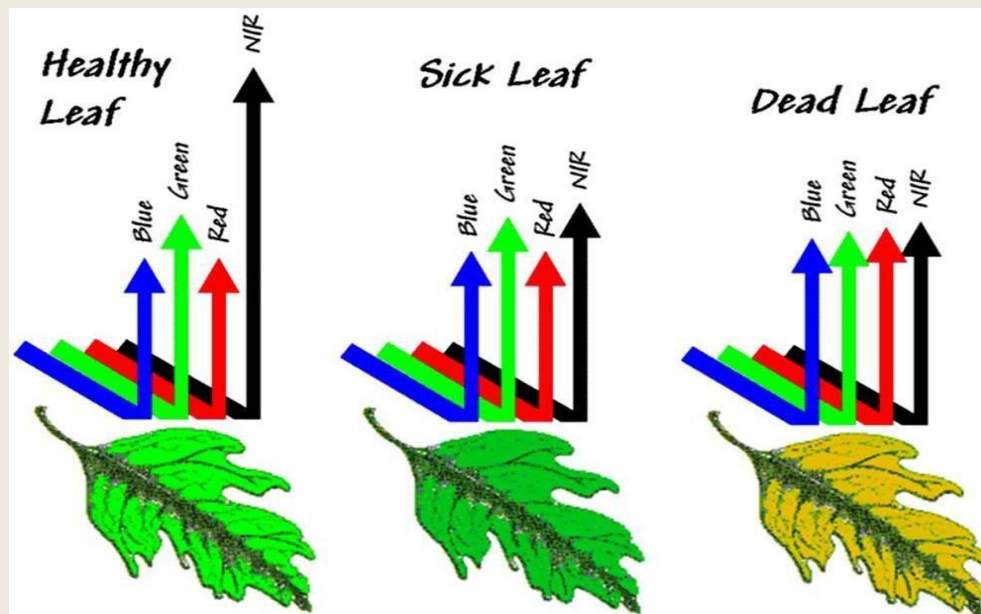
3.4. Μετρήσεις με δείκτες

Δεδομένου ότι κάθε αντικείμενο έχει διαφορετική αλληλεπίδραση με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι εύκολη η διάκριση μεταξύ τους. Η διάκριση αυτή ονομάζεται φασματική υπογραφή του αντικειμένου. Πιο αναλυτικά η φασματική υπογραφή ορίζεται ως η ακτινοβολία που αντανακλάται από μια επιφάνεια στα διάφορα μήκη κύματος.

Οι μετρήσεις στην τηλεπισκόπηση μπορούν να γίνουν με διάφορα όργανα όπως ένα φασματόμετρο παραδείγματος χάριν, παρόλα αυτά όμως η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι ο χωρισμός του πράσινου, του κόκκινου, του μπλε και του κοντινού υπέρυθρου μέρους του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας όπως αποτυπώνεται από τις ψηφιακές κάμερες. Ωστόσο οι ακριβέστερες μερίσεις γίνονται με τη χρήση δεικτών. Ορισμένοι δείκτες μπορούν να οριστούν από διάφορους συνδυασμούς φασματικών πληροφοριών. Για παράδειγμα οι δείκτες που αναφέρονται στη βλάστηση ονομάζονται δείκτες και αποτελούν το μέτρο εκτίμησης της υγιούς βλάστησης. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και η διαφοροποίηση ενός υγιούς φύλλου από ένα άρρωστο και από ένα νεκρό. Η παραγόμενη τιμή είναι αυτή που προδίδει για την ποσότητα της υγιούς βλάστησης



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Εικόνα : Απορρόφηση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας φύλλου(Πηγή : innovativegis.com/basis/pfprimer/topic7/topic7.html)

Ανάλυση αποτελεσματικής ροής εργασιών με τη χρήση Drone

Πρώτο βήμα : Χαρτογράφηση.

Σε αυτό το βήμα γίνεται η επιλογή κάμερας (RGB, NIR, RE, MultiSpec, Thermal) στη συνέχεια πραγματοποιείται σχεδιασμός και οργάνωση πτήσης, εκτέλεση πτήσης και τέλος η εισαγωγή δεδομένων για επεξεργασία.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Δεύτερο βήμα : Ανάλυση και εντοπισμός hotspots. Αφού πρώτα γίνει μια γρήγορη επεξεργασία στο πεδίο που θα διαρκέσει γύρω στα δέκα πέντε λεπτά ξεκινάει η παραγωγή δείκτη NDVI που με κατάλληλες μετρήσεις εντοπίζει περιοχές προς διερεύνηση, φασματικές ανωμαλίες υψηλής ανάκλασης αλλά και χαμηλής ανάκλασης.

Τρίτο βήμα : Επιτόπια έρευνα και παρατήρηση. Σε αυτό το βήμα πραγματοποιείται το ανέβασμα δεδομένων σε κινητό smartphone με τη χρήση δωρεάν εφαρμογών. Στη συνέχεια γίνεται πλοήγηση με τη χρήση του GPS της συσκευής και εντοπισμός των κατάλληλων περιοχών. Τέλος γίνεται η παρατήρηση της κατάστασης των φυτών με τη λήψη φωτογραφιών από το έδαφος αλλά και με τη συλλογή δειγμάτων.

Τέταρτο βήμα : Αξιολόγηση και Εκτίμηση. Σε αυτό το σημείο ο αγρότης καλεί το συνεργαζόμενο γεωπόνο για να αξιολογήσει το πρόβλημα, να εκτιμήσει τη σοβαρότητα της κατάστασης αλλά και για να οργανώσει ένα πλάνο δράσης με στόχο την ανίχνευση του προβλήματος.

Πέμπτο βήμα : Συσχέτιση ευρημάτων και οργάνωση σχεδίου δράσης. Η συσχέτιση των παρατηρήσεων στο πεδίο με τους παραγόμενους δείκτες , η παραγωγή νέων χαρτών με ταξινόμηση βάσει ευρημάτων , η ζωνοποίηση της περιοχής αλλά και η οργάνωση σχεδίου δράσης (λιπάσματα, φυτοφάρμακα κτλ.) ολοκληρώνουν το βήμα αυτό.

Έκτο βήμα : Εκτέλεση σχεδίου δράσης. Σε αυτό το βήμα γίνεται η εφαρμογή του σχεδίου δράσης λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως η χωρική έκταση και η ένταση των φαινομένων ενώ σαν τελευταία ενέργεια γίνεται ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας και αξιολόγηση.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Λύσεις που προσφέρουν τα drones στην έξυπνη γεωργία Ανάλυση Εδάφους:

Τα drones μπορεί να αποδειχθούν ζωτικής σημασίας από την αρχή του κύκλου ζωής κάθε καλλιέργειας. Παράγουν ακριβέστατους δισδιάστατους και τρισδιάστατους χάρτες βοηθώντας στην οργάνωση των δειγματοληψιών του εδάφους αλλά και στον σχεδιασμό της σποράς ή της μεταφύτευσης. Μετά την φύτευση, μόνο μια σάρωση της καλλιέργειας από drones μπορεί να αποδώσει άμεσα και χρηστικά δεδομένα τόσο για την αποδοτικότητα της φύτευσης όσο και για τον περαιτέρω σχεδιασμό της άρδευσης και της λίπανσης αυτής. Φύτευση: Υπάρχουν ήδη εταιρείες που έχουν αναπτύξει καινοτόμους τρόπους φύτευσης που επιτυγχάνουν αύξηση της αποδοτικότητας της φύτευσης μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος της. Χρησιμοποιώντας ρομποτικά οχήματα, τα οποία αξιοποιούν τους χάρτες που παράγουν τα drones, φυτεύουν κάθε σπόρο στην βέλτιστη θέση παρέχοντάς του ταυτόχρονα και όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για να διατηρηθεί στη ζωή. Ψεκασμοί: Η χρήση συστημάτων ακριβείας για την μέτρηση αποστάσεων επιτρέπει στα Drones να ακολουθούν την μορφολογία του εδάφους, κρατώντας το ύψος τους σταθερό. Έτσι χρησιμοποιώντας δισδιάστατους χάρτες, που το ίδιο ή άλλο drone έχει δημιουργήσει με την μέθοδο της τηλεπισκόπησης, μπορεί να ψεκάζει χωρικά την κατάλληλη ποσότητα ζιζανιοκτόνου, ρυθμίζοντας τόσο το ύψος του αλλά και την ποσότητα που ψεκάζει ανάλογα με το που βρίσκεται στην καλλιέργεια. Το αποτέλεσμα: αυξημένη απόδοση κάθε ψεκασμού με ταυτόχρονη μείωση τόσο στην ποσότητα των ζιζανιοκτόνων που ψεκάζονται στο περιβάλλον όσο και στο κόστος κάθε αγρότη. Μάλιστα, ειδικοί μελετητές διατείνονται ότι ο εναέριος ψεκασμός με την χρήση drones είναι ως πέντε φορές αποτελεσματικότερος σε σχέση με τα ως τώρα χρησιμοποιούμενα μέσα.

Παρακολούθηση καλλιεργειών: Η έλλειψη μέσων παρακολούθησης της καλλιέργειας δημιουργεί ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια στην αύξηση της παραγωγικότητας. Οι δυσκολίες αυξάνονται από την συνεχώς επιδεινούμενη μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών, οι οποίες αλλοιώνουν το μικρόκλιμα και αυξάνουν το ρίσκο και το κόστος



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας της αγροτικής παραγωγής. Μέχρι τώρα μόνο η δορυφορική απεικόνιση μας έδινε τον μοναδικό τρόπο τηλεπισκόπησης των καλλιεργειών μας. Αλλά υπάρχουν πολλές δυσχέρειες στη χρήση των δορυφόρων – οι εικόνες πρέπει να ζητηθούν πολύ νωρίτερα, μπορούν να τραβηχτούν μόνο μια φορά την ημέρα, η ανάλυση τους είναι πολύ χαμηλή για να αποδειχθούν χρήσιμες και η ατμοσφαιρικές παρεμβολές μεταβάλλουν τα δεδομένα σε κάθε λήψη. Επιπρόσθετα, οι δορυφορικές υπηρεσίες είναι πολύ ακριβές και δεν είναι παντού διαθέσιμες. Ένα από τα κύρια πεδία εφαρμογής των drones αυτή την στιγμή στην Γεωργία βρίσκεται στο πεδίο της παρακολούθησης των καλλιεργειών, καθώς τα δεδομένα που μας δίνουν τα drones ενεργοποιούν τη δυνατότητα εφαρμογής πρακτικών της Γεωργίας Ακριβείας και πρώτη φορά στην ιστορία υπάρχει τρόπος προληπτικής αντιμετώπισης ασθενειών και ελλείψεων στις καλλιέργειές μας. Άρδευση: Ειδικά drones με ενσωματωμένους οπτικούς, πολυφασματικούς ή θερμικούς αισθητήρες μπορούν να εντοπίσουν με ακρίβεια εκατοστού ποια τμήματα μιας καλλιέργειας χρειάζονται περισσότερο νερό αλλά και να παράξουν εξειδικευμένους χάρτες υψομετρικών διαφορών και μορφολογίας του εδάφους που μας βοηθούν να σχεδιάσουμε αποτελεσματικότερα την άρδευση κάθε μιας καλλιέργειας ξεχωριστά. Ακόμα και καθώς αναπτύσσεται η καλλιέργεια 44 η δυνατότητα υπολογισμού εξειδικευμένων δεικτών βλάστησης που απεικονίζουν τόσο την βιομάζα όσο και την υγεία της καλλιέργειας, μας επιτρέπουν να εξάγουμε και εμμέσως συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα της άρδευσης και να επέμβουμε όπου χρειάζεται. Εκτίμηση Υγείας: Είναι ζωτικής σημασίας να έχουμε την δυνατότητα να αξιολογήσουμε κάθε στιγμή την υγεία της καλλιέργειας μας και να εντοπίσουμε όσο το δυνατόν νωρίτερα τυχόν ασθένειες. Σαρώνοντας με drones μια καλλιέργεια χρησιμοποιώντας συσκευές που λειτουργούν συλλαμβάνοντας το οπτικό και το υπέρυθρο φάσμα του φωτός, μπορούμε να δούμε ποια φυτά ανακλούν διαφορετικές ποσότητες κόκκινου, πράσινου και κυρίως υπέρυθρου φωτός. Αυτά τα δεδομένα μετά από κατάλληλη επεξεργασία δημιουργούν πολυφασματικές απεικονίσεις που αποτυπώνουν τις αλλαγές στη βιομάζα των φυτών και την υγεία τους. Μία μόνο έγκαιρη παρέμβαση με βάση αυτά τα δεδομένα είναι ικανή να σώσει ολόκληρες καλλιέργειες. Ακόμα, αν ανιχνευθεί μια



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
ασθένεια, οι παραγωγοί μπορούν να ψεκάσουν στοχευμένα και να παρακολουθήσουν την πορεία της παρέμβασής τους με ανεπανάληπτη ακρίβεια. Αυτές οι καινοτόμες εφαρμογές ανοίγουν καινούργιους ορίζοντες στην διαχείριση των καλλιεργειών, στην πληροφόρηση και λήψη αποφάσεων και παρεμβάσεων και τέλος στην οργάνωση της αγροτικής παραγωγής. Ακόμα και στην περίπτωση που υπάρξουν απώλειες, ο παραγωγός θα μπορεί πλέον να τις στοιχειοθετήσει και να τις τεκμηριώσει πιο αποτελεσματικά.

3.5. Επεξεργασία εικόνας

Αναλύεται ο τρόπος που γίνεται λήψη εικόνων μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών (Drones) και UAV (Unmanned Aerial Vehicles), οι εικόνες αυτές στη συνέχεια επεξεργάζονται για να ερμηνευτούν. Βοηθητικά στοιχεία στην ερμηνεία αποτελούν: ο τόνος, το χρώμα, το μέρος, το σχήμα, ο χρόνος, το μέγεθος, το ύψος, η υφή, η σκιά και το πρότυπο.

Η ανάλυση και επεξεργασία εικόνας ακολουθεί κάποια βήματα για να επιτευχθεί το πρώτο βήμα είναι η γεωμετρική διόρθωση, στην οποία γίνεται αναφορά στο σύστημα συντεταγμένων, διόρθωση εικόνας και δημιουργία μωσαϊκού. Στη συνέχεια είναι η βελτίωση της εικόνας, γίνεται διόρθωση εκτροπών, ενίσχυση αντίθεσης και φιλτράρισμα εικόνας. Έπειτα γίνεται ο μετασχηματισμός της εικόνας εκεί συμμετέχουν οι δείκτες βλάστησης και αναλύεται η εικόνα σε κύριες συνιστώσες. Τέλος μετά την κατηγοριοποίηση της εικόνας ακολουθεί η στερεοσκοπία και η φωτογραμμετρική ανάλυση κατά την οποία δημιουργούνται απλές στερεοσκοπικές εικόνες, γίνεται ψηφιακή στερεοσκοπία, στερεοσκοπική μέτρηση και χαρτογραφία και ολοκληρώνεται με τη δημιουργία DEM (Digital Elevation Model).



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

3.6. ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη ήρθαν να κάνουν την επανάσταση στην έξυπνη γεωργία. Βοηθούν τον αγρότη να κάνει πραγματικότητα το όνειρό του, να μπορεί να ελέγχει εξ αποστάσεως το χωράφι του. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι ικανά με τη λήψη αεροφωτογραφιών ακόμη και βίντεο να κρατούν ενήμερο τον αγρότη όσον αφορά την εξέλιξη των καλλιεργειών του. Επιπλέον, οι εξελίξεις στις τεχνολογίες απεικόνισης σημαίνουν ότι δεν υπάρχει περιορισμός πλέον σε ορατό φως και στατική φωτογραφία. Τα συστήματα κάμερας είναι διαθέσιμα να καλύπτουν τα πάντα, από την τυπική φωτογραφική απεικόνιση έως την υπέρυθρη, υπεριώδη και ακόμη και υπερφυσική απεικόνιση. Έτσι οι αγρότες μπορούν να αναθεωρήσουν τα δεδομένα και να μεταβαίνουν στο χωράφι τους όταν υπάρχει πραγματική ανάγκη.

Γενική εισαγωγή

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones) έχουν αναδειχθεί ως μία από τις πλέον υποσχόμενες τεχνολογίες, επιτρέποντας, για παράδειγμα, τον ψεκασμό φυτοφαρμάκων με ένα πιο αποτελεσματικό και στοχευμένο τρόπο. Αλλά λίγοι Ευρωπαίοι αγρότες σήμερα επωφελούνται από αυτό, πιθανόν λόγω της έλλειψης γνώσης του τομέα. Η αξιοποίηση των drones για να παρακολουθούν τους αγρούς, διερευνώντας την υγρασία και την έλλειψη θρεπτικών συστατικών στις



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας καλλιέργειες έχει τεράστιες δυνατότητες για τους αγρότες, ενώ ο εξαιρετικά προηγμένος εξοπλισμός τους απεικονίζει την ελάχιστη λεπτομέρεια, που το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να ανιχνεύσει. Αυτό επιτρέπει στους αγρότες να χορηγήσουν θεραπεία πριν επηρεαστούν σημαντικά οι καλλιέργειες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, τα drone αξιοποιούνται για την παρακολούθηση των κοπαδιών, καθώς έχουν την λειτουργικότητα για την ανίχνευση ασυνήθιστων θερμοκρασιών σώματος και άλλων συνθηκών.

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη διαθέτουν μια σειρά από φωτογραφικούς αισθητήρες κατάλληλους για την ανάλυση βιοχημικών εργασιών. Ωστόσο προσφέρουν ευχέρεια στη χρήση καθώς είναι εύκολη, απλή και γίνεται αμέσως κατανοητή ακόμη και από τον χαμηλής μόρφωσης



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
αγρότη. Παρέχουν ταχύτητα στην ανίχνευση προβλημάτων καθιστώντας τον αγρότη ικανό να παραβρεθεί στις καλλιέργειες ανά πάσα στιγμή. Ένα από τα θετικά των αεροσκαφών αυτών στην έξυπνη γεωργία είναι η μείωση των εισροών, αφού θα χορηγηθούν φάρμακα, λιπάσματα κτλ. όταν κρίνεται απαραίτητο. Τέλος η οργάνωση παραγωγής σε συνδυασμό με τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας καθιστούν τα αεροσκάφη αυτά σημαντικό βοηθό της έξυπνης γεωργίας.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η σύγκριση των pixel μιας φωτογραφίας drone (πρώτη φράουλα), ενός επανδρωμένου αεροσκάφους (δεύτερη φράουλα) και ενός δορυφόρου (τρίτη φράουλα). Είναι ολοφάνερη η διαφορά ποιότητας της φωτογραφίας που πετυχαίνει το drone σε σχέση με τα άλλα δύο.



Εικόνα : Drones vs Επανδρωμένα vs
Δορυφόροι(Πηγή :
GeoSense)



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

3.7. U.A.V. (Unmanned Aerial Vehicles)

Τα UAV αποτελούν μέρος μιας μεγαλύτερης κατηγορίας οχημάτων που έχουν γενική ονομασία U.V. (Unmanned Vehicles) και περιλαμβάνουν μη επανδρωμένα οχήματα τα οποία εκτελούν αποστολές στον αέρα, στο έδαφος, στη θάλασσα αλλά και στο διάστημα. Συγκεκριμένα όμως τώρα, το UAV είναι το εναέριο μέσο που κινείται χωρίς να φέρει χειριστή εντός του. Ωστόσο η πτήση του ελέγχεται με τηλεχειρισμό από χειριστή που βρίσκεται στο έδαφος, όμως υπάρχει και η δυνατότητα αυτόνομης πτήσης από ηλεκτρονικούς υπολογιστές και αισθητήρια όργανα που βρίσκονται εντός του αεροσκάφους. Υπάρχουν πολλοί τρόποι κατηγοριοποίησης των UAV όμως ο πιο σημαντικός είναι ο τρόπος λειτουργίας τους. Έτσι με αυτή τη λογική τα UAV χωρίζονται σε βιομιμητικά (biomimetic) ή flapping wing τα οποία έχουν την ιδιαιτερότητα να μιμούνται την πτήση πτηνών και εντόμων, σε blimp τα οποία έχουν το χαρακτηριστικό ότι διαθέτουν ένα μπαλόνι με αέρα ή ήλιο και υψώνονται με βάση το γέμισμα αυτού το μπαλονιού. Τα blimps χρησιμοποιούνται περισσότερο για την επιθεώρηση μεγάλων περιοχών αλλά και ως κόμβοι για την επικοινωνία με άλλα UAV. Τέλος, υπάρχει και το rotorcraft που είναι ένα από τα σπουδαιότερα UAV στις κατηγορίες αυτές. Τα rotorcraft είναι ελικοφόρα που χωρίζονται σε Helicopter UAV τα οποία μοιάζουν με ελικόπτερα, Quadrotor UAV, Coaxial UAV και Fixed UAV.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
Αναλυτικότερα τα Quadrotor διαθέτουν τέσσερις έλικες (υπάρχουν όμως και μοντέλα με διαφορετικό αριθμό ελίκων) που τους δίνουν μεγαλύτερη ευκινησία λόγω της δυνατότητας διαφορετικού ρυθμού στροφών των ελίκων. Τα Coaxial UAV που έχουν παρόμοια κίνηση με αυτή των ελικοπτέρων με την διαφορά ότι δεν διαθέτουν ουραίο έλικα αλλά ένα δεύτερο ομοαξονικό έλικα που έχει αντίθετη κίνηση από τον κεντρικό. Τέλος τα Fixed wing UAV ή αλλιώς UAV σταθερού πτερυγίου είναι τα πιο ευρέως διαδεδομένα γιατί έχουν παρόμοια πτήση με αυτή των αεροπλάνων.

Τέλος μια ακόμη κατηγοριοποίηση μπορεί να γίνει με βάση τον τρόπο έναρξης και τερματισμού πτήσης, με κάθετη απογείωση και προσγείωση , με συμβατική απογείωση και προσγείωση , με προσγείωση με τη βοήθεια χειρός , με απογείωση με τη βοήθεια καταπέλτη , με προσγείωση με τη βοήθεια αλεξίπτωτου και με προσγείωση με βοήθεια δικτυού.

Επιπλέον ένα ακόμη σημαντικό κομμάτι που αξίζει να αναφερθεί για τα συστήματα UAV είναι η αρχιτεκτονική τους. Μια κλασσική αρχιτεκτονική των συστημάτων UAV περιλαμβάνει ένα υπολογιστή UAV, αισθητήρες UAV , ένα σύστημα τροφοδοσίας και διανομής ενέργειας, ένα σύστημα αυτόματου πιλότου με συσχετιζόμενους αισθητήρες και GPS , και έναν σταθμό χειρισμού UAV. Ο τελευταίος είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής που επικοινωνεί με το UAV και ελέγχεται από το χειριστή του.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Ο χειριστής έχει την ικανότητα να διαχειρίζεται και να επεμβαίνει όποτε αυτός κρίνει αναγκαίο σε δεδομένα από την πτήση αλλά και από τους αισθητήρες του αεροσκάφους. Ο υπολογιστής UAV ελέγχει τη λειτουργία του UAV, δέχεται και επεξεργάζεται δεδομένα από τον αυτόματο πιλότο για τη σωστή λειτουργία του UAV. Έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται πληροφορίες από τους αισθητήρες, καθώς και να επικοινωνεί με τον σταθμό χειρισμού εδάφους αποστέλλοντας και λαμβάνοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο ασύρματα ην. Ο αυτόματος πιλότος είναι ένα σύστημα που ελέγχει την πορεία του αεροσκάφους με τη χωρίς καθοδήγηση από χειριστή που βρίσκεται στο έδαφος μέσω μιας διάταξης από αισθητήρες. Η πτήση γίνεται σε προκαθορισμένα σημεία τα οποία διοχετεύονται μέσα από τον σταθμό χειρισμού εδάφους στον επεξεργαστή και από εκεί στον αυτόματο πιλότο μέσω ασύρματου πρωτοκόλλου επικοινωνίας του UAV και του σταθμού χειρισμού εδάφους που παρέχεται από software. Ελέγχει τους σέρβο-κινητήρες που είναι υπεύθυνοι για την κίνηση των πτερυγίων. Οι αισθητήρες UAV είναι συνήθως κάμερες και μπορεί να είναι μαζί ή ξεχωριστά με σκοπό την εύρεση πληροφοριών για την ολοκλήρωση της αποστολής που έχει τεθεί στην πτήση τους.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Ολοκληρώνοντας σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι μέσα στα χρόνια παρατηρείται άνοδος στη χρήση UAV στην έξυπνη γεωργία. Λόγω του χαμηλού κόστους σε συνδυασμό με την ανάγκη του αγρότη να βρίσκεται σε διαρκή παρακολούθηση των καλλιεργειών του ώστε να προλαμβάνει την αντιμετώπιση προβλημάτων οι νέοι αγρότες εντάσσουν όλο και περισσότερο την έξυπνη γεωργία στο χωράφι τους.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

4. Είναι εφικτή η γεωργία ακριβείας στην Ελλάδα;





Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Η έξυπνη γεωργία τον τελευταίο καιρό έχει γίνει πολύ δημοφιλής στην Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, μια πρόσφατη έρευνα στις ΗΠΑ εκτιμά ότι η παγκόσμια αγορά της γεωργίας ακριβείας αναμένεται να φτάσει στα 10 δις δολάρια μέχρι το 2024 (Research Report, 2018). Ωστόσο, η Ελλάδα δεν υπάρχει στον παγκόσμιο χάρτη γεωργίας ακριβείας, αλλά υπάρχουν χώρες όπως Ινδία, Κίνα, Πακιστάν, Αίγυπτος, Ισπανία, Γερμανία, Γαλλία, Μεξικό, Αργεντινή, Βραζιλία, ΗΠΑ, Καναδάς και άλλες. Σαν έξυπνη γεωργία ή αλλιώς επιχειρησιακή γεωργία μπορεί να θεωρηθεί η στρατηγική διαχείρισης που χρησιμοποιεί τεχνολογίες που παρέχουν πληροφορίες από πολλαπλές πηγές σε επίπεδο παραγωγού-αγροκτήματος για να παράγουν δεδομένα και αφορούν στις αποφάσεις που είναι συνδεδεμένες με την παραγωγή σε συνδυασμό με την αύξηση του εισοδήματος του. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται τελευταία και ο όρος «ευφυής γεωργία», ωστόσο δεν θεωρείται δόκιμος.

Η γεωργία ακριβείας στοχεύει στη βέλτιστη αποδοτικότητα παραγωγής, στην οικονομική αποδοτικότητα, την ελαχιστοποίηση του ρίσκου, και τη βελτίωση της ποιότητας παραγωγής με περιορισμό της ρύπανσης εδάφους και υπογείων υδάτων, καθώς και των επιπτώσεων στο ευρύτερο περιβάλλον. Η γεωργία ακριβείας βασίζεται σε τρεις αρχές : Στη συγκέντρωση δεδομένων σε κατάλληλη κλίμακα και συχνότητα, στην ερμηνεία και την ανάλυση των δεδομένων, αλλά και στην εφαρμογή της διαχειριστικής λύσης σε κατάλληλη κλίμακα και χρόνο.

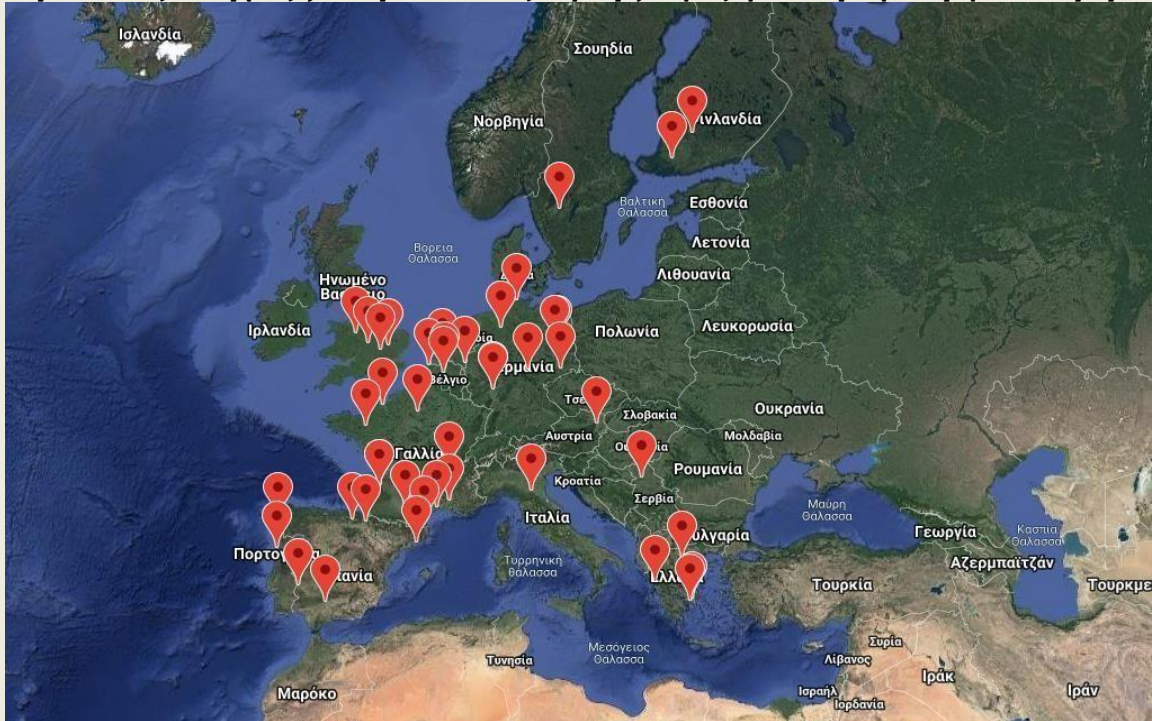


Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Μια βασική προϋπόθεση για την επιτυχή εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας στην Ελλάδα είναι η ύπαρξη παραλλακτικότητας στα αγροτεμάχια, δηλαδή, η ύπαρξη χωρικής διαφοροποίησης των χαρακτηριστικών και παραμέτρων της καλλιέργειας μέσα στο ίδιο το χωράφι, κάτι που συμβαίνει συνήθως στην Ελλάδα, ωστόσο είναι γνωστόν ότι η έκταση των αγροτεμαχίων και γενικά της αγροτικής γης δεν είναι σχετικά μεγάλη. Στην Ελλάδα υλοποιούνται εφαρμογές της γεωργίας ακριβείας τα τελευταία δεκαπέντε περίπου χρόνια κυρίως από Πανεπιστημιακά Ιδρύματα. Τα αποτελέσματα δείχνουν μείωση της κατανάλωσης αρδευτικού νερού 30-50% κατά μέσον όρο σε βαμβάκι, καλαμπόκι, σιτηρά, ελιές και άλλες καλλιέργειες, που θεωρείται διεθνώς ότι μπορεί να εφαρμοστεί πλέον σε επιχειρησιακή βάση. Επίσης, έχει επιτευχθεί μείωση της κατανάλωσης λιπασμάτων με χρήση συστήματος μμεταβλητής λίπανσης κατά 30-40% σε βαμβάκι, καλαμπόκι και ταυτόχρονη αύξηση παραγωγής κατά μέσον όρο 10%, που βρίσκεται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο διεθνώς. Τα αποτελέσματα αυτά τεκμηριώνονται με δημοσιεύσεις σε Επιστημονικά Περιοδικά και Πρακτικά Συνεδρίων.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

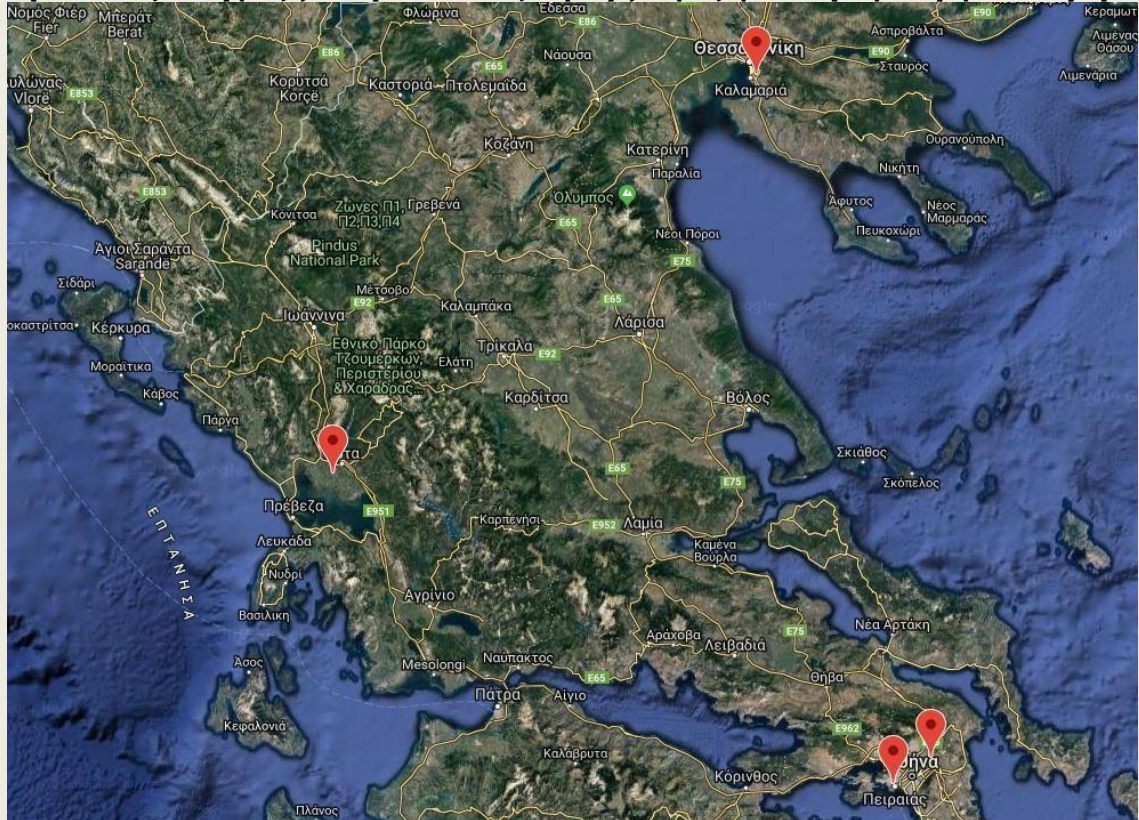


Εικόνα: Χάρτης διάδοσης έξυπνης
γεωργίας(Πηγή :
www.smart-akis.com)

Στην εικόνα αυτή απεικονίζονται οι χώρες που έχουν αρχίσει να υιοθετούν τις τεχνολογίες της έξυπνης γεωργίας. Ενώ στην επόμενη εικόνα φαίνονται οι περιοχές της Ελλάδας που έχουν αρχίσει να συμμετέχουν σε αυτό. Στον χάρτη της Ελλάδας παρατηρούνται τέσσερα σημεία. Η τοποθεσίες των σημείων αυτών είναι στη Θέρμη της Θεσσαλονίκης , στην Άρτα στο ΤΕΙ Ηπείρου και στην Αθήνα στις περιοχές των Βριλησίων και του Πειραιά.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Εικόνα : Χάρτης διάδοσης έξυπνης
γεωργίας στην Ελλάδα(Πηγή :
www.smart-akis.com)

4.1. Προοπτικές γεωργίας ακριβείας στην Ελλάδα

Το ακριβό κόστος των συστημάτων έξυπνης γεωργίας είναι ίσως το μεγαλύτερο μειονέκτημα που έχει, και ειδικά για τον Ελληνικό λαό που δεν έχει μεγάλες εκτάσεις παραγωγής δεν είναι εύκολη και γρήγορη η απόσβεση. Τέλος σε αυτό θα έπρεπε να δώσει το πολιτικό σύστημα της χώρας μας, στηρίζοντας τους ενδιαφερόμενους αγρότες στα πρώτα τους βήματα με επιδοτήσεις. Ωστόσο



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
επιδότησεις δίνονταν στους αγρότες χωρίς να αναμένεται προσπάθεια βελτίωση της παραγωγής τους , με βασικό μειονέκτημα τη στασιμότητα σε όλα τα επίπεδα.

Με αφορμή την κρίση των τελευταίων ετών οι επιδοτήσεις αυτές άρχισαν να μειώνονται και να επιβάλλεται στους αγρότες η τήρηση βιβλίων για τη φορολόγησή τους, όπως ακριβώς γίνεται με όλες τις επιχειρήσεις της χώρας. Εύκολα προκύπτει το συμπέρασμα πως στα επόμενα χρόνια ο αγροτικός κόσμος της χώρας θα αναγκαστεί να προσαρμοστεί βίαια σε αυτές τις νέες καταστάσεις και οι αγρότες θα στραφούν στις νέες τεχνολογίες.

Είναι πολύ λογικό κάτι τέτοιο να μην πραγματοποιηθεί από ηλικιωμένους αγρότες ή αγρότες με μικρή ιδιοκτησία, αλλά από αγρότες νέους που είναι εξοικειωμένοι με τις νέες τεχνολογίες και μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν σε αυτές. Ωστόσο το ακριβό κόστος τους συνεχίζει να είναι πρόβλημα που όμως λύνεται αν αυξηθεί η ζήτηση άρα και ο ανταγωνισμός και οι προμηθευτές αναγκαστούν να πουλάνε φθηνότερες κατασκευές μειώνοντας σημαντικά το κόστος. Όλο αυτό φαίνεται να δίνει ελπίδες για αποδοτικές και επωφελείς παραγωγές στο μέλλον.

Από τις έρευνες που παρουσιάστηκαν φαίνεται ότι μπορεί να εφαρμοστούν τεχνικές όπως μεταβλητή δόση λιπασμάτων με μικρή χρήση πολύπλοκου εξοπλισμού. Η δυνατότητα εξοικονόμησης 20-50% λιπασμάτων είναι σημαντική τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά.

Τέλος είναι ολοφάνερο πως η γεωργική έρευνα έχει κάνει τα απαραίτητα βήματα. Η μείωση των επιδοτήσεων θα είναι αυτή που θα αναγκάσει τους



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
αγρότες να στραφούν στην αύξησής της παραγωγικότητας και τη μείωση του κόστους, αν θέλουν να παραμείνουν ανταγωνιστικοί και να διατηρήσουν τις εργασίες τους , πράγμα που θα επιβάλει τη χρήση των νέων τεχνολογιών



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

4.2. Αξιοποίηση και συνδυασμός δεδομένων

Η χρήση των αισθητών της έξυπνης γεωργίας για τη λήψη δεδομένων δημιουργεί μεγάλη βάση δεδομένων που δίνουν σημαντικές πληροφορίες για όλες τις δραστηριότητες του αγροκτήματος. Ταυτόχρονα εγκαταστάθηκαν ηλεκτρονικοί αισθητήρες στους γεωργικούς ελκυστήρες για να διευκολύνουν τον χειρισμό τους και τη λειτουργία των παρελκόμενων. Το γεγονός αυτό της συγκέντρωσης μεγάλου αριθμού δεδομένων δυσκολεύει την επεξεργασία τους. Για να μπορέσουν να επεξεργαστούν αυτά τα δεδομένα σωστά πρέπει να αναπτυχθούν βάσεις δεδομένων και λογισμικό. Παράλληλα χρειάζονται αλγόριθμοι που να λειτουργούν με βάση τα δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων με τη χρήση διάφορων εισροών. Ωστόσο η προσπάθεια συνεχίζεται με τον συνδυασμό μετρήσεων από διάφορους αισθητήρες που συνδυαζόμενοι, θα μπορούσαν να δώσουν καλύτερες πληροφορίες από τους μεμονωμένους.

Το πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης γεωργικών εκμεταλλεύσεων αποτελείται συνολικά από τρεις διαφορετικές εφαρμογές. Η πρώτη εφαρμογή είναι μια εφαρμογή android για smartphones και tablets, η δεύτερη είναι μια εφαρμογή windows για την καταγραφή δεδομένων του ελκυστήρα και η τρίτη είναι μια ιστοσελίδα για την προβολή δεδομένων.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

4.3. Υλοποιημένες εφαρμογές έξυπνης γεωργίας στην Ελλάδα και στο εξωτερικό

Εφαρμογή καλλιέργειας βαμβακιού



Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε το 2001 και υλοποιήθηκε στο νομό Καρδίτσας σε καλλιέργειες βαμβακιού και πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας σε συνεργασία με το ΕΘΙΑΓΕ. Στα αγροτεμάχια έγινε χαρτογράφηση της παραγωγής με τη βοήθεια του GPS και με τη χρήση ειδικών αισθητήρων που τοποθετήθηκαν πάνω στη βαμβακοσυλλεκτική μηχανή. Τα αποτελέσματα έδειξαν αρκετή παραλλακτικότητα και μάλιστα ότι η μεγαλύτερη παραγωγή διέφερε από χρόνο σε χρόνο για διάφορα τμήματα του ίδιου χωραφίου, ακόμη και σε αγρούς μικρού μεγέθους. Με βάση τα δεδομένα αυτά ορίστηκαν περιοχές του αγρού με σταθερή και μεταβαλλόμενη παραγωγή και βάσει αυτών έγινε η διαχείρισή τους. Με παρόμοια τεχνολογία καταγράφηκαν τα είδη των ζιζανίων και η πυκνότητά τους προ- και μετα-φυτρωτικά της καλλιέργειας.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Εφαρμογή γεωργίας ακριβείας στο σιτάρι



Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε το 2010 και υλοποιήθηκε σε συνεργασία με την Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή Θεσσαλονίκης σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο της Georgia των Η.Π.Α. Στα σιτηρά ο χρόνος συγκομιδής εξαρτάται από το ποσοστό υγρασίας του σπόρου, ποσοστό που κυρίως εντοπίζεται δειγματοληπτικά και μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με το τμήμα του αγρού. Στην περιοχή Σοφάδες Καρδίτσας, τα τελευταία 5 χρόνια, κατά τον θερισμό αραβόσιτου και χειμερινών σιτηρών, οι παραγωγοί τοποθέτησαν στη θεριζοαλωνιστική μηχανή ειδικό αισθητήρα για τη χαρτογράφηση της παραγωγής και της υγρασίας των σπόρων. Οι καλλιεργητές συγκέντρωσαν στοιχεία για τις ζώνες των αγρών με παραλλακτικότητα παραγωγής και υγρασίας του σπόρου και έτσι μπόρεσαν να πετύχουν καλύτερη διαχείριση της συγκομιδής και του αγρού.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Εφαρμογή έξυπνης γεωργίας στα μήλα



Η εφαρμογή αυτή ξεκίνησε το 2005 και πραγματοποιήθηκε αρχικά στην περιοχή της Πτολεμαΐδας και αργότερα στην περιοχή Αγιάς Λάρισας. Στους μηλεώνες έγινε χαρτογράφηση της παραγωγής με βάση το βάρος των κιβωτίων συγκέντρωσης των καρπών, καθώς αυτοί συλλέγονται με τα χέρια, όπως και χαρτογράφηση της ποιότητας των καρπών με βάση το μέγεθός τους, τη συνεκτικότητα της σάρκας, τα διαλυτά στερεά και το χρώμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλη παραλλακτικότητα της παραγωγής και της ποιότητας των καρπών μέσα στον ίδιο οπωρώνα και μάλιστα τα υψηλά ποιοτικά



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας χαρακτηριστικά να μην είναι σε περιοχές του αγρού με υψηλότερη παραγωγή. Για την εκτίμηση της παραγωγής έγινε φωτογράφιση των δέντρων κατά την ανθοφορία και μέτρηση του δείκτη βλάστησης σε όλη τη βλαστική περίοδο και δημιουργήθηκαν χάρτες παραλλακτικότητας που συσχετίστηκαν με την παραγωγή.

Εφαρμογή έξυπνης γεωργίας στα αχλάδια



Αντίστοιχη με την παραπάνω εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε οπωρώνα αχλαδιάς στον Τύρναβο Λάρισας. Έγινε χαρτογράφηση της παραγωγής αναδεικνύοντας τη σημαντική παραλλακτικότητα τόσο της ποσοτικής παραγωγής όσο και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών. Δημιουργήθηκαν χάρτες εφαρμογής λιπασμάτων σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες των δέντρων σε θρεπτικά στοιχεία και έτσι επετεύχθη 50% εξοικονόμηση λιπάσματος.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Εφαρμογή έξυπνης γεωργίας στις ελιές



Σε ελαιώνες ελαιοπαραγωγής, στην περιοχή Γαργαλιάνοι Μεσσηνίας, έγινε για 4 χρόνια χαρτογράφηση της παραγωγής με ζύγισμα των σάκων και καθορισμό της θέσης των δέντρων με GPS. Πραγματοποιήθηκαν για 3 χρόνια αναλύσεις εδάφους (μηχανική σύσταση, pH, οργανική ουσία, θρεπτικά στοιχεία) και βάσει των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκαν χάρτες διαχείρισης φωσφόρου, καλίου και ασβέστης για διόρθωση του pH. Με τον τρόπο αυτό επιτεύχθηκε βελτίωση του pH του εδάφους και σημαντική εξοικονόμηση λιπάσματος.

Εφαρμογή έξυπνης γεωργίας στο αμπέλι





Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Η γεωργία ακριβείας ξεκίνησε να εφαρμόζεται το 2000 σε αμπελώνες στην περιοχή Νέα Αγχίαλο του νομού Μαγνησίας , σε αμπελώνες στο νομό Κορινθίας και στη Βόρεια Ελλάδα. Για να εκτιμηθεί η ορθολογική εφαρμογή νερού, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της παραλλακτικότητας της παραγωγής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών, του εδάφους ως προς τη φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα και το βάθος, του δείκτη βλάστησης καθώς και του υδατικού δυναμικού σε συνδυασμό με τη μέτρηση της υγρασίας του εδάφους.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα δημιουργήθηκαν χάρτες αναγλύφου του εδάφους και σχεδιάστηκαν ζώνες διαφοροποιημένης άρδευσης του αμπελώνα. Τελικά πραγματοποιήθηκε εξοικονόμηση νερού της τάξης του 20%.

Εφαρμογή έξυπνης γεωργίας στα ροδάκινα



Σε οπωρώνα ροδακινιάς στην περιοχή της Ημαθίας έγινε χαρτογράφηση της παραγωγής βάσει του βάρους των κιβωτίων συγκέντρωσης των καρπών σε συνδυασμό με τη χρήση GPS για τον εντοπισμό του σημείου του αγρού που φορτώνονταν τα κιβώτια. Επίσης έγινε ένα σύστημα μελέτης των κινήσεων των εργατών για βελτίωση της απόδοσής του. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλη παραλλακτικότητα της παραγωγής



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
καθώς και τον καλύτερο προγραμματισμό των κινήσεων των εργατών για αύξηση της παραγωγικότητάς τους.

Εφαρμογή έξυπνης γεωργίας στα καρπούζια



Με διετή χαρτογράφηση της παραγωγής, των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών και της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους χωραφιού με καρπούζια, διαπιστώθηκε η παραλλακτικότητα της παραγωγής. Με την εφαρμογή συστήματος μέτρησης της υγρασίας εδάφους, η άρδευση του χωραφιού έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο του υδατικού ισοζυγίου και εξοικονομήθηκε νερό κατά 10%, ενώ παρατηρήθηκε και αύξηση στην απόδοση του εμπορεύσιμου προϊόντος κατά 10%.

Τα οφέλη της εφαρμογής των νέων τεχνικών διαχείρισης των αγροτεμαχίων είναι πολλαπλά. Το σύστημα της γεωργίας ακριβείας μπορεί να είναι επικερδές από τον πρώτο χρόνο εφαρμογής του συμβάλλοντας στη βελτίωση της οικονομικής απόδοσης της παραγωγής και της ποιότητας των προϊόντων με ταυτόχρονα σεβασμό στο περιβάλλον.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Εγκατάσταση της σποράς

Η σπουδαιότερη διεργασία πριν την εγκατάσταση της σποράς είναι το όργωμα. Το όργωμα είναι η προετοιμασία του εδάφους για την καλλιέργεια του σπόρου. Λόγω του ότι είναι μια χρονοβόρα διαδικασία μπορεί να γίνει πιο εύκολη για τον αγρότη με τη βοήθεια ενός μικρού ρομποτικού οχήματος που θα είναι ικανό να κατεργαστεί μόνο το σημείο του εδάφους που έρχεται σε επαφή με το σπόρο για την ανάπτυξή του, η οποία χρειάζεται υγρασία, νερό και θρεπτικά στοιχεία. Έπειτα εκτελείται η διαδικασία της χαρτογράφησης κατά την οποία γίνεται η καταγραφή της γεωγραφική θέσης του σπόρου καθώς μπαίνει στο έδαφος. Στην ουσία πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία ένα RTK-GPS εγκαθίσταται στον σπορέα και αισθητήρες υπέρυθρων ακτίνων τοποθετούνται κάτω από την σπαρτική μηχανή. Καθώς ο σπόρος πέφτει στο έδαφος, τέμνει τις υπέρυθρες ακτίνες και δίνει εντολή στο καταγραφικό να εγγράψει τη θέση και τον προσανατολισμό της σπαρτικής μηχανής. Ένα απλό κινηματικό μοντέλο, στη συνέχεια, μπορεί να καταγράψει την ακριβή θέση του σπόρου. Όλο αυτό το πλήθος των συντεταγμένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για στοχευμένες ενέργειες στη διαδικασία της καλλιέργειας. Τέλος σημαντικό είναι να είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε τη θέση όπου δεν φυτεύτηκε σπόρος και να επεμβαίνουμε για την αντικατάστασή του, αυτό η διαδικασία ονομάζεται επανασπορά.





Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας Το ρομπότ Fendt Xaver για φύτευση καλαμποκιού

Φροντίδα της σποράς

Η δυνατότητα συλλογής έγκυρων πληροφοριών για την πορεία της εξέλιξης των φυτών είναι σημαντική για το αποτέλεσμα της παραγωγής ενός αγρότη. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ενός αυτοματοποιημένου συστήματος που με τη βοήθεια κατάλληλων αισθητήρων (για παράδειγμα πολυφασματικών) επεξεργάζεται πληροφορίες για την υγεία και την κατάσταση της καλλιέργειας. Ωστόσο το ίδιο σημαντική είναι και η χαρτογράφηση ζιζανίων για την υγεία των φυτών. Αυτή γίνεται είτε με την αναγνώριση αυξημένης φυλλικής επιφάνειας εκτός των σπόρων, είτε με την αναγνώριση του σχήματος των ζιζανίων (σύμφωνα με ένα πρότυπο που δημιουργήθηκε για την αναγνώριση του ανθρώπινου προσώπου) , είτε με την αναγνώριση χρώματος. Τελικά μετά την χαρτογράφηση των ζιζανίων με μια από τις προαναφερθείσες μεθόδους δημιουργείται ένας χάρτης ζιζανίων ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υγεία των φυτών, δεδομένου ότι είναι γνωστό σε ποιες περιοχές του αγρού υπάρχει αυξημένος αριθμός ζιζανίων. Το θετικό με το να γνωρίζουμε που ακριβώς υπάρχουν ζιζάνια είναι και ότι μπορούμε με τη χρήση διάφορων μεθόδων να τα καταστρέψουμε. Μια από αυτές τις μεθόδους είναι η χρήση μικροψεκασμού, όπου ψεκάζεται απευθείας το φύλλωμα του ζιζανίου και εξουδετερώνεται. Επιπλέον με τη βοήθεια οπτικών αισθητήρων μπορεί να γίνει ανεύρεση ζιζανίων και ένα σετ ακροφυσίων να στοχεύσουν απευθείας πάνω τους και να τα εξουδετερώσουν, κάνοντας έτσι μεγάλη οικονομία στο ζιζανιοκτόνο.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Ρομπότ για την φροντίδα της σποράς

Συγκομιδή της σποράς

Η σωστή συγκομιδή της σποράς όταν μεσολαβούν ρομποτικές μηχανές, που διευκολύνουν την όλη διαδικασία, γίνεται επιλεκτικά. Επιλέγονται δηλαδή συγκεκριμένα τμήματα του αγρού που πληρούν τις προϋποθέσεις συγκομιδής ώστε να μην μαζευτούν όλα μαζί και δεν βρίσκονται στο ίδιο στάδιο ωρίμανσης. Η επιλεκτική αυτή συγκομιδή γίνεται με τη χρήση αισθητήρων που αντιλαμβάνονται την ποιότητα της καλλιέργειας και επιλέγουν ποια έκταση είναι έτοιμη για συγκομιδή αφήνοντας την υπόλοιπη να ωριμάσει.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Ρομπότ συγκομιδής φράουλας

Αυτόνομος γεωργικός ελκυστήρας ΗΑΚΟ

Ο αυτόνομος γεωργικός ελκυστήρας ΗΑΚΟ είναι ένα από τα ρομπότ που εφαρμόστηκε στην έξυπνη γεωργία, αποτελεί μέρος συστήματος που αναπτύχθηκε με τη συνεργασία των πανεπιστημίων Department of Agricultural Science στην Κοπεγχάγη και του Department of Automation του Technical University of Denmark (DTU) στη Δανία. Ο στόχος του είναι η επέκταση των καλλιεργητικών τεχνικών σε υψηλότερη χωρική ανάλυση στο επίπεδο των φυτών και η αντιμετώπισή τους ως ξεχωριστές μονάδες. Τα συστήματα αυτά από πλευράς αυτοματοποίησης και πληροφορίας στοχεύουν στην αναγνώριση των αναγκών κάθε φυτού ξεχωριστά και στην προσαρμογή των εισροών στις ανάγκες του καθενός αντίστοιχα.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Αυτόνομος γεωργικός ελκυστήρας ΗΑΚΟ

Ρομπότ συλλογήςμανιταριών

Με τα ρομπότ συλλογήςμανιταριών ασχολήθηκε το πανεπιστήμιο Warwick στην Αγγλία μέσω μιας έρευνας. Σύμφωνα με την έρευνα αυτή το ρομπότ είναι ικανό να επιλέγει μόνο του τα μανιτάρια χρησιμοποιώντας ένα κάλυμμα αναρρόφησης που βρίσκεται στην άκρη του ρομποτικού βραχίονα. Το ρομπότ αυτό διαθέτει ένα συνδυασμό από κάμερες που το βοηθούν να κρίνει ποια μανιτάρια είναι έτοιμα να κοπούν με βάση το μέγεθος τους. Δεδομένου ότι τα μανιτάρια αναπτύσσονται σε σκοτεινές και υγρές περιοχές που άνθρωπος δεν είναι εύκολο να πάει, τα ρομπότ είναι μια δανική λύση για τη συγκομιδή τους.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας



Ρομπότ συλλογήςμανιταριών

4.4. Υλοποιημένα προγράμματα της έξυπνης γεωργίας στην Ελλάδα

Πρόγραμμα “ HYDROSENSE ”

Το πρόγραμμα HYDROSENSE υλοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας. Το έργο εγκαινιάστηκε τον Ιανουάριο του 2010 και ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2012. Είχε σκοπό να δείξει την χρησιμότητα των σύγχρονων εφαρμογών της έξυπνης γεωργίας και των τεχνολογιών τηλεπισκόπησης στην ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών σε περιοχές όπου το νερό αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα LIFE+ Environmental Policy and Governance.

Πρόγραμμα “ Eco-pest ”

Το πρόγραμμα Eco-pest με χρήση αισθητήρων πραγματοποίησε πρόγνωση ρύπανσης καθώς και ανίχνευση χλωροφύλλης για τον εντοπισμό ζιζανίων στην λίμνη Κωπαΐδα. Με αυτό τον τρόπο το ζιζανιοκτόνο «χτυπάει» μόνο τα βλαβερά για την καλλιέργεια χόρτα, οπότε δεν χρειάζεται να ψεκαστεί ολόκληρη η καλλιέργεια. Το πρόγραμμα ψηφίστηκε από τα κράτη-μέλη ως το «Καλύτερο ανάμεσα στα



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας καλύτερα» περιβαλλοντικό πρόγραμμα για το 2012 και βραβεύτηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση ανάμεσα σε εκατό αντίστοιχα προγράμματα στο πλαίσιο των χρηματοδοτούμενων δράσεων LIFE+.

Πρόγραμμα “ FutureFarm”

Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε το 2008 και χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο πλαίσιο του Προγράμματος Πλαισίου 7 και είχε συντονιστή τον Καθηγητή Blackmore και το Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης Θεσσαλίας (ΚΕΤΕΑΘ). Στόχος του προγράμματος ήταν η ανάπτυξη των τεχνικών της γεωργίας ακριβείας για τη δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης αγροκτημάτων με δημιουργία βάσεων δεδομένων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για έλεγχο των αγροκτημάτων. Στο πρόγραμμα μελετήθηκαν οι στρατηγικές των αγροτών και οι νέες τεχνολογίες που μπορούν να συνδυαστούν με τις απαιτήσεις των πολιτικών της ΕΕ. Μέρος του προγράμματος κάλυψε θέματα ρομποτικής και χρήσης βιοκαυσίμων για κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια του αγροκτήματος. Στο πρόγραμμα μετείχε και ένα αγρόκτημα της Θεσσαλίας που εφάρμοσε κάποιες από τις τεχνικές της ΓΑ.

4.5. Διεθνής υλοποιημένες εφαρμογές

Επιτήρηση καλλιέργειας για πρόωμη ανίχνευση ασθενειών “LOFAR 2005”

Η εφαρμογή LOFAR πραγματοποιήθηκε το 2005 και υλοποιήθηκε στην Ολλανδία στην καλλιέργεια της πατάτας. Ο σκοπός της είναι η έγκαιρη προειδοποίηση για την ανάπτυξη της ασθένειας από το μύκητα *Phytophthora*. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει την συλλογή δεδομένων για τρεις κρίσιμες παραμέτρους που ευνοούν την ανάπτυξη του μύκητα αυτού και είναι η υγρασία, η θερμοκρασία, η



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
ύπαρξη νερού στα φυλλώματα του φυτού και την έγκαιρη προειδοποίηση για τη λήψη μέτρων (π.χ. ψεκασμός). Με την εφαρμογή αυτή επιτεύχθηκε ο επιλεκτικός ψεκασμός, η οικονομία, η λιγότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση και η διασφάλιση ποσότητας και ποιότητας της παραγωγής.

Συστήματα αγροτικών καλλιεργειών εντός περιοχής και εντός φάρμας με τη χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων “Pierce & Elliot 2008”

Η εφαρμογή Pierce & Elliot πραγματοποιήθηκε το 2008 και υλοποιήθηκε στις Η.Π.Α. για την καλλιέργεια σταφυλιών. Ο σκοπός της είναι η ορθολογική χρήση θέρμανσης άρδευσης και μίξης αέρα ή συνδυασμός τους για την αποφυγή ζημιάς παγετού στα αμπέλια. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εφαρμογή περιλαμβάνει το σχηματισμό των προφίλ θερμοκρασίας, υγρασίας και των υπόλοιπων μεταβλητών σε κάθε τοποθεσία του αγρού όλο το εικοσιτετράωρο. Περιλαμβάνει επίσης την ενεργοποίηση μεθόδων αντιστάθμισης μόνο όταν και όπου απαιτείται και τέλος τη συσχέτιση όλων των μεταβλητών για τη διαπίστωση της πιθανότητας παγετού, ξηρασίας κτλ. Με την υλοποίηση της εφαρμογής αυτής επιτεύχθηκε η αυτόματη συλλογή δεδομένων από ασύρματο δίκτυο αισθητήρων άρα η οικονομία σε καύσιμα, εργατοώρες, φθορές εξοπλισμού.



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας

Εφαρμογή ασύρματου δικτύου αισθητήρων σε αμπελώνα “Beckwith et al 2004”

Η εφαρμογή Beckwith πραγματοποιήθηκε το 2004 και υλοποιήθηκε επίσης στις Η.Π.Α για την καλλιέργεια σταφυλιών με σκοπό όμως αυτή τη φορά την απεικόνιση στο χρόνο κατανομής « Συσσώρευση Θερμότητας και Ψύχους » σε αμπελώνες με διάφορες ποικιλίες. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εφαρμογή είναι η κατανομή « Συσσώρευση Θερμότητας » σε δεδομένη περίοδο και η δημιουργία προφίλ « Δριμύτητα Ψύχους » ανά περίοδο. Το αποτέλεσμα ήταν να δημιουργηθούν χάρτες « Συσσώρευσης Θερμότητας » και « Δριμύτητας Ψύχους » ανά περιοχή χωρίς την ανάγκης ανθρώπινης παρουσίας, άρα οικονομία σε εργατοώρες και εξοπλισμό.

Εφαρμογή ασύρματου δικτύου αισθητήρων για αειφόρες καλλιέργειες σε αναπτυσσόμενες χώρες “Panchard 2008”

Η εφαρμογή Panchard πραγματοποιήθηκε το 2008 και υλοποιήθηκε στην Ινδία για την καλλιέργεια φιστικιών και δημητριακών. Ο σκοπός της είναι η χρήση δεδομένων από ασύρματο δίκτυο και ο σχεδιασμός εργαλείου λήψης αποφάσεων για αειφόρες πρακτικές καλλιεργειών. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εφαρμογή είναι η χρήση δεδομένων για την επιβεβαίωση μοντέλων σοδειάς που προβλέπουν την υγρασία του εδάφους αλλά και για την διατήρηση υδροφόρου ορίζοντα. Το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία χάρτη για τη βελτίωση



Ηλεκτρονικός οδηγός με πρακτικές εφαρμογές για την γεωργία ακριβείας
της παραγωγής μέσω της αυτοματοποίησης , άρα οικονομία σε ανθρωποώρες και
εξοπλισμό.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Εφαρμογή έξυπνων στρατηγικών άρδευσης στην καλλιέργεια της πατάτας με τη χρήση ασύρματου δικτύου αισθητήρων “Shinghal 2010”

Η εφαρμογή Shinghal πραγματοποιήθηκε το 2010 και υλοποιήθηκε στην Ινδία για την καλλιέργεια της πατάτας. Ο σκοπός της είναι η χρήση δεδομένων από ασύρματο δίκτυο αισθητήρων για τον καθορισμό στρατηγικής ποτίσματος και βελτίωση ποιότητας της πατάτας. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η χρήση δεδομένων δείκτη κατακράτησης νερού εδάφους και διαθέσιμης ροής νερού στο σύστημα άρδευσης σε συνδυασμό με την απόφαση για το πότε και πόσο νερό θα διοχετευτεί. Το αποτέλεσμα ήταν η βελτίωση της ποιότητας της πατάτας αλλά και η αποτελεσματικότερη άρδευση κατά 10% , αυτό συνεπάγεται οικονομία νερού και ρεύματος.

Επιτήρηση βοσκότοπου με δίκτυο αυτοτροφοδοτούμενων ασυρμάτων αισθητήρων “Wark et al 2007”

Η εφαρμογή Wark πραγματοποιήθηκε το 2007 και υλοποιήθηκε στην Αυστραλία σε βοσκότοπο με αγελάδες. Ο σκοπός αυτής της μεθόδου είναι η οικονομικότερη χρήση λιπάσματος και η ελάχιστη ανθρώπινη παρουσία. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η δημιουργία δικτύου αισθητήρων τροφοδοτούμενων από ηλιακή ενέργεια, η ομοιόμορφη τοποθέτηση κόμβων στην έκταση, η λήψη μετρήσεων



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

υγρασίας εδάφους, η τοποθέτηση καμερών για την παρακολούθηση ύψους, βλάστησης αλλά και η τοποθέτηση καμερών στα περιλαίμια ζώων μαζί με αισθητήρες θέσης και κίνησης για τον έλεγχο βόσκησης των ζώων. Τα αποτελέσματα ήταν η καταγραφή της συμπεριφοράς βόσκησης των ζώων, η δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων για τη διαχείριση του κοπαδιού και του βοσκότοπου αλλά και η οικονομία σε ανθρωπόωρες.

4.6. Παράγοντες αλλαγής σε επίπεδο τεχνολογικής εξέλιξης και παραγωγικής διαδικασίας

Η τεχνολογική εξέλιξη δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα μετασχηματισμού στην αγροτική παραγωγή, συνιστά όμως μια από τις σημαντικότερες μεταβλητές κινητοποίησης αλλαγών. Η τεχνολογική αλλαγή συμπίπτει σήμερα με ευρύτερους επιδραστικούς παράγοντες που συνοψίζονται στην αστικοποίηση, τις νέες παραγωγικές ανάγκες, τους περιορισμούς και τις ραγδαίες μεταβολές που τίθενται και προκύπτουν λόγω της κλιματικής αλλαγής, τις νέες εμπορικές πρακτικές και καταναλωτικές συνήθειες κ.α. Η συνδυαστική ανάδυση ενός συνόλου τεχνολογιών και εφαρμογών (precision agricultural technologies-PATs) επιδρά καθοριστικά στην εξέλιξη της γεωργίας ακριβείας διαμορφώνοντας ένα νέο αντικείμενο εφαρμοσμένης τεχνολογικής έρευνας καθώς και ένα τεχνο-επιχειρηματικό οικοσύστημα (agri-tech) που δίνει ώθηση σε ένα σύνολο νεοφυών τεχνολογικών εταιρειών, οι οποίες δραστηριοποιούνται διεθνώς σε διαφορετικές τεχνολογικές προεκτάσεις και εφαρμογές, πυροδοτώντας παράλληλα ένα νέο τεχνο-επιχειρηματικό και επενδυτικό πεδίο.

Τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης και εντοπισμού θέσης, οι εφαρμογές τηλεπισκόπησης για χαρτογράφηση της παραγωγής, οι τεχνολογίες εφαρμογής μεταβλητών δόσεων λιπασμάτων, αγροχημικών



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

και αρδευτικού νερού (variable-rate technologies) και η υιοθέτηση νέων συστημάτων αισθητήρων (sensing and monitoring devices) σε όλα τα επίπεδα της αγροτικής παραγωγής συνιστούν ορισμένους από τους σημαντικούς συντελεστές που αναμένεται να μεταβάλλουν ραγδαία την καλλιεργητική και παραγωγική διαδικασία στην αγροδιατροφική παραγωγική αλυσίδα.

Τεχνολογίες ακριβείας: Διαδίκτυο των Πραγμάτων και αισθητήρες πεδίου υγρασίας, θερμοκρασίας, αζώτου και φυλλώματος (π.χ. μέσω μηχανικής όρασης)

- παθητικοί και ενεργοί αισθητήρες ακριβείας (π.χ. τύπου LiDAR, βιο-αισθητήρες, πολυφασματικές κάμερες, σαρωτές λέιζερ)
- δορυφορικά συστήματα πλοήγησης και εντοπισμού θέσης (Global Navigation Satellite Systems και GPS)· δορυφορικά συστήματα παρακολούθησης, απεικόνισης και μικροτηλεσκοπικής ανάλυσης (satellite imagery and analytics)
- εφαρμογές τηλεπισκόπησης για πολυφασματική χαρτογράφηση της παραγωγής
- τεχνολογίες εφαρμογής μεταβλητών δόσεων λιπασμάτων και αγροχημικών
- τεχνολογίες μεταβλητών δόσεων αρδευτικού νερού
- συστήματα αξιοποίησης μετεωρολογικών παραμέτρων (αγρομετεωρεωλογία)
- συστήματα διαχείρισης παρασίτων βάσει αισθητήρων (sensor-based pest management)



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

- βελτίωση σε θέματα συνδεσιμότητας, δικτύων και υποδομών· υιοθέτηση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης σε όλα τα επίπεδα της γεωργικής παραγωγής (advanced data analytics).

Ρομποτική-αυτοματισμοί: συστήματα υποβοήθησης πλοήγησης γεωργικών ελκυστήρων με GPS (auto-guidance), σύγχρονος μηχανολογικός εξοπλισμός με εναέρια (advanced remote sensing, π.χ. farmdrones) ή επίγεια μέσα (ground-based sensors)

- αυτοματοποίηση και ρομποτικές εφαρμογές (farmbots/agribots, robotic agriculture and phytotechnology).

Ολοκληρωμένη διαχείριση: ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης αγροκτημάτων (integrated farm management systems)

- νέες λογισμικές εφαρμογές και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (cloud-based vs client based)

- υπολογιστικό νέφος

- βάσεις δεδομένων ως στοιχεία πιστοποίησης εργασιών· ραγδαία αύξηση σε επίπεδο διαθέσιμου όγκου δεδομένων· νέα εργαλεία ανάλυσης μέσω σύγχρονων λογισμικών εφαρμογών.

Ανάδυση νέων τεχνολογικών εταιρειών και διαμόρφωση ενός νέου επιχειρηματικού και επενδυτικού οικοσυστήματος έντασης τεχνολογίας (π.χ. νεοφυείς εταιρίες, νέα επιχειρηματικά μοντέλα και ψηφιακές γεωργικές υπηρεσίες, σχήματα VC's, νέα χρηματοδοτικά εργαλεία).

Βελτίωση αγροτικής παραγωγικότητας και κερδοφορίας μέσω συστηματικής ψηφιοποιημένης παρακολούθησης ποσοτικών δεδομένων (π.χ. αισθητήρες μέτρησης εδάφους, υγρασίας, φυλλώματος, αισθητήρες κολάρων, αισθητήρες θηλάστρων) και εικόνας (μέσω μηχανικής όρασης)



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

- βελτίωση ποιότητας προϊόντων μέσω χρήσης αγροχημικών εισροών σε ακριβή χρόνο και ακριβείς ποσότητες
- ακριβής εφαρμογή παρασιτοκτόνων
- περιορισμός κόστους παραγωγής
- ανάγκη εξειδικευμένης πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο σε επίπεδο ζωνών, φυτών ή διαδικασιών
- ανάγκη έγκαιρης προειδοποίησης για την αντιμετώπιση ασθενειών και απότομων κλιματολογικών αλλαγών· ασφάλεια τροφίμων και συστηματική παρακολούθηση ποσοτικών δεδομένων ως προς την αυθεντικότητα, τη διατήρηση της ποιότητας και τη βιοασφάλεια.

Σύστοιχες αλλαγές σε διαφορετικά επίπεδα μετασχηματισμού σε όλο το εύρος της αλυσίδας αξίας που εκτείνεται από τη λεπτομερή παρακολούθηση του παραγωγικού περιβάλλοντος και την ορθολογική χρήση πρώτων υλών (π.χ. λίπανση, άρδευση) έως την αποθήκευση-συντήρηση (π.χ. παρακολούθηση αποθεμάτων), τη μεταποίηση-παραγωγική διαδικασία (π.χ. αισθητήρες δεξαμενών), την ιχνηλασιμότητα προϊόντων μέσω αισθητήρων/ψηφιακών εφαρμογών, την προώθηση και διάθεση προϊόντων, την ανάδυση ψηφιακών επιχειρηματικών μοντέλων σε επίπεδο B2C και B2B κ.α.

Σημασία νέων προδιαγραφών ποιότητας και ασφάλειας τροφίμων (π.χ. περιορισμένη χημική επιβάρυνση) σε επίπεδο εμπορικών δικτύων και μεγάλων αγοραστών αγροτικών προϊόντων.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Περιορισμός περιβαλλοντικού αποτυπώματος

- ορθολογική χρήση πόρων· περιορισμός συμπίεσης του εδάφους (τεχνολογίες πλοήγησης)
- περιορισμός κατανάλωσης νερού και ενέργειας (μεταβλητή εφαρμογή δόσεων)
- περιορισμός της χρήσης χημικών.

Σημασία ανάδυσης νέων καταναλωτικών συνηθειών και σημασία υγιεινής διατροφής

- θέματα ανθρώπινης υγείας
- θέματα βιοασφάλειας.

Σημασία συνδυαστικής ανάδυσης νέων προτεραιοτήτων και μέτρων πολιτικής που συμπίπτουν στη στρατηγική κατεύθυνση προώθησης της τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας σε επίπεδο αγροτικής παραγωγής, την υποστήριξη της περιφερειακής οικονομικής ανάπτυξης, την προώθηση συστημάτων περιβαλλοντικής αειφορίας και βιωσιμότητας, την ανάπτυξη εργαλείων παρακολούθησης ποιότητας και ιχνηλασιμότητας (traceability) και την παραγωγική αναβάθμιση αλυσίδων αξίας μέσα από τη βελτίωση δεικτών παραγωγικότητας, ποιότητας προϊόντων και περιορισμού χημικών επιβαρύνσεων.

Η ακολουθία που συγκροτεί αυτό που σήμερα καλείται «γεωργία ακριβείας» αναμένεται να προκαλέσει ριζικές αλλαγές στην αγροτική παραγωγή, προσφέροντας νέες τεχνικές και επιχειρησιακές δυνατότητες. Συγχρόνως, ο τεχνολογικός μετασχηματισμός τροφοδοτείται και συμπλέει με μια σειρά σημαντικών επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων σε διαφορετικά επίπεδα που θα μεταβάλλουν τον τομέα της αγροτικής παραγωγής και των τροφίμων



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

στα επόμενα χρόνια (π.χ. μοριακή βιολογία, βιοτεχνολογία και βιο-επιστήμες, βιο-χημική τεχνολογία, νανοτεχνολογία, «έξυπνος» αγροτικός εξοπλισμός και νέα επιχειρηματικά μοντέλα από παρόχους/προμηθευτές τεχνολογίας), σε συνάρτηση με νέες τεχνικές και πρακτικές καλλιεργειών που καθίστανται τεχνικά πλέον εφικτές (π.χ. υδροπονικές καλλιέργειες, αστική και κάθετη γεωργία) . Εντούτοις, είναι γεγονός ότι τα βασικά ερωτήματα προς διερεύνηση δεν αφορούν μόνο στο είδος και τους συνδυασμούς των νέων τεχνολογικών εφαρμογών και τις άμεσες παραγωγικές επιδράσεις τους αλλά επικεντρώνονται πλέον στους όρους, τα πιθανά εμπόδια και τις προϋποθέσεις αποτελεσματικής υιοθέτησης των νέων τεχνολογικών συστημάτων. Όπως θα αναφερθεί αναλυτικότερα παρακάτω, η αποτελεσματική υιοθέτηση νέων τεχνολογικών ικανοτήτων συνιστά προϊόν μιας δέσμης προϋποθέσεων, συμπεριλαμβανομένου του εκάστοτε πλαισίου εφαρμογής σε μακροσκοπικό και μικρο-οικονομικό επίπεδο (π.χ. κλίμακα παραγωγής, συμπληρωματικές υποδομές, επίπεδο γνωσιολογικής επάρκειας, τεχνική και εμπορική αποτελεσματικότητα, εργαλεία χρηματοδότησης). Σύμφωνα με τα βασικά πορίσματα της παρούσας διερεύνησης, η ευρύτερη υιοθέτηση των αναδυόμενων τεχνολογικών αλλαγών δεν αποτελεί μια αυτόματη διαδικασία -ιδιαίτερα για τις μικρές γεωργικές εκμεταλλεύσεις, τις παραγωγικές μονάδες μικρότερης κλίμακας και τις περιπτώσεις λιγότερο ανεπτυγμένων, τεχνολογικά και επιχειρηματικά, αγροτικών οικονομιών-, ενώ διακρίνεται από υψηλό βαθμό διαφοροποίησης σε επίπεδο οικονομιών, περιφερειών και υπο-κλάδων που συναρτάται από ένα σύνολο ειδικών χαρακτηριστικών, εμποδίων, ανασχετικών παραγόντων και προϋποθέσεων. Ο βαθμός τεχνολογικής ενσωμάτωσης συνδέεται επίσης με τη δυνατότητα παραγωγής εμπορεύσιμων προϊόντων και το βαθμό συμμετοχής σε ευρύτερα παραγωγικά και εμπορικά δίκτυα.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Η αγροδιατροφική αλυσίδα είναι ιδιαίτερα σύνθετη και συμπεριλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων σε επίπεδο παραγωγής, διάθεσης και προώθησης προϊόντων. Η εκμηχάνιση και η ψηφιοποίηση της αγροτικής παραγωγής μεταβάλλει σταδιακά το σύνολο των παραγωγικών δραστηριοτήτων τόσο στο πεδίο τόσο της παραγωγικής διαδικασίας (π.χ. καλλιέργεια, εκτροφή ζωικού κεφαλαίου) όσο και στο επίπεδο των ευρύτερων αλυσίδων αξίας, ήτοι διαχείριση πρώτων υλών, καλλιέργεια και συγκομιδή, αποθήκευση και συντήρηση, μεταποίηση και επεξεργασία καθώς και διάθεση προϊόντων και εμπορική διανομή.

Οι αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία επιδρούν σε όλο το φάσμα και τα μετέπειτα στάδια μετεπεξεργασίας του αγροτικού προϊόντος . Σε αυτό το πλαίσιο, μεταβολές που εκτυλίσσονται ταχύτερα σε ορισμένα επίπεδα (π.χ. ανάδυση τάσεων, προτύπων και αναγκών για ενισχυμένη ιχνηλασιμότητα και αξιοποίηση δεδομένων για τη διαχείριση της ποιότητας), προκαλούν αλυσιδωτές και ασύμμετρες αλλαγές και νέες προδιαγραφές κατά μήκος της ήδη σύνθετης αλυσίδας αξίας της αγροτικής παραγωγής, γεγονός που αφενός αναδεικνύει τη σημασία του παράγοντα ταχύτερης προσαρμογής σε νέα παραγωγικά και εμπορικά πρότυπα που θα επιτρέψουν τη συμμετοχή σε συγκεκριμένα στάδια (αρχικά και τελικά) ευρύτερων παραγωγικών αλυσίδων, αφετέρου, ενισχύει τη σημασία των εκάστοτε τοπικών συμπληρωματικών προϋποθέσεων ως προς την τεχνική και οικονομική εφικτότητα των απαιτούμενων παραγωγικών αλλαγών. Συνιστά κοινή παραδοχή ότι τα άμεσα δυνητικά οφέλη της γεωργίας ακριβείας αφορούν στη βέλτιστη αποδοτικότητα παραγωγής, την οικονομική αποδοτικότητα, την ελαχιστοποίηση του ρίσκου καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας παραγωγής, με ταυτόχρονο περιορισμό των επιπτώσεων στο ευρύτερο περιβάλλον (π.χ. ρύπανση εδάφους). Συνεπώς, από την



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

πλευρά της παραγωγής, η αξιοποίηση των αναδυόμενων τεχνολογιών, εν συντομία, αποσκοπεί στη βελτίωση των αποδόσεων των καλλιεργειών, στη βελτίωση της οργανικής ποιότητας των προϊόντων, στη διαμόρφωση εργαλείων ολοκληρωμένης διαχείρισης παραγωγικής δραστηριότητας και εφοδιαστικής αλυσίδας, στον περιορισμό του κόστους και στην αύξηση της παραγωγικότητας καθώς και στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Καλύτερη γνώση και πληροφόρηση επί των δεδομένων και των συντελεστών της παραγωγικής διαδικασίας μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο για τον προσαρμοσμένο συντονισμό της παραγωγής στις τοπικές συνθήκες και ιδιαιτερότητες, ενώ μπορούν να συμβάλλουν στην προγνωστική ικανότητα των παραγωγών μέσω συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης.

Από την άλλη πλευρά, όπως προκύπτει από την παρούσα διερεύνηση, η διαθεσιμότητα και η παραγωγική αξιοποίηση των νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων επιφυλάσσει νέες μορφές διαφοροποίησης ανάμεσα σε περιπτώσεις χαμηλής ή υψηλής τεχνολογικής υιοθέτησης και παραγωγικής προσαρμογής. Η υφιστάμενη παραγωγική θέση (π.χ. σχετική τεχνολογική και οργανωτική επάρκεια, υφιστάμενο απόθεμα δεξιοτήτων, κλίμακα παραγωγής, παραγωγή εμπορεύσιμων προϊόντων, συμμετοχή σε παραγωγικά και εμπορικά δίκτυα, δυνατότητα πρόσβασης σε χρηματοδότηση) συνιστά μια βασική προϋποτιθεμένη συνθήκη ως προς την ετοιμότητα υιοθέτησης νέων τεχνολογικών συστημάτων, την ικανότητα επαρκούς και αποτελεσματικής αξιοποίησης τους καθώς και τη διασφάλιση αποδοτικών οφελών από τη χρήση τους.

Η κατανόηση των παραγόντων διαφοροποίησης, των ανασχετικών παραμέτρων και των (μακροσκοπικών και επιχειρησιακών) εμποδίων



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

υιοθέτησης σε κάθε επιμέρους επίπεδο στόχευσης (π.χ. υπο-κλάδος, προϊόν, παραγωγική μονάδα, γεωγραφική περιοχή) συνιστά σημαντική διάσταση ως προς το σχεδιασμό πολιτικών διαμόρφωσης ενός ευνοϊκού πλαισίου διευκόλυνσης της τεχνολογικής διείσδυσης και της παραγωγικής προσαρμογής, ιδιαίτερα σε υστερούσες αγροτικές οικονομίες, περιφέρειες και παραγωγικές μονάδες μηδενικής ή χαμηλής τεχνολογικής ενσωμάτωσης. Επί παραδείγματι, ο χαμηλός βαθμός υιοθέτησης που παρατηρείται σε εγχώριο επίπεδο, σε μεγάλο βαθμό συνδέεται με τα βασικά χαρακτηριστικά που διέπουν την αγροτική παραγωγή και τον αγροδιατροφικό κλάδο, την εσωτερική του συγκρότηση ως προς κρίσιμες παραγωγικές και συστημικές διαστάσεις (π.χ. ρυθμοί αναβάθμισης συντελεστών αγροτικής παραγωγής, παραγωγικές δυνατότητες, επίπεδα παραγωγικότητας, συνθήκες οργάνωσης, παραδοσιακές παραγωγικές μονάδες μικρής κλίμακας, περιορισμένος βαθμός συνεργατικών σχημάτων, βαθμός ανάπτυξης διακλαδικών διασυνδέσεων, επίπεδο διαθέσιμων δεξιοτήτων, διαθεσιμότητα υπηρεσιών τεχνικής βοήθειας, τεχνολογικές και ψηφιακές υποδομές) καθώς και την σχετική παραγωγική και ανταγωνιστική θέση των επιμέρους υποκλάδων στις ευρύτερες αλυσίδες αξίας (π.χ. συμμετοχή σε αρχικά και τελικά στάδια, παραγωγή προϊόντων χαμηλής ή υψηλής προστιθεμένης αξίας).

Υπό αυτό το πρίσμα, οι ενέργειες διευκόλυνσης της τεχνολογικής διείσδυσης δύνανται να αποτελέσουν αποτελεσματικούς μηχανισμούς παραγωγικής προσαρμογής, υπό την προϋπόθεση του συνδυασμού τους με συνολικότερες πολιτικές αναβάθμισης του εγχώριου παραγωγικού κλαδικού συστήματος που θα στοχεύουν ενεργά στη βελτίωση των μακροσκοπικών παραγωγικών παραμέτρων κατά μήκος της αλυσίδας αξίας καθώς και στην ενεργή υποστήριξη εκσυγχρονισμού των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και παραγωγικών μονάδων.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

5. Προϋποθέσεις διείσδυσης νέων τεχνολογιών

Οι πρώτες εφαρμογές γεωργίας ακριβείας που βασίζονται στο βέλτιστο συνδυασμό των αγρο-παραγωγικών εισροών και διαδικασιών (local resource management), φαίνεται να εντοπίζονται στις αρχές της δεκαετίας του 1990 σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, Δανία, Γερμανία και Μ. Βρετανία, μέσα από εφαρμογές τοπικά εντοπισμένων τεχνικών μεταβλητών δόσεων (site-specific nutrient management-SSNM) που σε συνδυασμό με συστήματα ψηφιοποιημένης χαρτογράφησης και εντοπισμού θέσης (GPS) προσφέρουν σταδιακά νέες δυνατότητες διαχείρισης των καλλιεργειών (computer aided farming). Οι εφαρμογές αναπτύσσονται αρχικά σε εκτατικές καλλιέργειες και επεκτείνονται σταδιακά σε περισσότερους τύπους αγροτικής παραγωγής (π.χ. ρύζι, αμπέλι), σε συν-εξελικτικό συνδυασμό με τις εξελίξεις σε πλήθος τεχνολογικών συντελεστών αλλά και παράλληλες μεταβολές σε επίπεδο εμπορικών δικτύων και καταναλωτικών προτύπων. Η γεωργία ακριβείας δεν αποτελεί μια συγκεκριμένη τεχνολογία αλλά συνιστά ένα ευρύ σύστημα νέων τεχνολογικών εφαρμογών σε όλα τα διαφορετικά επίπεδα της αγροτικής παραγωγής. Η οικονομική και παραγωγική αποτελεσματικότητα από την εφαρμογή των νέων πρακτικών ποικίλει ανάλογα με τον τύπο καλλιέργειας αλλά και ευρύτερες παραμετρικές μεταβλητές που συνδέονται με το επίπεδο παραγωγικών γνώσεων, υποδομών, βαθμό ανάπτυξης της παραγωγικής αλυσίδας, οργανωτικό επίπεδο κ.α. Εντούτοις, όπως προκύπτει από την παρούσα διερεύνηση, η υιοθέτηση των παραπάνω λύσεων διακρίνεται από πολύ υψηλό βαθμό διαφοροποίησης ως προς το βαθμό διείσδυσης και την αποδοτικότητα τους (σε επίπεδο υπο-κλάδου, προϊόντος, τεχνολογίας και παραγωγικής μονάδας), ενώ προϋποθέτει συγκεκριμένους όρους και μια σειρά άλλων τεχνικών και οργανωτικών παραμέτρων που



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

καθιστούν βιώσιμη και αποτελεσματική τη μετάβαση σε νέα πρότυπα καλλιεργειών.

Η αυξημένη και αποτελεσματική υιοθέτηση νέων τεχνολογικών συντελεστών ωστόσο συνδέεται τόσο με μακροσκοπικούς παράγοντες του ευρύτερου κλάδου και των διασυνδέσεων του (π.χ. θέση σε αρχικά ή τελικά στάδια ευρύτερων αλυσίδων αξίας, επίπεδο συνθετότητας τελικών προϊόντων) όσο και με μικρο-οικονομικές και επιχειρησιακές παραμέτρους (site-specific) σε επίπεδο ιδιαιτεροτήτων υπο-κλάδων, προϊόντων, γεωγραφικών περιοχών, παραγωγικών μονάδων και τοπικών γεωγραφικών, κλιματολογικών και παραγωγικών συνθηκών πλαισίου. Εν συντομία, οι βασικές προκλήσεις ως προς την ενσωμάτωση λύσεων στο επίπεδο της γεωργίας ακριβείας αφορούν τόσο στις μακροσκοπικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν το παραγωγικό περιβάλλον του κλάδου και των επιμέρους υπο-κλάδων, όσο και τις μικρο-οικονομικές συνθήκες και επιλογές σε επίπεδο προϊόντων και παραγωγικών μονάδων. Συγκεκριμένα, χαρακτηριστικοί παράγοντες ιδιαίτερης σημασίας αφορούν στο κόστος ενσωμάτωσης νέων λύσεων, την απουσία οργανωμένων δομών παροχής εξειδικευμένων γνώσεων, τη σχετική έλλειψη αναγκαίων επαγγελματικών, ψηφιακών και επιχειρηματικών δεξιοτήτων (π.χ. ικανότητα προεκτίμησης απόδοσης και βιωσιμότητας εγχειρημάτων υιοθέτησης νέων τεχνολογιών) και την περιορισμένη ανάπτυξη στοχευμένων μηχανισμών χρηματοδότησης, σε συνδυασμό με διαρθρωτικά χαρακτηριστικά που αφορούν στη μέση κλίμακα παραγωγής, την παραγωγική εξειδίκευση καθώς και την ποιότητα, εμπορευσιμότητα και τη θέση των επιμέρους προϊόντων σε ευρύτερες αλυσίδες. Η ολοκληρωμένη κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων του εγχώριου κλάδου –και των επιμέρους υπο-κλάδων καθώς των παραγωγικών συνιστωσών και ιδιαιτεροτήτων του, συνιστά βασική συνθήκη για την αναγνώριση των καθοριστικών επιμέρους



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

προϋποθέσεων επιτάχυνσης ενός παραγωγικού εκσυγχρονισμού και κατ' επέκταση το σχεδιασμό των κατάλληλων πολιτικών. Σε μακροσκοπικό επίπεδο, είναι γεγονός ότι η γεωργία ακριβείας επιφυλάσσει σημαντικές προκλήσεις που θα προκύψουν από την ανάδυση νέων διαφοροποιήσεων ανάμεσα σε καλλιέργειες υψηλότερης έντασης γνώσης και τεχνολογίας -που θα συνδυάζονται με προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας- και καλλιέργειες περιορισμένων τεχνολογικών ικανοτήτων. Η επίπτωση από τους τρέχοντες τεχνολογικούς και παραγωγικούς μετασχηματισμούς αναδεικνύεται ασύμμετρη και άνιση τόσο μεταξύ διαφορετικών χωρών, όσο και μεταξύ διαφορετικών περιφερειών ακόμη και σε παραδοσιακούς κλάδους που εκσυγχρονίζονται τεχνολογικά .

Συνεπώς, μια γενικευμένη και συμπεριληπτική μετάβαση (inclusive transition) σε μοντέλα «γεωργίας ακριβείας», σε επίπεδο χώρας, περιφέρειας, γεωγραφικής περιοχής ή παραγωγικής μονάδας, δεν θα αποτελέσει μια αυτόματη διαδικασία που θα προκύψει χωρίς τον σχεδιασμό κατάλληλων πολιτικών προσαρμογής –σε επίπεδο τεχνολογίας, δεξιοτήτων και επιχειρηματικής ανάπτυξης-, όπως αυτές υλοποιούνται σε αρκετές ανεπτυγμένες περιφέρειες διεθνώς που ήδη βρίσκονται σε προχωρημένα επίπεδα εφαρμογής και υιοθέτησης. Διαχρονικά, η αξιοποίηση των τεχνικών λύσεων ενός αναδυόμενου τεχνολογικού κύματος δύναται να αποτελέσει ένα «όχημα υπέρβασης» παραγωγικών υστερήσεων και διαμόρφωσης μιας ποιοτικής παραγωγικής μετάβασης, προϋποθέτει ωστόσο συντονισμένες παρεμβατικές ενέργειες και στοχευμένες στρατηγικές επιλογές που συνδέονται με την αναβάθμιση μιας δέσμης παραγωγικών συντελεστών και παραμέτρων κατά μήκος της αλυσίδας αξίας (π.χ. υποδομές, γνώσεις, δεξιότητες, τεχνική καθοδήγηση, στρατηγική επιλογή και σύζευξη αναγκών υπο-κλάδων και τεχνολογικών λύσεων). Ειδικότερα



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

ως προς την ελληνική περίπτωση που αποτέλεσε και παράλληλη διάσταση ιδιαίτερης επικέντρωσης στην παρούσα έρευνα, σημαντικότεροι παράγοντες σε μακροσκοπικό επίπεδο, αναδεικνύονται, κατ' αρχάς, οι τεχνολογικές υποδομές, η πρόσβαση σε δίκτυα ευρυζωνικότητας και η συνδεσιμότητα. Σύστοιχα ως προς τις τεχνολογικές υποδομές, σημαντικό ρόλο κατέχουν οι κρίσιμες συμπληρωματικές υποδομές βάσης (π.χ. πρόσβαση σε υποδομές ενέργειας, μεταφορικές υποδομές) που επηρεάζουν το συνολικό περιβάλλον παραγωγής και τα σχετικά κέντρα κόστους. Η τεχνολογική διείσδυση δεν συντελείται εν κενώ αλλά στο πλαίσιο παραγωγικών δραστηριοτήτων και περιβαλλοντικών παραμέτρων που μπορούν να λειτουργήσουν ενισχυτικά ή ανασχετικά ως προς την εφικτότητα και την αποδοτικότητα εν σχέσει με την εφαρμογή τεχνολογικών αλλαγών. Πέραν των υποδομών, σημαντικός παράγοντας διαπιστώνεται ότι είναι το γενικό γνωσιολογικό υπόβαθρο. Όπως προκύπτει ως κοινή παραδοχή από την παρούσα πρωτογενή έρευνα, η εκπαίδευση, το επίπεδο των επαγγελματικών δεξιοτήτων και οι θεσμοί κατάρτισης σε θέματα αγροτικής παραγωγής συνιστούν παραμέτρους υψηλής σημασίας, δεδομένης της σημασίας επαρκούς κατανόησης, αξιοποίησης και συνδυασμού των νέων εργαλείων και συστημάτων που θα οδηγήσουν στην επιτυχή εφαρμογή των νέων πρακτικών. Χρήζει σπουδαιότητας η επισήμανση ότι κρίνεται σημαντική τόσο η αρχική εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες όσο και η ανάπτυξη δεξιοτήτων που αφορούν στην αποδοτική και αποτελεσματική χρήση των νέων τεχνολογιών.

Αντίστοιχα, κρίνεται ιδιαίτερης σημασίας τόσο η ανάπτυξη τεχνικών και ψηφιακών δεξιοτήτων, όσο και η καλλιέργεια επιχειρηματικών δεξιοτήτων που θα διευκολύνουν την τεχνο-οικονομική προ-εκτίμηση και αξιολόγηση αποδοτικότητας των νέων παραγωγικών και τεχνολογικών προτύπων. Επιπλέον, η οικοδόμηση θεσμών υποστήριξης και συνεργασίας μεταξύ παραγωγών που θα μπορούσαν να



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

συμβάλλουν στην εμφάνιση της παραγωγικής εξειδίκευσης, στη διαμόρφωση τοπικών αλυσίδων αξίας και στη διαμόρφωση οικονομιών κλίμακας αποτελούν σημαντικές παραμέτρους. Η ανάπτυξη σχημάτων συνεργασίας και σύγχρονων δικτύων παραγωγών μπορεί να συμβάλλει σε πολλά διαφορετικά επίπεδα (π.χ. συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων, συλλογική εκπαίδευση). Παρομοίως, η διαθεσιμότητα και η πρόσβαση σε συμβατά εργαλεία χρηματοδότησης συνιστούν παράμετρο του επιχειρηματικού περιβάλλοντος που μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στις διαδικασίες τεχνολογικής υιοθέτησης. Η αποδοτικότητα των εργαλείων ωστόσο συναρτάται από την πλαισίωση με πρακτικές οργανωμένων παραγωγικών δραστηριοτήτων και ενδιάμεσων ή τελικών εμπορεύσιμων προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας που θα μπορούσαν δυνητικά αποτελέσουν μέρη ευρύτερων παραγωγικών αλυσίδων σε δια-περιφερειακό επίπεδο (π.χ. οργανωμένα εμπορικά δίκτυα) ή οργανωμένων δικτύων παραγωγής και διάθεσης προϊόντων σε τοπικό επίπεδο (π.χ. σύνδεση πρωτογενούς παραγωγής-τουρισμού). Η συνάρτηση των προϋποθέσεων ενίσχυσης της τεχνολογικής διείσδυσης στην αγροτική παραγωγή συμπληρώνεται από την ανάγκη αντιμετώπισης των εμποδίων που σχετίζονται με το κόστος απόκτησης νέου μηχανολογικού και τεχνολογικού εξοπλισμού και η οποία διάσταση συνδέεται άρρηκτα με το ζήτημα της αποδόσεων επί της επένδυσης, των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της εκάστοτε περίπτωσης ως προς τη διάρθρωση παραγωγής, τη συνθετότητα του παραγόμενου προϊόντος, τη συνάρτηση απόδοσης των παραγωγικών συντελεστών, την κλίμακα και τις τοπικοποιημένες συνθήκες πλαισίου. Συνεπώς, σε μικρο-οικονομικό και επιχειρησιακό επίπεδο ο παράγοντας κόστους και απόδοσης επί των επενδύσεων (return on investment) κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός. Σε επίπεδο αγροτικής παραγωγής, η βελτίωση της παραγωγικότητας καθώς και η μείωση του κόστους σε συνδυασμό με τη διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων αποτελούν βασική διάσταση στη συνάρτηση παραγωγής.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Η «γεωργία ακριβείας» συνδέεται συχνά με τη χρήση νέων μηχανημάτων (π.χ. συστήματα μεταβλητών δόσεων λιπασμάτων, συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων) που σε ορισμένες περιπτώσεις προϋποθέτουν έναν στοιχειώδη βαθμό βασικών επενδύσεων ενσωμάτωσης νέων παραγωγικών συντελεστών (π.χ. αισθητήρες σε καλλιεργητική ή μεταποιητική διαδικασία), γεγονός που εγείρει νέα ζητήματα πρόσβασης των μικρών καλλιεργειών στην τεχνολογική εξέλιξη, τις διαθέσιμες τεχνολογικές εφαρμογές και τα κατάλληλα εργαλεία χρηματοδότησης. Ιδιαίτερα στις κατηγορίες των μεμονωμένων αγροτικών καλλιεργειών και γεωργικών εκμεταλλεύσεων, οι νέες τεχνολογίες αφενός πρέπει να συνδυάζονται με μια κλίμακα οικονομικά αποδοτική, αφετέρου μπορούν να είναι προσβάσιμες μόνο μέσω του συνδυασμού τους με τη διαθεσιμότητα χρηματοδοτικών κεφαλαίων καθώς και την πρόσβαση σε τεχνολογικές υποδομές (π.χ. τηλεμετρικοί σταθμοί για την ευρύτερη και «ανοικτή» παραγωγική αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω υπολογιστικού νέφους) και τεχνολογική γνώση. Εκ μικρο-οικονομικής απόψεως, οι θετικές επιδράσεις από την υιοθέτηση λύσεων γεωργίας ακριβείας διακρίνεται επίσης από διαφοροποίηση και φαίνεται να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ιδιαίτερες συνθήκες παραγωγής της εκάστοτε μονάδας, τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε προϊόντος, τη δυνατότητα επαρκούς αξιολόγησης της σχέσης τεχνικής λύσης και παραγωγικής ανάγκης καθώς και συναφείς χρηματοοικονομικούς παραμέτρους σε μικρο-επίπεδο (ανά τεχνολογικό συντελεστή). Οι παράμετροι αυτοί περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, το αρχικό κόστος τεχνολογικής αναβάθμισης, το κόστος συντήρησης και τα μεταβλητά κόστη, τις επιδράσεις στο εργατικό κόστος και τα οφέλη από την υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών (π.χ. αύξηση παραγωγικότητας, βελτίωση ποιότητας, εξοικονόμηση κόστους). Συνεπώς, η συνάρτηση αποδοτικότητας συνδέεται με παραμέτρους που άπτονται των ειδικών χαρακτηριστικών του μικρο-περιβάλλοντος (π.χ. έδαφος,



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

κλιματολογικές συνθήκες), του επιπέδου των απαιτούμενων επενδύσεων, της συμβατότητας και αποδοτικότητας επιμέρους τεχνολογικών συντελεστών ως προς τις ανάγκες επιμέρους καλλιεργειών καθώς και τις ικανότητες μεγιστοποίησης της αξίας των τεχνικών λύσεων. Εν συνόψει, τα βασικότερα εμπόδια που συνήθως καταγράφονται ως προς την υιοθέτηση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας διαφοροποιούνται ανάλογα με την υπο-κατηγορία των προϊόντων και τις συναφείς ιδιαιτερότητες καλλιεργειών (π.χ. εκτατικές, δενδρώδεις, αμπέλια, οπωροκηπευτικά).

Ένα γενικότερο εμπόδιο σε όλο το φάσμα προϊόντων αφορά στο αρχικό κόστος επένδυσης, σε συνάρτηση με το άμεσο ή έμμεσο κόστος (και δυνητικό κίνδυνο) μετάβασης. Σε αυτό το επίπεδο, αποτυπώνεται, ταυτόχρονα, η διάσταση των ελλειπώς προσαρμοσμένων μηχανισμών χρηματοοικονομικής υποστήριξης εν σχέσει με τις ιδιαιτερότητες και τις δυνατότητες των μικρών παραγωγών. Συγχρόνως, ως σημαντικά εμπόδια καταγράφονται τα θέματα προσβασιμότητας, συνδεσιμότητας και ψηφιακών υποδομών καθώς και οι διαδικασίες εκμάθησης που προϋποθέτουν αλλαγή αρκετών καθιερωμένων τρόπων καλλιέργειας και παραγωγής. Η έλλειψη μηχανισμών καθοδήγησης καταγράφεται επίσης ως σημαντική παράμετρος, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα κατανόησης και ποσοτικής εκτίμησης των οφελών αλλά και προ-εκτίμησης των θετικών οικονομικών επιδράσεων (απόδοση επένδυσης) από την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών (δεδομένης της εγγενούς αβεβαιότητας της αγροτικής παραγωγής και της αστάθειας των σχετικών αγορών). Μια επιπλέον δέσμη παραγόντων αφορά σε πιθανούς τεχνικούς περιορισμούς που συνδέονται με την εγκατάσταση και λειτουργία νέων τεχνολογιών (π.χ. ασυμβατότητα, ολοκλήρωση με συμπληρωματικά συστήματα παραγωγής, προβλήματα λειτουργίας). Εξίσου σημαντική διάσταση αποτελεί και ο παράγοντας του γνωσιολογικού υποβάθρου και των δεξιοτήτων. Η καλύτερη κατανόηση



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

των τεχνολογιών της γεωργίας ακριβείας, η εκπαίδευση και η ανάπτυξη νέων επαγγελματικών και οριζόντιων δεξιοτήτων αποτελούν κρίσιμες προϋποθέσεις επιτάχυνσης των ρυθμών υιοθέτησης των τεχνολογιών. Ιδιαίτερα σε επιχειρησιακό επίπεδο (farm-level/site-specific), προϋπόθεση για την αποτελεσματική εφαρμογή των νέων τεχνολογιών είναι η άρτια γνώση και χρήση εργαλείων καθώς και ο συνδυασμός τους σε συνάρτηση με την επαρκή αξιοποίηση και ανάλυση δεδομένων, την τεκμηριωμένη γνώση παραμέτρων αγροτικής παραγωγής καθώς και την ολοκληρωμένη προσέγγιση (έναντι αποσπασματικής ή σημειακής υιοθέτησης εφαρμογών). Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών συνιστά μέρος μιας ευρύτερης οργανωτικής και παραγωγικής προσαρμογής που μπορεί να συνδυάζει σειρά νέων πρακτικών ως προς τη διαχείριση του εδάφους (π.χ. μεταβλητό όργωμα και παρακολούθηση παραμέτρων μέσω αισθητήρων), μεταβλητή σπορά, λίπανση και χρήση χημικών καθώς και μεταβλητούς τρόπους συγκομιδής βάσει χάρτη σοδειάς.

Ως συνέπεια των παραπάνω μεταβολών σε επίπεδο μηχανολογικού εξοπλισμού, ψηφιοποίησης και εργαλείων λήψης αποφάσεων, αναμένεται η σταδιακή μεταβολή του βασικού επαγγελματικού προφίλ που απαιτείται για την αποτελεσματική διαχείριση σύγχρονων αγροτικών μονάδων παραγωγής, τουλάχιστον όσον αφορά στις προηγμένες περιφέρειες και παραγωγικές περιοχές.

Μια πολύ σημαντική διάσταση στον τομέα της γεωργίας ακριβείας, αφορά στους όρους συμμετοχής των παραγωγικών μονάδων και στη μορφή που θα λάβει η τεχνολογική διάχυση και εφαρμογή των τεχνολογικών ακολουθιών σε διαφορετικά παραγωγικά περιβάλλοντα, στα επόμενα χρόνια. Το μέλλον της γεωργίας ακριβείας φαίνεται σήμερα να αναπτύσσεται μέσα από διαφορετικά επιχειρηματικά μοντέλα τα οποία είτε περιλαμβάνουν παροχή ολοκληρωμένων λύσεων



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

στη βάση ψηφιακών επιχειρηματικών μοντέλων και πλατφορμών (multi-sided markets) και παροχής ψηφιοποιημένων υπηρεσιών προς τους παραγωγούς (π.χ. αγορά βασικού εξοπλισμού και πρόσβαση σε δεδομένα μέσω συνδρομής στην πλατφόρμα, η πρόσβαση στην οποία παρέχεται «ως υπηρεσία»), όπου οι παραγωγικές μονάδες αποτελούν μέρος μιας άκρως ολοκληρωμένης αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, είτε αφορούν σε ανοικτά, συνεργατικά σχήματα που συνδυάζουν τεχνολογικές (π.χ. συλλογική αξιοποίηση δεδομένων μεγάλου όγκου, κοινές ψηφιακές υποδομές) και παραγωγικές συνεργασίες (π.χ. κοινές προμήθειες, τελικά στάδια διάθεσης προϊόντων). Στην τελευταία περίπτωση, η διαμόρφωση συνεργατικών επιχειρηματικών μοντέλων αλλά και η συγκέντρωση ενός αξιόπιστου και μεγάλου όγκου δεδομένων προϋποθέτει τη συμμετοχή ευρύτερων συνεταιριστικών σχημάτων. Υπό αυτό το πρίσμα, η περαιτέρω ανάπτυξη δεδομένων²⁰, υποδομών και εφαρμογών (πλατφόρμες και πρότυπα) αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες εξέλιξης, τόσο σε παραγωγικό όσο και σε επίπεδο επιχειρηματικών μοντέλων και αναπτυξιακών προτύπων. Αντίστοιχα, πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η τεχνολογική και ψηφιακή προσαρμογή των γεωργικών εκμεταλλεύσεων μπορεί να λάβει διαφορετικές μορφές, ανάλογα με το είδος και την κλίμακα των παρεμβάσεων που επιδιώκονται. Σε αρκετές περιπτώσεις, η ανάπτυξη νέων τεχνολογικών συστημάτων, εξοπλισμού και λύσεων εμφανίζεται τεχνο-οικονομικά βιώσιμη προϊόντος του χρόνου –λόγω της πτώσης του κόστους σε συγκεκριμένα τεχνολογικά στοιχεία, π.χ. αισθητήρες- τη στιγμή που η τεχνολογική εξέλιξη τείνει να μετασχηματίσει κρίσιμες και εξειδικευμένες λειτουργίες παραγωγής, καθιστώντας τις απαραίτητες και περισσότερο αποδοτικές (π.χ. προγνωστική παρακολούθηση ευρωστίας και υγείας φυτών).

Εντούτοις, όπως γίνεται κατανοητό, η κλιμάκωση αλλά και μια διευρυμένη και τεχνο-οικονομικά βιώσιμη και αποδοτική χρήση



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

αντίστοιχων προτύπων, προϋποθέτουν μεγαλύτερη κλίμακα παραγωγής και διευρυμένο χρηματοδοτικό και επενδυτικό ορίζοντα ανάλογα με την έκταση των εκάστοτε σχεδίων προσαρμογής και βελτίωσης.

Σε κάθε περίπτωση, η διευκόλυνση της πρόσβασης στις νέες τεχνολογικές εξελίξεις δεν αποτελεί μια γραμμική διαδικασία αλλά συνιστά μέρος των σχετικών πολιτικών μέτρων και κινήτρων που θα στρέψουν τις παραγωγικές και τεχνολογικές τροχιές προς περισσότερο ή λιγότερο αποκεντρωμένες μορφές και συνεργατικά υποδείγματα γεωργικής ανάπτυξης και τα οποία θα διασφαλίζουν πρόσβαση στις νέες τεχνολογίες, σε νέες δεξιότητες και σε χρηματοδοτικά εργαλεία υποβοήθησης της παραγωγικής αξιοποίησης των γνώσεων. Εντούτοις, φαίνεται ότι η μετάβαση σε «ευφυή πρότυπα» συναρτάται από προϋποτιθέμενους όρους που διακρίνουν όλους τους υπόλοιπους τομείς εφαρμογής των νέων τεχνολογικών συντελεστών. Στην περίπτωση της γεωργίας, οι ελάχιστες προϋποτιθέμενες συνθήκες περιλαμβάνουν την ανάπτυξη σχημάτων συνεργασίας που θα προσφέρουν τη δυνατότητα δημιουργίας «οικονομιών συνάθροισης» - σε επίπεδο πρόσβασης σε εξοπλισμό, υποδομές, τεχνογνωσία ή συλλογική συγκέντρωση δεδομένων- καθώς και συντεταγμένες πολιτικές προσαρμογής και οικοδόμησης τεχνολογικών και οργανωτικών ικανοτήτων. Κατά συνέπεια, από τη μια πλευρά αποτελεί γεγονός ότι η τεχνολογική αναβάθμιση του γεωργικού τομέα οδηγεί ήδη σε ριζικές τεχνολογικές και παραγωγικές αλλαγές, ενώ αναμένεται να προσφέρει καθοριστικές λύσεις σε ζητήματα περιβαλλοντικής φύσεως (π.χ. έξυπνη άρδευση και κλιματική αλλαγή), συμβάλλοντας παράλληλα στη βελτίωση της παραγωγικότητας του αγροτικού τομέα καθώς και στη διεύρυνση των δυνατοτήτων ανάπτυξης νέων καλλιεργειών (π.χ. υδροπονία ακριβείας) και διαφοροποιημένων προϊόντων υψηλότερης ποιότητας και προστιθέμενης αξίας. Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός και αξιοποίηση μεθόδων μεταβλητών



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

δόσεων ακριβείας συμβάλλει στο δραστικό περιορισμό των χημικών εισροών στην παραγωγική διαδικασία, γεγονός που βελτιώνει τη διατροφική αξία των προϊόντων. Αντίστοιχα, η ανάπτυξη μεθόδων «προγνωστικής καλλιέργειας» μέσα από τη χρήση αισθητήρων (π.χ. μηχανική επεξεργασία εικόνας), την αλγοριθμική επεξεργασία δεδομένων και την αναγνώριση μοτίβων συμπεριφοράς φυτών συναρτήσει του μικρο-κλίματος, συμβάλλει στη βέλτιστη χρήση εισροών ενέργειας και άλλων παραγωγικών συντελεστών, ενώ οι νέες μέθοδοι άρδευσης ακριβείας συνεισφέρουν στη βέλτιστη χρήση υδατικών πόρων. Σε αυτό το πλαίσιο, τα τελευταία έτη αναδύεται παράλληλα μια νέα τεχνολογική αγορά -ως προς το επίπεδο ανάπτυξης προϊόντων και υπηρεσιών τεχνολογίας- που συγκροτείται μέσα από την έντονη δραστηριοποίηση τεχνολογικών εταιρειών σε νέα τεχνολογικά πεδία και εφαρμογές, όπως λογισμικό διαχείρισης καλλιεργειών, ανάλυση και αλγοριθμική επεξεργασία δεδομένων, αισθητήρες και προηγμένα συστήματα συγκέντρωσης πληροφορίας (sensing), ρομποτικά συστήματα και drones, άρδευση ακριβείας και αγροκτήματα νέας γενιάς.

Κατά συνέπεια, οι τεχνολογικές αυτές εξελίξεις δημιουργούν ένα συνολικό νεοφυές επιχειρηματικό και τεχνολογικό οικοσύστημα που συμπληρώνει τον τομέα της αγροδιατροφής και των γεωργικών εκμεταλλεύσεων από την τεχνολογική σκοπιά, προσφέροντας νέα εργαλεία καθώς και νέες τεχνολογικές και παραγωγικές λύσεις. Το νέο αυτό οικοσύστημα και η διείσδυση των σχετικών τεχνολογικών λύσεων στις παραγωγικές διαδικασίες και δραστηριότητες αναμένεται να αποτελέσει ένα δυνητικό μηχανισμό μετασχηματισμού, διαφοροποίησης και αναζωογόνησης νησίδων αγοράς και καλλιεργειών σε όλο το εύρος του τομέα της αγροδιατροφής, δίνοντας ενδογενή



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

ώθηση σε ένα νέο παραγωγικό και τεχνολογικό τομέα. Από την άλλη πλευρά, είναι αντίστοιχα γεγονός ότι η τεχνολογική προσαρμογή προϋποθέτει διαστάσεις που δημιουργούν «υψηλά εμπόδια εισόδου» για ένα μεγάλο μέρος των βασικών ενδιαφερόμενων μερών σε επίπεδο γεωργικών εκμεταλλεύσεων, προϋποθέτοντας επενδύσεις σε ένα ευρύ σύνολο τεχνολογικών συντελεστών, εντατικοποίηση της χρήσης τους, κλιμάκωση δραστηριοτήτων, συνδυασμό συμπληρωματικών διαστάσεων (π.χ. υποδομές, δεδομένα) και συγκέντρωση σχετικής τεχνογνωσίας. Παράλληλα, φαίνεται να εμφανίζονται νέες τάσεις συγκεντροποίησης μέσα από την ανάδυση νέων επιχειρηματικών μοντέλων που διευκολύνει τη δραστηριοποίηση μεγάλων τεχνολογικών επιχειρήσεων που εισέρχονται ως πάροχοι τεχνολογίας και υπηρεσιών. Στο νέο αυτό περιβάλλον, η τεχνολογική αλλαγή θα αποτελέσει έναν παράγοντα παραγωγικού μετασχηματισμού αλλά πιθανά και ασύμμετρης τεχνολογικής διάχυσης και πρόκλησης νέων μορφών ανισορροπίας στα υφιστάμενα «τεχνο-οικονομικά συστήματα» της γεωργίας που θα προκαλέσει νέα «ρήγματα» σε επίπεδο αγροτικών οικονομιών, υπο-τομέων και παραγωγικών μονάδων. Επί αυτών των αλλαγών, σημειώνεται ότι παρατηρούνται σταδιακά, επάλληλες σημαντικές αλλαγές σε επίπεδο επιχειρηματικών μοντέλων που αφορά όλο το οικοσύστημα που συναποτελεί την αλυσίδα τροφίμων. Η τεχνολογική διείσδυση επηρεάζει άμεσα, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα, το περιεχόμενο των παραγωγικών κρίκων και τα υφιστάμενα επιχειρηματικά μοντέλα της αγροτικής οικονομίας.

Σε επίπεδο εφοδιαστικής αλυσίδας προμηθειών και εισροών (π.χ. λιπάσματα, γεωχημικά, μηχανολογικός εξοπλισμός), ενσωματώνεται ολοένα και περισσότερο το επίπεδο των τεχνολογικών υπηρεσιών (as-a-service) για την παροχή τεκμηριωμένης πληροφορίας (π.χ. δορυφορικά



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

και γεωχωρικά δεδομένα, farm-based analytics) προς τους παραγωγούς και τις παραγωγικές μονάδες.

Σε επίπεδο γεωργικών εκμεταλλεύσεων και παραγωγών, μια σημαντική διάσταση που μεταβάλλεται, εντοπίζεται στην ανάγκη μετασχηματισμού των παραγωγικών μονάδων ως προς την ενσωμάτωση νέων προτύπων παραγωγής, την ανάπτυξη συνεργειών που διευκολύνουν την πρόσβαση σε νέες τεχνολογικές και παραγωγικές δυνατότητες καθώς και τη διαφοροποιημένη συμμετοχή σε ευρύτερα δίκτυα προστιθέμενης αξίας. Η οργανωμένη αγροτική παραγωγή, ιδιαίτερα σε επίπεδο μικρών παραγωγών, αναμένεται στα επόμενα χρόνια να βασίζεται ολοένα και περισσότερο σε παραγωγικά δίκτυα και συνεργασίες (“open agriculture”) που θα περιλαμβάνουν συνέργειες μεταξύ παραγωγών, φορέων έρευνας, παρόχων τεχνολογίας, συμβουλευτικών δικτύων, φορέων χρηματοδότησης και εμπορικών δικτύων. Επιπλέον, οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις προσφέρουν δυνατότητες βελτιωμένης προβλεψιμότητας (predictability), διάσταση που συνδέεται άμεσα τόσο με τη βέλτιστη διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας όσο και με την ενισχυμένη συμμετοχή στην ευρύτερη εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων και τα αντίστοιχα εμπορικά δίκτυα διανομής και προώθησης. Σε επίπεδο δικτύου τεχνικής βοήθειας και γεωπονικής υποστήριξης, αναδεικνύεται περαιτέρω η σημασία παροχής τεχνικών συμβουλών (farm advisory services) ως προς την ενσωμάτωση και αποδοτική παρακολούθηση νέων συστημάτων, δεδομένου ότι μέρος της αγροτικής παραγωγής μετασχηματίζεται σταδιακά προς λιγότερες γεωχημικές λύσεις και περισσότερες ευφυείς εφαρμογές. Αντίστοιχα, σε επίπεδο αλυσίδας τροφίμων, εμπορικών δικτύων και καναλιών διανομής, αναδεικνύονται ολοένα και περισσότερο νέες ποιοτικές και τεχνικές προδιαγραφές που ανταποκρίνονται σε νέες καταναλωτικές συνήθειες (π.χ. αειφορία, ποιοτικά προϊόντα χαμηλής



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

χημικής επιβάρυνσης και υψηλότερης διατροφικής αξίας) και διαμορφώνουν αντίστοιχες ανάγκες προσαρμογής σε όλα τα προηγούμενα στάδια της αλυσίδας αξίας (retail-driven). Η συγκεκριμένη παράμετρος συνεπιδρά με τα νέα πρότυπα και τις νέες τεχνολογικές δυνατότητες διαχείρισης των εφοδιαστικών αλυσίδων που διαμορφώνουν νέες προδιαγραφές βέλτιστης διαχείρισης (π.χ. ιχνηλασιμότητα, ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων μεγάλου όγκου, ταχύτερη ανταπόκριση, αυτοματοποίηση διαδικασιών, προβλεψιμότητα αναγκών και αποθεμάτων).

Προϋποθέσεις και προκλήσεις υιοθέτησης

Πίνακας

	Μακροσκοπικό επίπεδο	Μικρό οικονομικό/επιχειρησιακό επίπεδο
Τεχνολογική διάσταση	Τεχνολογικές και ψηφιακές υποδομές	Κατανόηση χρήσεων και μετρήσιμη προ εκτίμηση δυννητικών ωφελειών υιοθέτησης νέων τεχνολογιών σε επιμέρους ανάγκες



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

	Υποστήριξη ως προς την τεχνολογική ενσωμάτωση	Επιλογή συμβατών λύσεων και αποτελεσματική χρήση νέων τεχνολογιών
Παραγωγική διάσταση	Επίλυση συναφών παραγωγικών και θεσμικών ζητημάτων σε επίπεδο επιμέρους υπο-κλάδων/προϊόντων	Συνδυασμός τεχνολογικής αλλαγής με νέα οργανωτικά πρότυπα
		Υιοθέτηση νέων πρακτικών παραγωγής και διαχείρισης
Γνωσιολογική διάσταση	Δράσεις και εργαλεία επιμόρφωσης και επίδειξης νέων τεχνολογιών	Εξοικείωση με νέες τεχνολογίες
	Δίκτυα και δομές τεχνικής καθοδήγησης (farm advisory services)	Νέες επαγγελματικές, ψηφιακές και τεχνοοικονομικές δεξιότητες



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

	Οικοδόμηση ικανοτήτων ανάπτυξης συνεργατικών σχημάτων αξιοποίησης των νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων	Επιμόρφωση σε νέες πρακτικές καλλιέργειας και παραγωγής
Χρηματοοικονομική διάσταση	Προσαρμοσμένα και στοχευμένα εργαλεία χρηματοδότησης	Αρχικό κόστος υιοθέτησης και δαπάνες συντήρησης
	Φορολογικά κίνητρα για την προώθηση της παραγωγικής προσαρμογής και την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών	Απόδοση επένδυσης (ROI) σε συνάρτηση με ιδιαιτερότητες προϊόντος, συνθηκών παραγωγής και χρηματο-οικονομικές παραμέτρους

5.1. ΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.2. Τάσεις και εξελίξεις στον αγροδιατροφικό τομέα

Οι τελευταίες γεωπολιτικές εξελίξεις και οι συνεπαγόμενες επισιτιστικές επιπτώσεις τους, ήρθαν για να επιβεβαιώσουν την κρισιμότητα του Αγροδιατροφικού τομέα, σε έναν κόσμο που μετασχηματίζεται ραγδαία και, συχνά, με απρόβλεπτους τρόπους.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας



Ο Αγροδιατροφικός τομέας σε αριθμούς

Η σημασία του Αγροδιατροφικού τομέα για την παγκόσμια και την τοπική οικονομία είναι αδιαμφισβήτητη. Στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία για το 2019, η βιομηχανία τροφίμων, ποτών και καπνού διατηρεί την πρώτη θέση σε αριθμό επιχειρήσεων, ανάμεσα στους κλάδους της μεταποίησης (16.263 επιχειρήσεις σε σύνολο 57.014), και αποτελεί τον μεγαλύτερο εργοδότη της εγχώριας μεταποίησης, με ποσοστό 39%.

Την ίδια στιγμή, το 2020, ο εγχώριος αγροτικός κλάδος συνεισέφερε το 4,7% της συνολικής Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας (ΑΠΑ), ενώ απασχολεί πάνω από 400 χιλιάδες άτομα, ή ποσοστό που ξεπερνά το 10% του συνόλου του απασχολούμενου δυναμικού. Ο αριθμός αυτός εμφανίζεται σημαντικά μειωμένος σε σχέση με το 2001, όταν ο κλάδος απασχολούσε 666 χιλιάδες άτομα.

Συγκριτικά, σε παγκόσμιο επίπεδο, η συμβολή του αγροτικού κλάδου στο παγκόσμιο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) υπολογίζεται στο 4,3%. Ενδεικτικό είναι ότι η προστιθέμενη αξία του κλάδου διεθνώς,



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

αυξήθηκε κατά 73% μεταξύ 2000 και 2019, σε περίπου \$3,5 τρισ. Παράλληλα με τη συμβολή του στην οικονομική ανάπτυξη και την ευημερία, ο κλάδος εξασφαλίζει και την κοινωνική συνοχή, ενώ συμβάλλει και στην εξάλειψη της φτώχειας.

Σε επίπεδο Ε.Ε., η Ελλάδα κατέχει τη δεύτερη θέση μετά τη Ρουμανία, όσον αφορά τη συνεισφορά της προστιθέμενης αξίας του αγροτικού κλάδου προς το ΑΕΠ το 2020 (3,5%), την τρίτη θέση, μετά τη Ρουμανία και τη Βουλγαρία, το 2019, ως προς την απασχόληση στον αγροτικό τομέα (10%) και την έβδομη θέση ως προς τον πληθυσμό σε αγροτικές περιοχές επί του συνολικού αγροτικού πληθυσμού της Ε.Ε. (3,6%). Το 2020, η Ελλάδα συνέβαλε στο 3,4% της συνολικής αγροτικής παραγωγής της Ε.Ε., επίδοση που την τοποθετεί στην όγδοη θέση.

Ο Αγροδιατροφικός τομέας συνεισφέρει σημαντικά και στις ελληνικές εξαγωγές. Μετά από πολλά χρόνια, κατά τα οποία το εμπορικό ισοζύγιο των προϊόντων του παρέμεινε ελλειμματικό, το 2020 παρουσίασε πλεόνασμα στο εμπορικό ισοζύγιο, ύψους €207 εκατ., λόγω των βελτιωμένων εξαγωγικών επιδόσεων, σε συνδυασμό με μικρή μείωση των εισαγωγών.

Ο τομέας συνεισφέρει καθοριστικά στην επισιτιστική επάρκεια, είναι κύριος τροφοδότης της μεταποίησης τροφίμων και έχει στενή σύνδεση με τους κλάδους μεταφορών, χονδρεμπορίου και λιανικού εμπορίου. Επιπλέον, υποστηρίζει την εγχώρια βιομηχανία γεωργικών εφοδίων και μηχανημάτων, επηρεάζει τη διεθνή ανταγωνιστικότητα της χώρας και αποτελεί παράγοντα κοινωνικής συνοχής, αφού είναι σημαντική πηγή πλήρους και μερικής απασχόλησης. Παράλληλα, η λειτουργία του συνδέεται με την προστασία του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Η αγροδιατροφή αντιμέτωπη με τεράστιες προκλήσεις

Σήμερα, ο Αγροδιατροφικός τομέας βρίσκεται αντιμέτωπος με τεράστιες προκλήσεις, αλλά και ευκαιρίες.

Μέχρι το 2050, ο τομέας θα πρέπει να τρέφει 40% περισσότερους ανθρώπους και να έχει αυξήσει την παραγωγή τροφίμων κατά 70%, ενώ η καλλιεργήσιμη γη θα έχει αυξηθεί κατά μόλις 10%. Μέχρι τότε, το 68% του παγκόσμιου πληθυσμού θα κατοικεί σε αστικές περιοχές, ενώ εκτιμάται ότι το 12% θα υποσιτίζεται. Το 1970, η καλλιεργήσιμη γη ανά άτομο, παγκοσμίως, υπολογιζόταν στα 3,8 στρέμματα. Το 2000, μειώθηκε στα 2,3, ενώ η πρόβλεψη για το 2050 κυμαίνεται στα 1,5 στρέμματα.

Την ίδια ώρα, η κλιματική κρίση οδηγεί στην επιτακτική ανάγκη λήψης μέτρων για την αντιμετώπιση σοβαρών ζητημάτων που συνδέονται με την Αγροδιατροφή, όπως η σπατάλη τροφίμων, η αλόγιστη χρήση των υδάτινων πόρων, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η υποβάθμιση του εδάφους και η μείωση της βιοποικιλότητας. Σήμερα, η ποιότητα του 75% των χερσαίων εδαφών του πλανήτη έχει υποβαθμιστεί σημαντικά, ενώ, αν συνεχιστεί αυτή η τάση, το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί στο 95% έως το 2050.

Τέλος, οι διατροφικές συνήθειες μεταβάλλονται ραγδαία. Οι καταναλωτές είναι, σήμερα, πιο ευαισθητοποιημένοι, τόσο στα θέματα της υγείας, της ευεξίας και της διατροφής τους, όσο και σε περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα, και αναζητούν «τοπικά, αυθεντικά, ανιχνεύσιμα, διαφανή και ηθικά» τρόφιμα – τα λεγόμενα “LATTE” (Local, Authentic, Traceable, Transparent and Ethical). Η πρόσβασή τους σε websites, mobile apps, καθώς και τα Social Media στα οποία συμμετέχουν, τους παρέχουν τη δυνατότητα ταχύτερης και πληρέστερης ενημέρωσης και επηρεάζουν τη στάση τους και την αφοσίωσή τους στα προϊόντα που επιλέγουν.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Οι καταναλωτές είναι, σήμερα, πιο ευαισθητοποιημένοι, τόσο στα θέματα της υγείας, της ευεξίας και της διατροφής τους, όσο και σε περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα, και αναζητούν «τοπικά, αυθεντικά, ανιχνεύσιμα, διαφανή και ηθικά» τρόφιμα – τα λεγόμενα “LATTE” (Local, Authentic, Traceable, Transparent and Ethical).

Ειδικότερα, ο Αγροδιατροφικός τομέας στην Ελλάδα, παράλληλα με τις παγκόσμιες αυτές προκλήσεις, αντιμετωπίζει και μια σειρά από προβλήματα και ιδιαιτερότητες, μεταξύ των οποίων:

- Το επίπεδο γεωργικής εκπαίδευσης των αγροτών στη χώρα, που είναι από τα χαμηλότερα που καταγράφονται στην Ε.Ε. (στη δεύτερη θέση από το τέλος, με τελευταία τη Ρουμανία), που συνδέεται και με τη μεγάλη ηλικία των αγροτών
- Το μικρό μέγεθος των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και το χαμηλό επίπεδο συνεργασίας
- Το χαμηλό επίπεδο υιοθέτησης τεχνολογικής καινοτομίας

Οι παράγοντες αυτοί, συνδυαστικά, έχουν ως αποτέλεσμα τη χαμηλή παραγωγικότητα του ελληνικού αγροτικού τομέα, σε σχέση με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Ειδικότερα, η παραγωγικότητα της εργασίας του ελληνικού αγροτικού κλάδου (μέση ΑΠΑ ανά απασχολούμενο) ανέρχεται σε €13.144 και αντιστοιχεί στο 65% του μέσου όρου της Ε.Ε.-28 για την τριετία 2017-2019 (€20.175). Η κατάσταση στον κλάδο βιομηχανίας τροφίμων, ποτών και καπνού, είναι καλύτερη, αφού η μέση ΑΠΑ ανά απασχολούμενο για την τριετία 2015-2017 ανήλθε σε €42.828, που αντιστοιχεί στο 80% του ευρωπαϊκού μέσου όρου (€53.246). Ωστόσο, η παραγωγικότητα εργασίας στη βιομηχανία τροφίμων είναι χαμηλότερη σε σχέση με την παραγωγικότητα στη μεταποίηση συνολικά.



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Αναδυόμενες ευκαιρίες επαναπροσδιορίζουν το μέλλον της αγροδιατροφής

Τη δεκαετία του 1940, ένας μέσος αγρότης μπορούσε να παραγάγει τρόφιμα για περίπου 10 άτομα. Σήμερα, οι πρωτοποριακές εξελίξεις στον εξοπλισμό, τη γενετική και τα διαθέσιμα ψηφιακά εργαλεία, επιτρέπουν στον κάθε αγρότη να παράγει τρόφιμα για περισσότερα από 160 άτομα, τα οποία μπορεί να διαμένουν σε μακρινές αποστάσεις. Τα επόμενα χρόνια, οι εξελίξεις στην τεχνολογία αναμένεται να δημιουργήσουν ακόμη μεγαλύτερες ευκαιρίες, για να μπορέσει ο Αγροδιατροφικός τομέας να αυξήσει περαιτέρω την παραγωγικότητά του και να ανταποκριθεί στις προκλήσεις που αντιμετωπίζει.

Η γεωργική εκμετάλλευση του μέλλοντος θα αξιοποιεί την ψηφιακή καινοτομία, μέσα από μια μεγάλη γκάμα συνδεδεμένων συσκευών, ενώ εξελιγμένες τεχνολογίες συλλογής δεδομένων (π.χ. drones, robotic field scanners) και αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης (machine learning) θα βοηθούν τους αγρότες στην παρακολούθηση του αγροκτήματος μέσω πινάκων ελέγχου, και στη λήψη σωστών αποφάσεων.

Παράλληλα, παραγωγικές καινοτομίες θα εξακολουθήσουν να δημιουργούν νέες δυνατότητες που θα συμβάλουν στη μείωση του κόστους, την εκμετάλλευση νέων πόρων και τον περιορισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του Αγροδιατροφικού τομέα. Μεταξύ αυτών:

- Φυτικό κρέας (plant-based meat)

Δημιουργία φυτικών υποκατάστατων κρέατος, αλλά και γαλακτοκομικών προϊόντων, τα οποία διατηρούν τη γεύση και την

Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

εμπειρία του αρχικού ζωικού προϊόντος, χωρίς, όμως, τις θερμιδικές απώλειες ή τις επιπτώσεις στη βιωσιμότητα.

- Κρέας με βάση τα κύτταρα (cell-based meat)

Παραγωγή ζωικών προϊόντων σε ελεγχόμενο εργαστηριακό χώρο, η οποία δε βλάπτει το περιβάλλον μέσω της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και της υπερβολικής κατανάλωσης νερού, και δίνει τη δυνατότητα παραγωγής πιο κοντά στην περιοχή που ζητούνται, μικραίνοντας, έτσι, το εύρος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

- Γεωργία Κάθετης Παραγωγής (vertical farming)

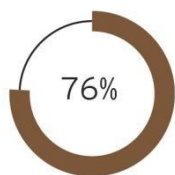
Μια καινοτόμος πρακτική παραγωγής τροφίμων σε κάθετα στοιβαγμένα στρώματα, που γίνεται, συνήθως, σε εσωτερικούς χώρους, όπως αποθήκες ή θερμοκήπια, με τη χρήση τεχνολογίας ελεγχόμενου περιβάλλοντος.

- Πράσινες συσκευασίες

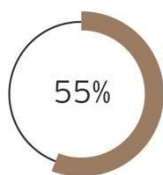
Ευθυγράμμιση των λύσεων συσκευασίας τροφίμων με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, μέσω της μείωσης των πλαστικών συσκευασιών και της χρήσης κομποστοποιησιμων βιοϋλικών.

Η αγροδιατροφή μέσα από τα «μάτια» των επαγγελματιών της

Η μεγάλη σημασία του τομέα αποδίδεται στη:

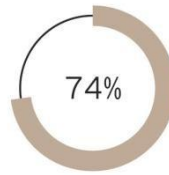


συνεισφορά του τομέα στην εξασφάλιση τροφίμων και στην κατανάλωση φαγητού παγκοσμίως

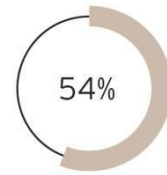


συμβολή του Αγροδιατροφικού τομέα στην οικονομική ανάπτυξη

Δυνατά σημεία του πρωτογενούς τομέα στην Ελλάδα:



ποιότητα των ελληνικών αγροτικών προϊόντων



ιδανικές συνθήκες παραγωγής

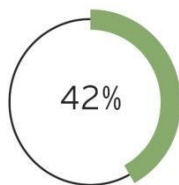


Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Αδύναμα σημεία του πρωτογενούς τομέα στην Ελλάδα:



υψηλό κόστος παραγωγής



μικρές και κατακερματισμένες γεωργικές εκμεταλλεύσεις

Σημαντικότερες παγκόσμιες τάσεις:

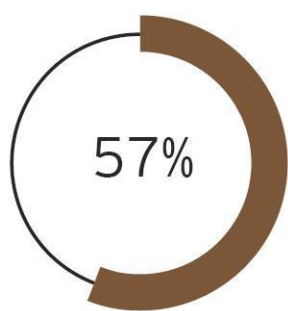


μεταβαλλόμενες καταναλωτικές συνήθειες

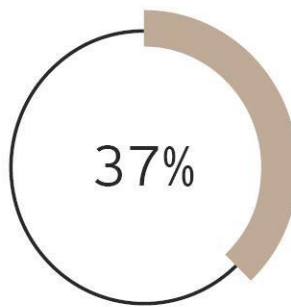


επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και οι νέες περιβαλλοντικές συνθήκες

Κυρίαρχα επιχειρηματικά μοντέλα που θα αναδειχθούν στην ελληνική αγορά:



ηλεκτρονικό εμπόριο



ανάπτυξη της Συμβολαιακής Γεωργίας και Κτηνοτροφίας

Προτάσεις για την επόμενη μέρα του Αγροδιατροφικού τομέα

Το επόμενο κύμα της αγροτικής επιχειρηματικότητας απαιτεί επενδύσεις, κατά μήκος της αλυσίδας αξίας, επικεντρωμένες στη βιωσιμότητα, την καινοτομία και τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα. Με βάση τα στοιχεία της μελέτης και τα ευρήματα της έρευνας, παρουσιάζονται μια σειρά από προτάσεις για τη θωράκιση, την ενίσχυση και τον μετασχηματισμό του Αγροδιατροφικού τομέα στην Ελλάδα:

1. Ολιστική προσέγγιση στην Αγροδιατροφική αλυσίδα, μέσω της ανάπτυξης ανθεκτικών και βιώσιμων αλυσίδων αξίας



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

2. Διαμόρφωση ενός σύγχρονου και ολοκληρωμένου σχεδίου ανάπτυξης
3. Οργανωτικός, λειτουργικός και ψηφιακός μετασχηματισμός όλων των επιχειρήσεων που ανήκουν στην αλυσίδα αξίας του Αγροδιατροφικού τομέα, έχοντας τον άνθρωπο στο επίκεντρο
4. Διευκόλυνση της ανάπτυξης συνεργειών, συνεργασιών, εμποροδιαμεμητικών πλατφορμών, καθώς και συνεργατικού πνεύματος ανάμεσα σε όλα τα μέλη του Αγροδιατροφικού τομέα
5. Έμφαση στην εκπαίδευση και την ενίσχυση των δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού και αποτελεσματική προσέλκυση νέων παραγωγών
6. Ανάπτυξη της εξωστρέφειας με συντονισμένο και επαγγελματικό εξαγωγικό μάρκετινγκ
7. Αποτελεσματικό και σύγχρονο branding
8. Υλοποίηση σημαντικών έργων υποδομής που θα διευκολύνουν όλα τα μέρη του Αγροδιατροφικού τομέα
9. Προστασία του περιβάλλοντος με την υιοθέτηση σύγχρονων παραγωγικών μεθόδων και της τεχνολογίας σε όλο το μήκος της αλυσίδας αξίας
10. Αξιοποίηση όλων των διαθέσιμων χρηματοδοτικών εργαλείων, με έμφαση στην ΚΑΠ και στο Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας
11. Μείωση της σπατάλης των τροφίμων

Συμπερασματικά, η πανδημία μάς βοήθησε να συνειδητοποιήσουμε πώς απρόβλεπτα γεγονότα, όπως οι φυσικές καταστροφές, αλλά και εξελίξεις που γνωρίζουμε, όπως η κλιματική αλλαγή, μπορούν να



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

επιτείνουν τις προκλήσεις. Για να ανταποκριθεί ο Αγροδιατροφικός τομέας, πρέπει να προχωρήσουν οι επιχειρήσεις, ανεξαρτήτως μεγέθους, στον εμπορικό μετασχηματισμό τους, στην ολική μετατροπή του λειτουργικού τους μοντέλου, στην επανεφεύρεση της εφοδιαστικής αλυσίδας τους και στην εκτεταμένη υιοθέτηση της ψηφιακής τεχνολογίας. Για την Ελλάδα, με δεδομένα τα ανταγωνιστικά της πλεονεκτήματα, αλλά και τη σημασία του Αγροδιατροφικού τομέα για την εθνική οικονομία και κοινωνία, είναι επιτακτική ανάγκη η διαμόρφωση μίας πολύπλευρης και ξεκάθαρης στρατηγικής, η οποία θα βοηθήσει στη διαχείριση των αδυναμιών και την αξιοποίηση των ευκαιριών. Οφείλουμε να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις του αύριο, σήμερα.

5.3. Η τεχνολογική αλλαγή ως μηχανισμός παραγωγικής και αναπτυξιακής μετάβασης

Οι βασικές τάσεις, καταδεικνύουν ότι στα επόμενα έτη αναμένεται να διαμορφωθεί ένα ευρύτερο στρατηγικό περιβάλλον που θα στοχεύσει ενεργά, μέσα από ένα ευρύ πλέγμα εργαλείων, σε δράσεις παραγωγικής αναβάθμισης με διαστάσεις τεχνολογικού εκσυγχρονισμού και βιώσιμης παραγωγής τροφίμων. Σε συνάρτηση με όλα τα παραπάνω, το κεντρικό ζήτημα που αναδεικνύεται ως προς την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στην αγροτική παραγωγή, αφορά στην αποτελεσματική αξιοποίηση των νέων τεχνολογικών τάσεων για την ισόρροπη αναπτυξιακή αναβάθμιση των αγροδιατροφικού τομέα μέσα από την ενίσχυση των παραγωγικών συνιστωσών (π.χ. παραγωγικές διαδικασίες, τεχνολογικός εξοπλισμός και ικανότητα, νέες δεξιότητες, ενίσχυση μεταποιητικής αξίας, ολοκλήρωση μεταποιητικών αλυσίδων), τη διευκόλυνση μετάβασης σε νέα παραγωγικά παραδείγματα για τα επιμέρους προϊόντα και την ανάδειξη των



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Οι διαθέσιμες τεχνολογικές δυνατότητες διατηρούν θεωρητικά όλα τα κρίσιμα στοιχεία αναστροφής της αναπτυξιακής υστέρησης και του αναπτυξιακού υποδείγματος του αγροτικού τομέα στην Ελλάδα μέσα από την τεχνολογική και παραγωγική αναβάθμιση που θα ενισχύσει την συνολική παραγωγικότητα, την ενίσχυση των επαγγελματιών, ψηφιακών και επιχειρηματικών γνώσεων και δεξιοτήτων, τη βελτίωση των ψηφιακών υποδομών, την ενίσχυση υφιστάμενων νησίδων παραγωγής σε επίπεδο προϊόντων ιδιαίτερης προστιθέμενης αξίας, την ανάδειξη τοπικοποιημένων αγροδιατροφικών συστημάτων μέσα από την οικοδόμηση πολύ-παραγωγικών συνεργειών καθώς και τη βιωσιμότητα του παραγωγικού υποδείγματος μέσω της ορθολογικής αξιοποίησης των παραγωγικών συντελεστών και των φυσικών πόρων.

Εντούτοις, το βασικό ερώτημα αφορά περισσότερο στις προϋποτιθέμενες συνθήκες που καθιστούν εφικτή και αποτελεσματική τη διάχυση των νέων τεχνολογιών σε συνάρτηση με την αντιμετώπιση των σχετικών εμποδίων και γενικών προϋποθέσεων. Η υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, όσο διαπιστώνονται εμπόδια υιοθέτησης που συνδέονται είτε με την ελλιπή κατανόηση και εξειδίκευση των πιθανών ωφελειών, είτε με την περιορισμένη τεchnο-οικονομική δυνατότητα υιοθέτησης νέων λύσεων, την ανάληψη νέων επενδύσεων και την αξιοποίηση τους στην κατεύθυνση παραγωγικού εκσυγχρονισμού και παραγωγής προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Ιδιαίτερα σε επίπεδο μικρών γεωργικών εκμεταλλεύσεων, μικρών παραγωγών ή περιμετρικών περιφερειών -όπου διαπιστώνονται περισσότερα εμπόδια ως προς την πρόσβαση σε αναγκαίους πόρους (π.χ. γνώσεις, τεχνολογία, χρηματοδότηση) ή παρατηρούνται ελλείψεις σε επίπεδο βασικών υποδομών (π.χ. συνδεσιμότητα, δομές διαμετακόμισης, μεταφορικά κόστη)-, ο βαθμός υιοθέτησης αναμένεται να παραμείνει χαμηλός και συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

στοχευμένων μέτρων πολιτικής. Αντίστοιχα, οι επιδράσεις από την υιοθέτηση των τεχνολογικών και ψηφιακών δυνατοτήτων αναμένεται να είναι περιορισμένες όταν δεν συνδυάζονται με αναβάθμιση σε όλες τις παραγωγικές διαστάσεις και συγκεκριμένα σε γνωστικό, διεργασιακό, προϊόντικό, οργανωτικό και συνεργατικό επίπεδο. Ακόμη και υπό αυτούς τους περιορισμούς ωστόσο, όπως προκύπτει από την παρούσα διερεύνηση, τα τελευταία έτη παρατηρείται σε εγχώριο επίπεδο μια σταδιακή αύξηση του ρυθμού υιοθέτησης νέων τεχνολογιών με σκοπό την ορθολογικότερη χρήση εισροών. Η σταδιακή τεχνολογική διείσδυση παρατηρείται συχνά στο πλαίσιο υλοποίησης συλλογικών πρωτοβουλιών πιλοτικής εφαρμογής που αναδεικνύουν διαστάσεις χρησιμότητας, εφικτότητας και αποδοτικότητας, ενώ συνδυάζονται με την ενσωμάτωση συστημάτων μοριοδότησης στα Σχέδια Βελτίωσης (σ.σ. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων) καθώς και τη σταδιακή διαμόρφωση ενός οικοσυστήματος εταιρειών παροχής υπηρεσιών γεωργίας ακριβείας και αντίστοιχων πιλοτικών εφαρμογών. Ιστορικά έχει αναδειχθεί ότι η τεχνολογική εξέλιξη διατηρεί το χαρακτηριστικό, υπό ορισμένες συνθήκες, να μεταβάλλει δυνητικά την υφιστάμενη διάρθρωση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων και των τοπικά προσαρμοσμένων οικοσυστημάτων, διαφοροποιημένα σε κάθε επιμέρους χώρα, περιφέρεια, τομέα, υπο-τομέα και προϊόν. Η σημασία άλλωστε του πρωτογενούς τομέα δεν εξαντλείται στη συμμετοχή του ως προς την οικονομική μεγέθυνση αλλά αφορά και στη σημασία του ως προς τις διακλαδικές σχέσεις, στην περιφερειακή ανάπτυξη, στη διαχείριση του περιβάλλοντος καθώς και στην παραγωγή τροφίμων. Συγχρόνως, η αξιοποίηση νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων συνιστά μια δυνητική ευκαιρία για τη διαμόρφωση διαφοροποιημένων αναπτυξιακών μονοπατιών, μέσα από την εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών παραγωγικής και αναπτυξιακής σύγκλισης. Υπό αυτή την οπτική, η συνακολουθία των τεχνολογικών συντελεστών στη γεωργία ακριβείας μπορεί να αποτελέσει μια ευκαιρία «αναπτυξιακού άλματος»



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

(leapfrogging opportunity) και ισόρροπης αναπτυξιακής μετάβασης μέσω της αναβάθμισης κρίσιμων παραγωγικών διαστάσεων της αγροτικής οικονομίας, όπως καλύτερη διαχείριση πληροφορίας, βελτίωση δεικτών παραγωγικότητας, αναβάθμιση ποιότητας προϊόντων και ελαχιστοποιημένη περιβαλλοντική επίπτωση. Οι νέες τεχνολογίες και η αποτελεσματική τους υιοθέτηση επιφυλάσσουν δυνητικά – λαμβάνοντας υπόψη όλες τις μακροσκοπικές και μικροοικονομικές διαστάσεις που προαναφέρθηκαν- τις δυνατότητες υπέρβασης ή «παράκαμψης» σημαντικών παραγωγικών εμποδίων στην αγροτική παραγωγή (π.χ. μικρές καλλιέργειες, περιορισμένος βαθμός εκμηχάνισης, περιορισμένη ανάπτυξη οργανωμένου δικτύου αγρονομικών συμβουλών, περιορισμένα παραγωγικά δίκτυα συνεργασίας, χαμηλός βαθμός κατάρτισης). Η σημασία συντεταγμένων εθνικών και περιφερειακών πολιτικών είναι κρίσιμη σε επίπεδο διαμόρφωσης νέων «ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων» προκειμένου να επιτευχθεί μια αναπτυξιακή μετάβαση σε όρους παραγωγικής και τεχνολογικής και γνωσιολογικής αναβάθμισης. Οι πολιτικές αυτές περιλαμβάνουν τη διαμόρφωση σχετικών τεχνολογικών και ψηφιακών υποδομών (π.χ. συνδεσιμότητα) σε διασύνδεση με την ανάπτυξη ψηφιακών μηχανισμών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Για παράδειγμα, η χαρτογράφηση εδαφικών χαρακτηριστικών σε συνδυασμό με δημιουργία εφαρμογών διαφοροποιούμενης λίπανσης καθώς και η εγκατάσταση αισθητήρων μέτρησης δεδομένων εδάφους (π.χ. υγρασία, θερμοκρασία), η σύνδεση τους με τηλεμετρικούς σταθμούς και διατάξεις (gateways), η διασύνδεση και επεξεργασία μέσω συγκεκριμένων λογισμικών εφαρμογών και η συντονισμένη συγκέντρωση τους στο υπολογιστικό νέφος και η μετεπεξεργασία, διοχέτευση και παραγωγική αξιοποίηση για τη λήψη αποφάσεων από τους παραγωγούς, συνιστά μια πρακτική που καταδεικνύει ήδη αξιοσημείωτη πρακτική εφαρμογή σε εγχώριο περιφερειακό και τοπικό επίπεδο λαμβάνοντας υπόψη τις έντονες διαφοροποιήσεις αναγκών και



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

χαρακτηριστικών σε επίπεδο καλλιεργειών, προϊόντων και γεωγραφικών περιοχών. Η συγκέντρωση και συνδυασμός των δεδομένων σε εθνική κλίμακα (federated cloud architecture) μπορούν κατ' επέκταση να προσφέρουν τη δυνατότητα συνδυαστικής αξιοποίησης τους μέσα από τη διαμόρφωση συνεργατικών σχημάτων ("digital co-operatives"). Η ανάπτυξη συναφών πρωτοβουλιών αποτελούν πραγματικότητα και υλοποιούνται ήδη μέσα από πιλοτικές εφαρμογές με πρακτικά.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Η αποτελεσματικότητα στην παραγωγική χρήση των συντελεστών που αξιοποιούνται στην αγροτική παραγωγή, συνιστούν κρίσιμες μεταβλητές που επιδρούν στην παραγωγικότητα του αγροτικού τομέα. Στην ελληνική περίπτωση για παράδειγμα, η τεχνολογική και παραγωγική αναβάθμιση της αγροτικής παραγωγής αναμένεται να καλύψει τα πεδία υστέρησης που αφορούν στις οικονομίες κλίμακας, στην παραγωγικότητα και την παραγωγική δυναμική, στη διάρθρωση της αγροτικής γης και των αγροτικών καλλιεργειών, στους περιβαλλοντικούς περιορισμούς (π.χ. επάρκεια υδατικών πόρων), στην ανάγκη για περαιτέρω μετακίνηση στην αλυσίδα αξίας (προς τελικά στάδια) μέσα από την παραγωγή μεγαλύτερου εύρους εμπορεύσιμων ποιοτικών προϊόντων που παράγονται με ελαχιστοποιημένη χημική επιβάρυνση και περιορισμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, στα εξειδικευμένα χαρακτηριστικά της αλυσίδας τροφίμων καθώς και στη σημασία περαιτέρω ανάδειξης των ιδιαίτερων τοπικών χαρακτηριστικών μέσω αυθεντικοποιημένης παραγωγικής διαδρομής (certified production path) και ιχνηλασιμότητας. Όπως αναδεικνύεται από την παρούσα διερεύνηση, προκύπτουν οι εξής βασικές



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

διαπιστώσεις σε επίπεδο χαρακτηριστικών, προκλήσεων,
προϋποθέσεων και αναγκαίων παρεμβάσεων σε εγχώριο επίπεδο:

▪ Το μοντέλο της αγροτικής παραγωγής μεταβάλλεται ραγδαία μέσα από τη σύμπλευση παραγόντων αλλαγής που περιλαμβάνουν τις ριζικές τεχνολογικές εξελίξεις, τις παραγωγικές ανάγκες σε επίπεδο παραγωγικότητας, προβλεψιμότητας, ποιότητας και εξοικονόμησης πόρων και κόστους, την αναδιάρθρωση των καταναλωτικών συνηθειών, τις νέες πολιτικές προώθησης της τεχνολογικής διείσδυσης αλλά και περιορισμού περιβαλλοντικής επιβάρυνσης μέσω βιώσιμων πρακτικών καθώς και τις νέες εμπορικές πρακτικές και προδιαγραφές (π.χ. απαιτήσεις περιορισμένων χημικών επιβαρύνσεων) κατά μήκος της αλυσίδας τροφίμων.

Οι εξελίξεις αυτές συνδυάζονται με την εντατικοποίηση της διεθνούς εμπορικής και οικονομικής αλληλεξάρτησης στον ευρύτερο κλάδο των τροφίμων που αναμένεται να επιταχύνει τις επιδράσεις και μεταβολές, δημιουργώντας νέους καταμερισμούς στις εγχώριες και διεθνείς αλυσίδες αξίας και συνεπώς, προκαλώντας την ανάγκη άμεσης προσαρμογής των παραγωγικών και μεταποιητικών διαδικασιών σε ένα νέο «μοντέλο αγροτικής παραγωγής».

▪ Η παραγωγική αξιοποίηση και οι επιδράσεις από τη χρήση των νέων τεχνολογιών διαφοροποιούνται σε επίπεδο υπο-τομέα, προϊόντος, περιοχής και επιμέρους χαρακτηριστικών παραγωγικών μονάδων. Ειδικότερα, το μείγμα των τεχνολογικών εργαλείων και δυνατοτήτων καθώς και η αποδοτικότητα τους εξαρτώνται, σε πολύ υψηλό βαθμό,



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

από το πλαίσιο προϋποτιθέμενων συνθηκών τόσο σε επίπεδο μακροσκοπικών παραγόντων και περιορισμών (π.χ. υποδομές, υποστηρικτικοί μηχανισμοί, χρηματοδότηση, δομές επιμόρφωσης και διάχυσης γνώσης) όσο και σε μικροοικονομικό επίπεδο (farm-related factors) που αφορούν στο κόστος προσαρμογής, στην πρόσβαση σε συμβατά εργαλεία χρηματοδότησης, στην τεχνοοικονομική επάρκεια και ικανότητα αξιολόγησης της τεχνολογικής συμβατότητας και οικονομικής αποδοτικότητας, στο οργανωμένο επιχειρησιακό σχέδιο βελτίωσης, τις αναγκαίες δεξιότητες και την επαρκή συνδυαστική αξιοποίηση των νέων συντελεστών.

▪ Τα βασικά εμπόδια υιοθέτησης διακρίνονται τόσο σε οικονομικούς όσο και μηοικονομικούς παράγοντες, με ιδιαίτερα έντονη διαφοροποίηση σε επίπεδο βασικών ή προηγμένων τεχνολογιών (μείγμα τεχνολογιών) και επιμέρους αναγκών σε επίπεδο υπο-κλάδου και προϊόντος (πεδίο εφαρμογής). Σε αρκετές περιπτώσεις, φαίνεται ότι το κόστος πρόσκτησης νέων τεχνολογιών είναι ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας (π.χ. αισθητήρες δεξαμενών), ενώ σε άλλες περιπτώσεις αρκετά πιο περιορισμένο (π.χ. αισθητήρες εδάφους, άρδευσης).

Σημαντική παράμετρος, ωστόσο, συνιστά η ανάγκη ενσωμάτωσης ευρύτερων συστημάτων και τεχνολογικών ακολουθιών («ομάδες τεχνολογιών») και όχι μεμονωμένων τεχνολογιών (π.χ. αισθητήρες, υπολογιστικό νέφος, λογισμικό κ.ο.κ.) καθώς και η ανάγκη συντήρησης και αναβάθμισης εξοπλισμού ή συμμετοχής σε συστήματα υπηρεσιών (π.χ. τηλεμετρικές διατάξεις, συνδρομές λογισμικού).

Αντίστοιχα, σε επίπεδο μηοικονομικών παραγόντων, αναδεικνύεται ως κρίσιμη και θεμελιώδης παράμετρος η εκπαίδευση, επιμόρφωση και οι



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

νέες δεξιότητες που συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση και αποτελεσματική χρήση, συντήρηση και πολύ-επίπεδη τεχνοοικονομική αξιοποίηση των νέων εφαρμογών.

- Ο τεχνολογικός μετασχηματισμός επιδρά τόσο σε θέματα παραγωγικότητας της αγροτικής παραγωγής όσο και σε διαστάσεις που σχετίζονται με τη διατήρηση φυσικών πόρων και την εξοικονόμηση παραγωγικών συντελεστών. Η τεχνολογική διείσδυση σε συνδυασμό με την ανάδειξη διαστάσεων που σχετίζονται με θέματα ποιότητας προϊόντων (π.χ. αειφορία, περιορισμένη χημική επιβάρυνση) επηρεάζει άμεσα, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα, τα υφιστάμενα επιχειρηματικά μοντέλα της αγροτικής οικονομίας σε διαφορετικά επίπεδα, μεταβάλλοντας το ρόλο των παραγωγών, των συμβουλευτικών υπηρεσιών, των γεωπονικών δικτύων προμηθειών και των προμηθευτικών εταιρειών. Ο απαιτούμενος μετασχηματισμός των παραγωγικών μονάδων δεν συνιστά μόνο μια τεχνολογική διαδικασία αλλά αποτελεί ένα συνολικό οριζόντιο μετασχηματισμό που περιλαμβάνει συστημικές μεταβάσεις, νέες γνώσεις και δεξιότητες, αναβαθμισμένη οργάνωση και ανάπτυξη συνεργειών.

- Το μείγμα των πολιτικών που απαιτείται ενσωματώνει τουλάχιστον δυο παράλληλες κατευθύνσεις ενεργειών και παρεμβάσεων (two-pronged policy approach) σε μακροσκοπικό (π.χ. υποδομές, χρηματοδότηση, σχήματα κάθετου συντονισμού) και μικρο-οικονομικό/επιχειρησιακό επίπεδο (π.χ. βιώσιμα σχέδια εκσυγχρονισμού, κατανόηση δυνατοτήτων και αποτελεσματική υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, δεξιότητες), ενόσω προϋποθέτει σύγχρονα εργαλεία που θα κινητοποιήσουν την αναγκαία τεχνολογική και γνωσιολογική ανάταξη του αγροτικού τομέα, ως προϋποτιθέμενη



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

συνθήκη για τον παραγωγικό εκσυγχρονισμό του τομέα και την ποιοτική αναβάθμιση του.

Προς αυτή την κατεύθυνση και ιδιαίτερα ως προς το επιχειρησιακό επίπεδο (farm-level/site-specific), κρίνεται σημαντική η προώθηση διακριτών δράσεων τεχνολογικής υιοθέτησης «προηγμένου» αλλά και «βασικού» επιπέδου με ευθεία στόχευση προς ώριμες αλλά και λιγότερο ώριμες περιπτώσεις παραγωγικών μονάδων, αντίστοιχα. Ως προς τις περιπτώσεις χαμηλής υιοθέτησης τεχνολογιών (ή μη υιοθέτησης), οι πολιτικές σταδιακής, προσαυξητικής και ολιστικής παραγωγικής, τεχνολογικής και γνωσιολογικής προσαρμογής (incremental adoption–holistic adaptation), συνιστούν ιδιαίτερα σημαντική διάσταση ενίσχυσης της τεχνολογικής διείσδυσης, δεδομένου του γενικού χαμηλού βαθμού ενσωμάτωσης.

- Αναγνωρίζεται ευρέως ως αναγκαία και κρίσιμη προϋποτιθέμενη συνθήκη, η ανάπτυξη μηχανισμών αναβάθμισης γνώσεων και ικανοτήτων σε επίπεδο επαγγελματικών, επιχειρηματικών και ψηφιακών δεξιοτήτων ως προϋπόθεση εξοικείωσης, κατανόησης ωφελειών, αξιολόγησης συμβατότητας και αποδοτικότητας (cost-benefit) καθώς και αποτελεσματικής ενσωμάτωσης νέων τεχνολογικών εφαρμογών.
- Κρίνεται αναγκαία η διαμόρφωση ενός οικοσυστήματος τεχνικής και συμβουλευτικής υποστήριξης του παραγωγικού τομέα κατά μήκος της αλυσίδας αξίας –με επικέντρωση στα αρχικά και ενδιάμεσα στάδια της αγροτικής παραγωγής και μεταποίησης-, με προσανατολισμό στην παρακολούθηση παραγωγικών αλλαγών και μεταβολών καθώς και στην προετοιμασία συστημικών και τομεακών ενεργειών προσαρμογής (forward strategic guidance) σε νέες παραγωγικές απαιτήσεις και συστημικές προδιαγραφές (π.χ. ενέργειες παραγωγικής καθετοποίησης,



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

ενίσχυση διακλαδικών διασυνδέσεων, οργανωμένες μορφές τυποποίησης).

- Τα σχέδια τεχνολογικής αναβάθμισης μπορούν να συμβάλλουν στην ανάταξη του αγροδιατροφικού τομέα, σε συνδυασμό με μέτρα και εγχειρήματα βελτίωσης και ολοκλήρωσης της παραγωγικής και μεταποιητικής αλυσίδας προϊόντων αγροδιατροφής μέσα από την ανάπτυξη οργανωμένων και ενοποιημένων εφοδιαστικών αλυσίδων (και αντίστοιχων πρωτοκόλλων και συστημάτων κάθετου συντονισμού) που θα συμβάλλουν στην αναβάθμιση των ποιοτικών, ποσοτικών και προωθητικών παραμέτρων των παραγόμενων προϊόντων, ήτοι τελικών διαφοροποιημένων εμπορεύσιμων προϊόντων υψηλότερης προστιθέμενης αξίας (unique varieties - national brands), συνεισφέροντας στη διεύρυνση μεριδίων αγοράς σε διεθνές επίπεδο μέσα από τη μετακίνηση στην αλυσίδα αξίας και στην ποιοτική αναβάθμιση συμμετοχής τόσο σε αρχικά όσο και τελικά στάδια (downstreamness-upstreamness) με στόχο τη μεγιστοποίηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας.

- Η τεχνολογική αναβάθμιση του αγροδιατροφικού τομέα προϋποθέτει την εντατικοποίηση της συνεργασίας μεταξύ παραγωγικών μονάδων και ερευνητικών κέντρων και πανεπιστημίων με υψηλό βαθμό ερευνητικής εξειδίκευσης στο πεδίο της αγροτικής παραγωγής, της αγροδιατροφής και των τροφίμων, μέσα από την υποστήριξη στοχευμένων και τοπικά προσαρμοσμένων έργων βελτίωσης ποιότητας προϊόντων και βελτίωσης διαδικασιών αλλά και στο πλαίσιο προώθησης σύγχρονων προσεγγίσεων και πρωτοβουλιών (π.χ. agro-innovation hubs).



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

▪ Η αποτελεσματική τεχνολογική αναβάθμιση του αγροδιατροφικού τομέα προϋποθέτει την ταυτόχρονη ανάπτυξη νέων οργανωτικών προτύπων και πρακτικών καθώς και την προώθηση σύγχρονων συνεργατικών σχηματισμών σε επίπεδο προϊόντων και περιοχών. Η διάσταση της ανάπτυξης συνεργατικών σχημάτων και παραγωγικών δικτύων σε τοπικό επίπεδο συνιστά βασική προϋπόθεση ως προς την ανάπτυξη ολοκληρωμένων προσεγγίσεων παραγωγικής αξιοποίησης νέων τεχνολογικών συστημάτων σε «τοπικοποιημένα αγροδιατροφικά οικοσυστήματα» και συλλογικών δράσεων ενσωμάτωσης (π.χ. εκπαίδευση, χρηματοδότηση, οργανωμένες προμήθειες, κοινή αξιοποίηση ψηφιακών υποδομών συγκέντρωσης δεδομένων, συλλογική επεξεργασία και αξιοποίηση δεδομένων).

▪ Τα τελευταία χρόνια αναδεικνύεται ολοένα και περισσότερο η σημασία της πολύλειτουργικότητας της αγροτικής παραγωγής και ο κρίσιμος ρόλος της γεωργίας ως προς τη βελτίωση της περιβαλλοντικής διάστασης. Η αποτελεσματική τεχνολογική αναβάθμιση του αγροδιατροφικού τομέα συνδέεται άμεσα με την εισαγωγή νέων καλλιεργητικών πρακτικών που να ενσωματώνουν διαστάσεις αειφόρου και βιώσιμης παραγωγής. Η διάσταση αειφόρου και βιώσιμης παραγωγής συνάδει τόσο με τις στρατηγικές νέων περιβαλλοντικών και κλιματικών κριτηρίων, όσο και με τις λειτουργικές προδιαγραφές ανάπτυξης πρωτοβουλιών βιώσιμης παραγωγής που βασίζονται στην διαμόρφωση δικτύων κάθετου και οριζόντιου συντονισμού. Η έννοια των βιώσιμων αγροδιατροφικών συστημάτων συνιστούν πλέον κεντρικές συνιστώσες των νέων πολιτικών ανάπτυξης της αγροτικής παραγωγής και της αγροδιατροφικής αλυσίδας που συνδέονται ταυτόχρονα τόσο με την ποιότητα τροφίμων όσο και με την προστασία του. Οι καλλιεργητικές πρακτικές για τη βιώσιμη αξιοποίηση των



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

φυσικών πόρων ποικίλουν ανάλογα με τις επιμέρους τοπικές συνθήκες και ανάγκες .

Ως εκ τούτου, η αειφόρος διαχείριση φυσικών πόρων και η βιώσιμη παραγωγή τροφίμων αναμένεται να αποτελέσει κρίσιμη διάσταση της αγροδιατροφικής αλυσίδας στα επόμενα έτη. Οι σημαντικές τεχνολογικές αλλαγές που εισέρχονται στο πεδίο της αγροτικής παραγωγής δημιουργούν νέες παραγωγικές δυνατότητες και προκλήσεις για τον σύνολο του τομέα της αγροτικής παραγωγής, της αγροτικής οικονομίας και της αγροδιατροφής. Εντούτοις, ο βαθμός υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών εξαρτάται από ένα σύνολο παραγόντων. Όπως αναδείχθηκε παραπάνω, ο βαθμός στον οποίο οι νέες τεχνολογικές δυνατότητες θα αναβαθμίσουν την παραγωγική ικανότητα των παραγωγικών μονάδων και περιοχών που θα ακολουθήσουν τις τρέχουσες εξελίξεις (π.χ. επίπεδο παραγωγικότητας, ποιότητα προϊόντων), συναρτάται από μια σειρά συμπληρωματικών μακροσκοπικών, μικρο-οικονομικών και επιχειρησιακών παραμέτρων ώθησης και υποστήριξης που περιλαμβάνουν συμπληρωματικές πολιτικές σε επίπεδο αναβάθμισης επαγγελματικών δεξιοτήτων και σχετικών τεχνολογικών υποδομών, διαθεσιμότητας προσαρμοσμένων εργαλείων χρηματοδότησης και ανάπτυξης τοπικά και προϊόντικά προσανατολισμένων αναπτυξιακών στρατηγικών για την ενίσχυση τοπικών αλυσίδων αξίας και οικοσυστημάτων. Στο πλαίσιο αυτό, σταχυολογούνται παρακάτω δέκα (10) ενδεικτικές ενότητες δράσεων για την προώθηση των νέων τεχνολογιών στην αγροτική παραγωγή:

1. Συνολική, μακροπρόθεσμη και διττή στρατηγική (two-pronged policies) για τον κλάδο, με επικέντρωση τόσο σε μακροσκοπικό όσο και επιχειρησιακό επίπεδο και με προσανατολισμό στον παραγωγικό εκσυγχρονισμό του αγροδιατροφικού τομέα (και των επιμέρους υπο-



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

τομέων) μέσα από τη συντεταγμένη τεχνολογική, παραγωγική και γνωσιολογική αναβάθμιση του, με ταυτόχρονο συντονισμό προιοντικά προσαρμοσμένων παρεμβάσεων σε τοπικό επίπεδο (place-based policies) και την επιλογή βέλτιστων και συμβατών σχεδίων αναβάθμισης και τεχνολογικών συνδυασμών σε επιμέρους τομείς καλλιεργειών και προϊόντων.

2. Εκπαίδευση και επιμόρφωση σε επαγγελματικές δεξιότητες προσανατολισμένες στις νέες παραγωγικές πρακτικές και τις νέες τεχνολογίες μέσα από σύγχρονα εργαλεία, διαμέσου της διαμόρφωσης ψηφιακών περιεχομένων κατάρτισης και την υλοποίηση δράσεων επίδειξης σε επίπεδο παραγωγικών μονάδων (π.χ. επιμόρφωση πεδίου μέσω εκπαιδευτικών επισκέψεων).

3. Νέα αναπτυξιακά εργαλεία στοχευμένης χρηματοδότησης υπό ευνοϊκούς όρους και με βάση διεθνή πρότυπα και διαφοροποιημένες κατηγορίες παρέμβασης (π.χ. μικρο-πιστώσεις, εγγυήσεις), προσαρμοσμένα στις νέες παραγωγικές ανάγκες και στρατηγικό προσανατολισμό στην τεχνολογική-παραγωγική αναβάθμιση καθώς και τη βελτίωση και ολοκλήρωση των επιμέρους προιοντικών μεταποιητικών αλυσίδων, σε συνδυασμό με ειδικά κίνητρα για την ενσωμάτωση σύγχρονου ψηφιακού και τεχνολογικού εκσυγχρονισμού (π.χ. υπερ-αποσβέσεις σε κατηγορίες τεχνολογικής αναβάθμισης, αφορολόγητο αποθεματικό για επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες).



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

4. Παράλληλη προώθηση προγραμμάτων αναβάθμισης οργανικής ποιότητας προϊόντων και αξιοποίησης νέων καλλιεργητικών πρακτικών (π.χ. υδροπονία ακριβείας), με έμφαση σε τομεακές παρεμβάσεις βελτίωσης και αναβάθμισης (π.χ. αμπελοοινικός τομέας, οπωροκηπευτικά, μελισσοκομικά προϊόντα, ελαιόλαδο και επιτραπέζιες ελιές).

5. Διαμόρφωση υποδομών τεχνολογικής διάχυσης και κέντρων αγροδιατροφικής καινοτομίας που θα συμβάλλουν στην αναβάθμιση της προστιθέμενης αξίας των αγροδιατροφικών προϊόντων και την ποιοτική τους διαφοροποίηση μέσα από την παροχή υπηρεσιών ενεργού στόχευσης σε κρίσιμα στάδια της παραγωγής, επεξεργασίας και διάθεσης προϊόντων (π.χ. τυποποίηση προϊόντων, αναβάθμιση μεταποιητικής αξία, προώθηση προϊόντων κ.α.).

6. Κέντρα επίδειξης νέων τεχνολογιών ακριβείας και νέων πρακτικών καλλιέργειας (π.χ. αειφορία και κυκλικότητα διαχείρισης) και πιλοτικές δράσεις εφαρμογής σε συγκεκριμένες ζώνες, με σκοπό τη διαμόρφωση «πρώιμων χρηστών» και «κοινοτήτων διάχυσης».

7. Δημιουργία εθνικού μητρώου τεχνικής υποστήριξης και καθοδήγησης αγροτών (farm advisory services) και παραγωγικών μονάδων σε θέματα νέων τεχνολογιών και νέων πρακτικών.

8. Διαμόρφωση τεχνο-οικονομικά βιώσιμων τεχνολογικών και ψηφιακών υποδομών (π.χ. τοπικά συστήματα αισθητήρων και



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

συνδυαστικές ψηφιακές υποδομές επεξεργασίας ανοικτών δεδομένων) στο σύνολο της επικράτειας που να είναι συμβατές με τη χωρική και χρονική παραλλακτικότητα της γεωμορφολογίας της χώρας.

9. Δράσεις υποστήριξης σύγχρονων αγροδιατροφικών συνεργατικών σχημάτων και παραγωγικών δικτύων με έμφαση στη συνεργατική αξιοποίηση ψηφιακών υποδομών και διατάξεων, δεδομένων, νέων τεχνολογιών και συνεργειών σε επίπεδο εγκατάστασης, λειτουργίας και ανάπτυξης σύγχρονων πρακτικών. Επίλυση συμπληρωματικών θεμάτων που σχετίζονται με συνδεσιμότητα και τεχνολογικές υποδομές (π.χ. ευρυζωνικότητα), σύγχρονες ενεργειακές υποδομές και αξιοποίηση νέων πηγών ενέργειας, συστήματα και υποδομές διαμετακόμισης, αποθήκευσης και μεταφοράς.

Το μέλλον της γεωργίας και της αγροτικής παραγωγής αναμένεται να χαρακτηριστεί από ριζικές αλλαγές σε όλα τα επίπεδα. Ιδιαίτερα για τις λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομίες, ο τεχνολογικός και παραγωγικός μετασχηματισμός μπορεί να αποτελέσει αναπτυξιακή ευκαιρία και δυνατότητα αναβάθμισης μεταβλητών παραγωγικότητας, ποιότητας προϊόντων και αειφορίας καθώς και ανάδειξης νέων παραγωγικών προτύπων που θα εδράζονται στην οικοδόμηση εγχώριων αλυσίδων αξίας, συνεισφέροντας συγχρόνως στην εγχώρια παραγόμενη προστιθέμενη αξία.

Εντούτοις, η προσπάθεια μετάβασης σε ένα αναβαθμισμένο πρότυπο αγροτικής παραγωγής, επεξεργασίας και διάθεσης προϊόντων, θέτει σημαντικές προκλήσεις για τον εγχώριο αγροδιατροφικό τομέα. Η πρόκληση ισχυρών πολλαπλασιαστικών αποτελεσμάτων κατά μήκος της αλυσίδας αξίας, με ισχυρές αναπτυξιακές επιδράσεις, δεν αποτελεί μια



Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

γραμμική, αυτόματη και ομοιογενή διαδικασία ενόσω διακρίνεται από ένα σύνολο προϋποτιθέμενων συνθηκών που καλούνται να δημιουργήσουν ένα πρόσφορο περιβάλλον ενεργοποίησης, προσαρμογής και μετάβασης.

Το τελικό συμπέρασμα μετά τα όσα ειπώθηκαν στην εργασία αυτή είναι πως η Ελλάδα είναι πρόθυμη σε νέες τεχνολογίες στο τομέα της γεωργίας και για αυτό το λόγο έχει αναπτυχθεί σημαντικά η έρευνα γύρω από την έξυπνη γεωργία. Ο σκοπός όμως είναι η έξυπνη γεωργία να προωθηθεί όχι μόνο από τους ειδήμονες αλλά και από την ίδια την πολιτεία μέσω των Δήμων ή της Περιφέρειας για παράδειγμα. Πλέον είναι γνωστό πως οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν κανονικά επιφέροντας το 100% του κέρδους και σε μικρότερα χωράφια, που σημαίνει ότι μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως και από τους “μικρούς” αγρότες.

Η αύξηση της παραγωγής με την ταυτόχρονη βελτίωση της ποιότητας παραγωγής χωρίς τη συνεχή φυσική παρουσία του αγρότη είναι αναμφίβολα ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα της έξυπνης γεωργίας, με βασικό γνώμονα πάντα την προστασία του περιβάλλοντος. Μειονεκτήματα από την άλλη είναι το χαμηλό μορφωτικό επίπεδο των αγροτών που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν σωστά τα μηχανήματα που απαιτούνται, το υψηλό κόστος όλων αυτών των μηχανημάτων σε συνδυασμό με τους ελάχιστους προμηθευτές στην Ελλάδα, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει ανταγωνισμός άρα και πιο ευκαιριακές τιμές. Οι μικρές εκτάσεις επίσης αποτελούν ένα αδύναμο σημείο της Ελλάδας όσον αφορά την έξυπνη γεωργία καθώς πολλές φορές δεν συμφέρει η εφαρμογή της. Ωστόσο η Ελλάδα προσπαθεί με κάποια επιδοτούμενα προγράμματα να την προωθήσει συμβάλλοντας σημαντικά στην τεχνολογική πρόοδο της χώρας. Νέες θέσεις εργασίας θα ανοίξουν και ο απομακρυσμένος έλεγχος θα δώσει λύσεις σε πολλές έκτακτες ανάγκες.



Π.Ε.Π.Τ.Ε.Γ.
Πανελλήνια Ένωση
Πτυχιούχων
Τεχνολογικής Εκπαίδευσης
Γεωτεχνικών

Πρακτικές Εφαρμογές Για Την Γεωργία Ακριβείας

Τέλος όμως υπάρχουν και περιπτώσεις που η έξυπνη γεωργία δεν μπορεί να δώσει πάντα λύση. Μεγάλη απειλή δεν είναι μόνο η οικονομική επένδυση με ότι αυτό συνεπάγεται, μεγάλη απειλή μπορεί να είναι μια περιβαλλοντική συνθήκη, για παράδειγμα μια απρόσμενη καιρική συνθήκη που θα καταστρέψει την εκάστοτε σοδειά.

Βιβλιογραφία

<https://agropost.gr/>

<https://blog.farmacon.gr/>

<https://dspace.uowm.gr/>

<http://repository.library.teiwest.gr/>

<https://imegsevee.gr/>