

17

Ερευνητικά
Κείμενα

ΙΟΥΝΙΟΣ 2020

Ψηφιακός
μετασχηματισμός και
γεωργική παραγωγή:
κινητήριοι
παράγοντες,
επιδράσεις,
προκλήσεις και
προϋποθέσεις
υιοθέτησης νέων
τεχνολογικών
συστημάτων



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

imegsevee.gr

Αντώνης Αγγελάκης



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

Ψηφιακός μετασχηματισμός και γεωργική παραγωγή: κινητήριοι παράγοντες, επιδράσεις, προκλήσεις και προϋποθέσεις υιοθέτησης νέων τεχνολογικών συστημάτων

Αντώνης Αγγελάκης

IME ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων

Γενικής Συνομοσπονδίας Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδας

Αριστοτέλους 46, 104 33 Αθήνα

Τηλ: 210 8846852, Φαξ: 210 884653

Email: info@imegsevee.gr

www.imegsevee.gr

Τίτλος: «Ψηφιακός μετασχηματισμός και γεωργική παραγωγή: κινητήριοι παράγοντες, επιδράσεις, προκλήσεις και προϋποθέσεις υιοθέτησης νέων τεχνολογικών συστημάτων»

Τύπος δημοσίευσης: Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Χρονολογία δημοσίευσης: Ιούνιος 2020 Νο: 17/ 2020

Συγγραφέας: Αντώνης Αγγελάκης

Σχεδιασμός εξωφύλλου: The Birthdays Design

Σελιδοποίηση: Γιάννης Μισεντζής

Βιβλιογραφική αναφορά:

Αγγελάκης Α. (2020), «Ψηφιακός μετασχηματισμός και γεωργική παραγωγή: κινητήριοι παράγοντες, επιδράσεις, προκλήσεις και προϋποθέσεις υιοθέτησης νέων τεχνολογικών συστημάτων», *Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ 17/2020*, Αθήνα: ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ, σσ. 68

Οι γνώμες που διατυπώνονται και τα επιχειρήματα που χρησιμοποιούνται στο παρόν Ερευνητικό Κείμενο δεσμεύουν μόνο τους συντάκτες του και δεν αντικατοπτρίζουν κατ' ανάγκη τις επίσημες απόψεις του ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ και της ΓΣΕΒΕΕ

Το παρόν ερευνητικό κείμενο εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Υποέργου 1: "Μηχανισμός μελέτης και ανάλυσης οικονομικού περιβάλλοντος λειτουργίας μικρομεσαίων επιχειρήσεων" της Πράξης "Παρεμβάσεις της ΓΣΕΒΕΕ για τη συστηματική παρακολούθηση και πρόγνωση αλλαγών του παραγωγικού και επιχειρηματικού περιβάλλοντος των μικρομεσαίων επιχειρήσεων" με κωδικό ΟΠΣ 5003864, του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑΝΕΚ)



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΤΠΑ, ΤΣ & ΕΚΤ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΝΕΚ



ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Βιογραφικό συγγραφέα

Ο Αντώνης Αγγελάκης, Ph.D. είναι ειδικός σε θέματα διαχείρισης καινοτομίας, τεχνολογικών πολιτικών, μεταφοράς τεχνολογίας και σύγχρονων επιχειρηματικών μοντέλων. Κατέχει διδακτορικό δίπλωμα σε θέματα Τεχνολογικών Πολιτικών και Καινοτομίας από το Πανεπιστήμιο Κρήτης. Είναι κάτοχος μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη δημόσια διοίκηση και δημόσια πολιτική, με έμφαση σε τεχνολογικές πολιτικές, από το University of York, UK και απόφοιτος Πολιτικής Επιστήμης (Πανεπιστήμιο Κρήτης). Από το 2013, είναι επιστημονικό στέλεχος του Ινστιτούτου Μικρών Επιχειρήσεων (IME ΓΣΕΒΕΕ) με βασική ερευνητική και επιχειρησιακή δραστηριότητα σε θέματα διαχείρισης καινοτομίας, υποστήριξης συνεργατικών σχηματισμών και ψηφιακού μετασχηματισμού μικρών επιχειρήσεων. Κατά την περίοδο 2018-2019 εργάστηκε ως στέλεχος επιχειρηματικής ανάπτυξης του Hellenic Photonics Cluster, συστάδας επιχειρήσεων και ερευνητικών οργανισμών στην τεχνολογική περιοχή των τεχνολογιών φωτονικής και των βιομηχανικών εφαρμογών τους και ως μέλος της ομάδας του Δικτύου ΠΡΑΞΗ/ΙΤΕ. Έχει εργαστεί ως στέλεχος μεταφοράς τεχνολογίας στο Πανεπιστήμιο Κρήτης (2007-2012) με κύρια αρμοδιότητα σε δραστηριότητες εμπορικής αξιοποίησης αποτελεσμάτων έρευνας, υποστήριξης τεχνοβλαστών (spin-offs) και συνεργατικών σχηματισμών καθώς και στρατηγικής διαχείρισης διανοητικής ιδιοκτησίας, ενώ έχει επίσης εργαστεί ως μετα-διδακτορικός ερευνητής/διδάσκων (Research Associate) με ειδίκευση στα θεματικά πεδία διαχείρισης καινοτομίας και σύγχρονων επιχειρηματικών μοντέλων σε κλάδους έντασης-γνώσης στο Nottingham Business School, UK (2012-2013). Κατέχει ακαδημαϊκή διδακτική δραστηριότητα σε θέματα διαχείρισης καινοτομίας και τεχνολογικής στρατηγικής σε Πανεπιστήμια στην Ελλάδα και τη Μ.Βρετανία. Διαθέτει ερευνητική εμπειρία μέσω της συμμετοχής του σε πλήθος ερευνητικών-αναπτυξιακών προγραμμάτων στα θεματικά πεδία μεταφοράς τεχνολογίας, καινοτομίας και ψηφιακού μετασχηματισμού, στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Έχει δημοσιεύσει επιστημονικά άρθρα σε διεθνή και ελληνικά επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια. Είναι μέλος (2017-σήμερα) του Περιφερειακού Επιστημονικού Συμβουλίου Έρευνας και Καινοτομίας (ΠΣΕΚ) της Περιφέρειας Αττικής.

Στη σειρά των Ερευνητικών Κειμένων του ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ έχει συγγράψει επίσης τα ακόλουθα κείμενα:

- Αγγελάκης, Α. (2019). Η προαναγγελθείσα επανάσταση: τεχνολογική αλλαγή και προεκτάσεις υπό το πρίσμα της «4ης Βιομηχανικής Εποχής», Μέρος Ι – Θεωρητική επισκόπηση, *Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ*, 6/2019, σ. 64.
- Αγγελάκης, Α. (2019). Η προαναγγελθείσα επανάσταση: τεχνολογική αλλαγή και προεκτάσεις υπό το πρίσμα της «4ης Βιομηχανικής Εποχής», Μέρος ΙΙ – Πεδία εφαρμογής, *Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ*, 7/2019, σ. 72.

@ angelakis@imegsevee.gr

[in https://www.linkedin.com/in/antoniosangelakis/](https://www.linkedin.com/in/antoniosangelakis/)

Ψηφιακός μετασχηματισμός και
γεωργική παραγωγή:
κινητήριοι παράγοντες,
επιδράσεις, προκλήσεις και
προϋποθέσεις υιοθέτησης νέων
τεχνολογικών συστημάτων

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	11
3. ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΚΑΙ Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	13
3.1. Τι είναι η «γεωργία ακριβείας»;	13
3.2. Ειδικότερες τεχνολογικές κατηγορίες	18
3.3. Παράγοντες αλλαγής σε επίπεδο τεχνολογικής εξέλιξης και παραγωγικής διαδικασίας	21
4. ΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	38
4.1. Τάσεις και εξελίξεις στον αγροδιατροφικό τομέα	38
4.2. Η τεχνολογική αλλαγή ως μηχανισμός παραγωγικής και αναπτυξιακής μετάβασης	43
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκμηχάνιση και η τεχνολογική αλλαγή έχει επηρεάσει καθοριστικά τα γεωργικά συστήματα σε όλες τις προηγούμενες ιστορικές περιόδους, ιδιαίτερα μέσα από τις τρεις «γεωργικές επαναστάσεις» που συντελέστηκαν από την εποχή της πρώιμης γεωργικής περιόδου έως τη σύγχρονη εκβιομηχανισμένη γεωργία (Γιδαράκου, 2016). Τα τελευταία χρόνια, η εντατικοποίηση της χρήσης νέων τεχνολογικών συντελεστών και ιδιαίτερα ψηφιακών τεχνολογικών ακολουθιών δίνουν ώθηση στο νέο αγρο-τεχνολογικό κύμα της «ευφυούς γεωργίας» ή «γεωργίας ακριβείας», το οποίο αποτελεί ουσιαστικά την εφαρμογή των νέων τεχνολογικών εξελίξεων και των αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών στην αγροτική παραγωγή και τις συναφείς εμπρόσθιες διασυνδέσεις κατά μήκος της αγροδιατροφικής αλυσίδας αξίας (π.χ. αποθήκευση, συντήρηση, μεταποίηση, μεταφορά, διάθεση προϊόντων).

Η εφαρμογή και διεξόδυση της συστοιχίας «τεχνολογιών ακριβείας» στον τομέα της αγροδιατροφής και της αγροτικής παραγωγής (π.χ. τεχνολογίες μεταβλητών δόσεων, αισθητήρες, τηλεμετρικές διατάξεις και Διαδίκτυο των Πραγμάτων, ανάλυση δεδομένων, υπολογιστικό νέφος, τεχνητή νοημοσύνη, ρομποτική τεχνολογία και μη-επανδρωμένα οχήματα) επιχειρεί να συμβάλλει στη θετική μεταβολή ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων της καλλιεργητικής και παραγωγικής διαδικασίας. Η σωρευτική και συν-εξελικτική ανάπτυξη¹ και η σύμπλευση μεταξύ μετεξελιγμένων και νέων ψηφιακών τεχνολογιών δημιουργεί νέες δυνατότητες για περισσότερο εξειδικευμένα τεχνολογικά συστήματα που αξιοποιούνται στο επίπεδο της αγροτικής παραγωγής (π.χ. συστήματα χαρτογράφησης εδαφικών ιδιοτήτων, συστήματα εφαρμογών εισροών με μεταβλητές δόσεις μέσω χρήσης χαρτών ή αισθητήρων), δημιουργώντας ταυτόχρονα τις δυνητικές προϋποθέσεις για μια ριζική ποιοτική μετάβαση σε ένα νέο υπόδειγμα που δεν θα βασίζεται πλέον στην ομοιόμορφη αντιμετώπιση και διαχείριση της αγροτικής παραγωγής αλλά στηρίζεται στην επιστημονική γνώση, τη συστηματική αξιοποίηση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (data-driven) και την ορθολογική αξιοποίηση πόρων προς όφελος της ποιότητας των προϊόντων, της εξοικονόμησης κόστους, της βελτίωσης των δεικτών παραγωγικότητας και του περιορισμού του περιβαλλοντικού αποτυπώματος (Zarco-Tejada et al, 2014· Wolfert, et al. 2017· OECD, 2018).

¹ Σύμφωνα με τον Arthur, η τεχνολογική εξέλιξη διακρίνεται από τρία θεμελιώδη στοιχεία. Πρώτον, οι νέες τεχνολογίες, σχεδόν πάντα προκύπτουν σωρευτικά, από τον συνδυασμό άλλων υφιστάμενων τεχνολογιών. Δεύτερον, οι υφιστάμενες τεχνολογίες αποτελούνται από «μικρότερης κλίμακας» τεχνολογίες. Τρίτον, όλες οι τεχνολογίες κάνουν χρήση ενός ή περισσότερων φυσικών φαινομένων ή επιδράσεων (Arthur, 2011).

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 δυναμικές 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.

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 υπό-κλάδους και προϊόντα,
- ii. βαθμός τεχνολογικής διείσδυσης και επίπεδο χρήσης προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών,
- 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». Η υλοποίηση της πρωτογενούς έρευνας πραγματοποιήθηκε, μεταξύ άλλων, μέσω είκοσι επτά (27) ημι-δομημένων συνεντεύξεων με επιλεγμένους πληροφορητές. Η επιλογή των πληροφορητών πραγματοποιήθηκε μέσω σκόπιμης δειγματοληψίας βάσει κριτηρίων που συν-εκτίμησε συνάφεια δραστηριότητας με το πεδίο, επιστημονική γνώση ή/και επαγγελματική εμπειρία κ.α. Στο πλαίσιο αυτό σχηματοποιήθηκε μια άτυπη ομάδα εμπειρογνομώνων (expert panel) στο πεδίο της αγροδιατροφής, αρχικά με έμφαση σε θέματα τεχνολογικού και παραγωγικού εκσυγχρονισμού. 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 (niche markets). Σημειώνεται ότι το παρακάτω κείμενο αποτελεί συνθετικό αποτέλεσμα των εργασιών που πραγματοποιήθηκε από το ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ και δεν αντικατοπτρίζει τις απόψεις και τις θέσεις των μελών της ομάδας, ενώ απώτερος στόχος του κειμένου είναι να αποτελέσει σημείο ευαισθητοποίησης, ενημέρωσης και ανάδειξης σημαντικών πτυχών και διαστάσεων των εξελίξεων στο συγκεκριμένο θεματικό πεδίο, με απώτερο σκοπό τον σχεδιασμό σύγχρονων και στοχευμένων πολιτικών αναβάθμισης και εκσυγχρονισμού των καλλιεργητικών μεθόδων και πρακτικών στη σύγχρονη αγροτική παραγωγή, μεταποίηση και διάθεση προϊόντων. Στο πλαίσιο αυτό, το παρόν κείμενο αποσκοπεί να αποτελέσει το έναυσμα για την περαιτέρω διερεύνηση και συστηματική παρακολούθηση των εξελίξεων στο εν λόγω θεματικό πεδίο μέσα από την υλοποίηση συμπληρωματικών ερευνητικών δράσεων.

3. ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΚΑΙ Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.1. Τι είναι η «γεωργία ακριβείας»;

Οι έννοιες της «ψηφιοποίησης²» 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». 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 (Gemtos et al, 2002). Για παράδειγμα, η ανάλυση δεδομένων και επεξεργασμένων στοιχείων (analytics) προσφέρει σήμερα τη δυνατότητα λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων επί τη βάση 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 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

² Ως «ψηφιοποίηση» συνήθως ορίζεται ο συνδυασμός της εντατικής ανάπτυξης νέων ή σημαντικά τροποποιημένων ψηφιακών τεχνολογιών και συστημάτων και συγχρόνως της εντατικοποιημένης διάχυσης και εφαρμογής τους σε διακριτά παραγωγικά επίπεδα (π.χ. ψηφιοποίηση και ανάλυση δεδομένων, ψηφιακά επιχειρηματικά μοντέλα, ψηφιακές διαδικασίες, ψηφιακά προϊόντα και υπηρεσίες) στους διαφορετικούς τομείς οικονομικής, παραγωγικής και κοινωνικής δραστηριότητας.

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 δεδομένα³, 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) (Δαλέζιος, 2015).

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 (Whelan and McBratney, 2000). Οι κύριες επιδιώξεις υιοθέτησης τεχνικών γεωργίας ακριβείας περιλαμβάνουν τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών μέσω καλύτερης πληροφόρησης και στοχευμένων παρεμβάσεων, 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) (Balafoutis et al, 2017· Walter, et al, 2017).

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 (Φουντάς & Γέμτος, 2015). Η γεωργία ακριβείας

³ Οι εφαρμογές ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (big data) μπορεί να αφορούν σχετικά απλούς μηχανισμούς μετάδοσης και ανάδρασης (π.χ. ρύθμιση θερμοστάτη) και προηγμένα συστήματα, όπως αλγορίθμους «βαθιάς μάθησης» (Barnes et al, 2019α).

βασίζεται στην ανάλυση δεδομένων πραγματικού χρόνου για παράγοντες όπως κλιματολογικές συνθήκες, νερό, ποιότητα αέρα και ασθένειες (συχνά σε επίπεδο τετραγωνικής ίντσας⁴). 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 εποχή⁵» (Ross, 2016).

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 (Barnes et al, 2019α). 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 (European Parliament, 2019). 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 (Ford, 2015). 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) (Φουντάς & Γέμος, 2015). Συνεπώς, για τη διαμόρφωση

4 Αντίστοιχες τεχνολογίες ακριβείας (π.χ. αισθητήρες, συγκέντρωση και επεξεργασία δεδομένων) χρησιμοποιούνται και στο ζωικό κεφάλαιο (κτηνοτροφία) (European Parliament, 2019). Ήδη αρκετά χρόνια, αισθητήρες σε ζωικό κεφάλαιο προσφέρουν τη δυνατότητα μετάδοσης πληροφορίας για την υγεία και τη θέση τους. Για παράδειγμα, ήδη από την προηγούμενη δεκαετία υπολογίζεται ότι κάθε αγελάδα μπορεί να μεταδώσει περισσότερα από 200 MB δεδομένων κάθε χρόνο, υποβοηθώντας τους κτηνοτρόφους να ρυθμίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια, το είδος, το χρόνο και την ποσότητα τροφής (Schmidt & Rosenberg, 2015).

5 Στο πλαίσιο αυτό, η εντατικοποιημένη χρήση νέων ψηφιακών τεχνολογιών και ο συνδυασμός τους με την υφιστάμενη στάθμη τεχνικής της γεωργίας ακριβείας, συχνά αποτυπώνεται και στον όρο «ευφυής γεωργία». Για τις ανάγκες του παρόντος κειμένου, υιοθετείται ο όρος «γεωργία ακριβείας» συνδυαστικά και συμπληρωματικά με τον όρο «ευφυής γεωργία» (smart farming).

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 ⁶, όπως υγρασία και ηλιοφάνεια (Reimsbach-Kounatze, 2017). 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 μεταβλητών εφαρμογών που τοποθετούνται στα αγροτικά μηχανήματα και μεταβάλλουν την ποσότητα εφαρμογής των εισροών (νερό, σπόρο, λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.ά.) (Zarco-Tejada et al, 2014). 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 ⁷.

Αντίστοιχα, με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας αξιοποιούνται γεωγραφικοί χάρτες καλλιεργειών και παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο κάθε γεωργικής δραστηριότητας (π.χ. σπορά, συγκομιδή) (Pesce et al, 2019). 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

⁶ Σε επίπεδο αρόσιμων καλλιεργειών, η ανάπτυξη δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης και συστημάτων εντοπισμού θέσης (π.χ. GNSS) αποτέλεσαν βασικό παράγοντα τεχνολογικής ώθησης. Παρομοίως, στα συστήματα εκτροφής ζώων, η ηλεκτρονική ταυτοποίηση μεμονωμένων ζώων μέσω της ανάπτυξης ασύρματων συστημάτων ανίχνευσης χαμηλού κόστους (π.χ. RFID tags) έδωσε τη δυνατότητα παρακολούθησης μεμονωμένων ζώων (γαλακτοκομίας, εκτροφή χοίρων) (EIP-AGRI, 2015).

⁷ Μια περισσότερο δομημένη κατηγοριοποίηση των τεχνολογικών ακολουθιών μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερες φάσεις της αλυσίδας παραγωγής: λογισμικό διαχείρισης καλλιεργειών και εκτροφών, ανάλυση δεδομένων και προβλέψεων, αισθητήρες, συστήματα τηλεπισκόπησης, ζωικά δεδομένα, ρομποτική και drones, έξυπνη άρδευση, φάρμες νέας γενιάς, εμπόριο-διαδικτυακές αγορές και ανάλυση φυτικών δεδομένων.

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» (data-driven innovation) (OECD, 2015). 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 οικονομίες⁸. 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 δυνατότητες⁹ 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 (Porter & Heppelmann, 2015).

8 Υπολογίζεται ότι στις ΗΠΑ, τα οικονομικά οφέλη από τη γεωργία ακριβείας μπορεί να ανέλθουν σε περίπου 12 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, ποσό που αντιπροσωπεύει περίπου το 7% της συνολικής προστιθέμενης αξίας -εκ των 177 δισεκατομμυρίων δολαρίων- που εισέρχονται στο ΑΕΠ των Ηνωμένων Πολιτειών από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις (Reimsbach-Kounatze, 2017). Ωστόσο, σύμφωνα με τους McBratney (2005), τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά επιμέρους αγροτικών οικονομιών και περιφερειών (π.χ. επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης, διάρθρωση παραγωγικής δομής, βαθμός κρατικής υποστήριξης μέσω πολιτικών), διαμορφώνουν διαφορετικές προϋποθέσεις υιοθέτησης και προσαρμογής.

9 Οι αυξανόμενες δυνατότητες των έξυπνων, συνδεδεμένων προϊόντων αναδιαμορφώνουν τον ανταγωνισμό στις υφιστάμενες αγορές επεκτείνοντας και αναδιατάσσοντας τα όρια τους. Για παράδειγμα, εταιρείες πληροφορικής δραστηριοποιούνται πλέον στον τομέα της γεωργίας και των γεωργικών μηχανημάτων, συνεργαζόμενες με νεοφυείς εταιρείες κατασκευής σύγχρονων αισθητήρων και εταιρείες αυτοματισμού, διαμορφώνοντας νέες αλυσίδες αξίας και προσφέροντας νέες λύσεις σε παραδοσιακούς τομείς (Porter & Heppelmann, 2014). Σε ορισμένους τομείς αναδύονται νέα επιχειρηματικά μοντέλα που χαρακτηρίζονται από τη μετάβαση σε «συστήματα προϊόντων» καθώς και σε «συστήματα συστημάτων» (π.χ. έξυπνες αγροτικές μηχανές συνδεδεμένες με συστήματα άρδευσης, συστήματα πληροφοριών για την κατάσταση του εδάφους και συστήματα παρακολούθησης των καιρικών συνθηκών) που συνδέουν μια σειρά από συστήματα προϊόντων σε ενιαία σύνολα.

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 αειφόρο 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.

3.2. Ειδικότερες τεχνολογικές κατηγορίες

Οι βασικές τεχνολογικές κατηγορίες των τεχνολογιών ακριβείας στην αγροτική παραγωγή αρχικά κατατάσσονται σε τρεις ευρείες ενότητες:

- i. υλισμικό και αισθητήρες,
- ii. ανάλυση δεδομένων και λογισμικές εφαρμογές,
- iii. συνδεδεμένα προϊόντα που βρίσκουν εφαρμογή στο σύνολο των παραγωγικών δραστηριοτήτων (McBratney et al., 2005).

Εντούτοις, σταδιακά οι τεχνολογικές εφαρμογές αναπτύσσονται και καλύπτουν ένα ευρύτερο τεχνολογικό χώρο μέσα από νέες εφαρμογές τεχνολογιών χαρτογράφησης, συστήματα καθοδήγησης και εφαρμογές μεταβλητής δόσης (*variable rate*) που σύστοιχα συνδέονται με όλο το σύνολο των συστημάτων καλλιέργειας και συγκομιδής (Schwarz, et al, 2011).

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 (Bonneau, Corigneaux et al, 2017· Bonneau, Ramahandry, et al, 2017). Σε ένα περισσότερο εξειδικευμένο επίπεδο, οι βασικές ενότητες που

συνθέτουν την τεχνολογική ακολουθία της γεωργίας ακριβείας περιλαμβάνουν κατά κύριο λόγο, έως σήμερα, τις εξής ευρύτερες κατηγορίες (βλ. αναλυτικότερα τον Πίνακα 1 στην επόμενη υπο-ενότητα): συστήματα προσδιορισμού θέσης (GPS) και γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα (GIS)· συστήματα χαρτογράφησης εδαφικών ιδιοτήτων και αισθητήρες μέτρησης παραμέτρων εδάφους (π.χ. ηλεκτρική αγωγιμότητα, υγρασία, θερμοκρασία)· συστήματα ολοκληρωμένων ζωνών διαχείρισης· αισθητήρες και συστήματα χαρτογράφησης παραγωγής προσαρμοσμένα σε διαφορετικού τύπου καλλιέργειες (π.χ. μηχανική συγκομιδή)· συστήματα εφαρμογών εισροών με μεταβλητές δόσεις μέσω χρήσης χαρτών (map based VRA) και χρήσης αισθητήρων (sensor-based VRA)¹⁰ με αξιοποίηση σε διαφορετικές γεωργικές δραστηριότητες (π.χ. άρδευση, σπορά)· συστήματα, αισθητήρες και μετρήσεις τηλεπισκόπησης¹¹ και χρήση μη-επανδρωμένων οχημάτων (UAV)· συστήματα συνδυαστικής αξιοποίησης δεδομένων· αξιοποίηση αυτοκινούμενων οχημάτων, ελκυστήρων, μηχανών και αυτόνομων ρομπότ· συστήματα βέλτιστης διαχείρισης αγροτικών μηχανών (Barnes et al, 2019α· Barnes et al, 2019β· Ferreira et al, 2019).

Είναι γεγονός ότι οι τεχνολογίες ακριβείας και οι συμπληρωματικές σύγχρονες τεχνολογικές και ψηφιακές εφαρμογές υπερβαίνουν το επίπεδο των καλλιεργειών και επεκτείνονται σε όλη τη μετέπειτα αλυσίδα αξίας, επεξεργασίας και μεταποίησης των προϊόντων δημιουργώντας νέες δυνατότητες προγνωστικών παρεμβάσεων και «προγνωστικής γεωργίας¹²». Σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές συστημάτων αισθητήρων εφαρμόζονται αντίστοιχα σε μετέπειτα στάδια της παραγωγικής και μεταποιητικής διαδικασίας και συναρτώνται των ιδιαιτεροτήτων του εκάστοτε προϊόντος ή διαδικασίας. Για παράδειγμα, σε επίπεδο οινοποίησης, σύγχρονα συστήματα αισθητήρων παρακολουθούν το σύνολο των δεξαμενών σε επίπεδο συγκεκριμένων παραμέτρων, όπως μέτρηση καμπυλών ζύμωσης σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας κρίσιμη πληροφορία για επόμενα στάδια μεταποίησης και

10 Η εφαρμογή εισροών με μεταβλητές δόσεις με χρήση αισθητήρων αξιοποιεί δεδομένα αισθητήρων που λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο (real time) και σε σύνδεση με τις μηχανές, προσαρμόζοντας τις εισροές στις εκάστοτε ανάγκες εδάφους και καλλιεργειών (Φουντάς & Γέμτος, 2015). Για παράδειγμα, η ελληνική εταιρεία [Augmenta](#) έχει αναπτύξει σύγχρονα συστήματα αισθητήρων διαφοροποιημένης λίπανσης (field analyzer) που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη μέσω της επεξεργασίας δεδομένων και εικόνας (μέσω πολυφασματικών καμερών) σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας κρίσιμη πληροφορία για το αναγκαίο μέγεθος των εισροών (λίπασμα, εντομοκτόνα).

11 Η τηλεπισκόπηση αναφέρεται στην ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων που προκύπτουν από επίγεια και δορυφορικά χωρικά δεδομένα, μέσα από την αξιοποίηση γεωχωρικών δεδομένων μεγάλου όγκου (big remote sensing data) και χρήση σύγχρονων λογισμικών εφαρμογών (Karantzas et al, 2015).

12 Η εφαρμογή των τεχνολογιών ακριβείας στην αμπελοργία και οινοποίηση προσφέρει αναβαθμισμένες δυνατότητες στην ανάπτυξη σύγχρονων πρακτικών καλλιέργειας και προγνωστικών προσεγγίσεων (predictive viticulture) (Bonneau, V., Ramahandry et al, 2017).

επεξεργασίας (π.χ. φιλτράρισμα, εμφιάλωση) καθώς και για την έγκαιρη διάγνωση τυχόν προβλημάτων και αναγκαίων παρεμβάσεων (π.χ. επίπεδα ζυμομύκητα). Στην επεξεργασία ελαιολάδου, η χρήση νέων τεχνολογιών ανάλυσης εκτείνεται πλέον από τη διαχείριση των καλλιεργειών (π.χ. διαχείριση ζιζανιοχλωρίδας) (Φουντάς κ.α., 2009) έως την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση, ταυτοποίηση και πρόβλεψη συμπεριφοράς ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του προϊόντος (π.χ. ποιότητα και οξειδωτική σταθερότητα με βάση μεταβλητές θερμοκρασίας, χρόνου κ.α.) και την παρακολούθηση του προϊόντος καθ' όλη τη διαδρομή σε επίπεδο ενιαίων πρωτοκόλλων παραγωγής υψηλών ποιοτικά προϊόντων¹³ καθώς και ολοκληρωμένων και ενοποιημένων εφοδιαστικών αλυσίδων μέσω μετρήσιμης και διατηρήσιμης ποιότητας (Βερβερίδης κ.α., 2020). Αντίστοιχα, σε επίπεδο διανομής, σήμερα αξιοποιούνται ευρέως συστήματα παρακολούθησης προϊόντων και συσκευασιών μέσω αισθητήρων (π.χ. RFID) για την ασφαλή συστηματική παρακολούθηση μεταβλητών και παραμέτρων του προϊόντος (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία), προσφέροντας προς όλα τα μέρη (π.χ. παραγωγοί, διανομείς, σημεία τελικής πώλησης) τη δυνατότητα καταγραφής της ασφάλειας και ποιότητας των προϊόντων σε πραγματικό χρόνο, κατά μήκος της αλυσίδας αξίας.

Η επέκταση των τεχνολογιών ακριβείας, των νέων ψηφιακών τεχνολογιών και του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι ήδη ραγδαία και στο πεδίο της κτηνοτροφίας. Σχετικές εφαρμογές προσφέρουν πλέον τη δυνατότητα επακριβούς παρακολούθησης των διατροφικών προδιαγραφών και καταναλώσεων του ζωικού κεφαλαίου (π.χ. βοοειδή), σε πραγματικό χρόνο καθώς και προληπτικής παρακολούθησης δεικτών που σχετίζονται με την υγεία και τις ανάγκες του (The Economist, 2019α). Η κτηνοτροφία ακριβείας (precision livestock farming-PLF) ορίζεται ως η επακριβής και προγραμματισμένη διαχείριση της κτηνοτροφικής παραγωγής. Η κτηνοτροφία ακριβείας συνιστά ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης που στοχεύει στην παρακολούθηση του ζωικού κεφαλαίου (σε επίπεδο μεμονωμένων ζώων) και βρίσκει εφαρμογή σε διαστάσεις που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη των ζώων, τα επίπεδα παραγωγής (π.χ. γάλα), την ανίχνευση και την παρακολούθηση ασθενειών και πτυχών που σχετίζονται με τη συμπεριφορά των ζώων και το φυσικό περιβάλλον, όπως το θερμικό μικρο-περιβάλλον και οι εκπομπές αερίων (Mortari & Lorenzelli, 2014). Η χρήση αντίστοιχων σύγχρονων συστημάτων αισθητήρων για συγκεκριμένες

13 Τα ενιαία πρωτόκολλα περιλαμβάνουν τήρηση προδιαγραφών σε όλα τα στάδια: προ-συλλεκτικό στάδιο και διαδικασία παραγωγής, στάδιο τυποποίησης, αποθήκευσης, μεταφοράς και διανομής καθώς και μετέπειτα στάδια (π.χ. λιανική πώληση) (Βερβερίδης κ.α., 2020).

κατηγορίες δεικτών (π.χ. μικροβιακά επίπεδα, καταναλώσεις τροφής, κινητικότητα ζωικού κεφαλαίου) προσφέρει τη δυνατότητα παρακολούθησης ως προς την έγκαιρη αναγνώριση κρίσιμης πληροφορίας του μικρο-περιβάλλοντος, του βιολογικού κύκλου (π.χ. γονιμότητα, δείκτες υγείας και ευρωστίας, αναγνώριση λοιμώξεων), ενώ αντίστοιχα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες αρμέγματος και σίτισης.

3.3. 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, όπως προκύπτει από την παρούσα έρευνα (Πίνακας 1). 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 ανάπτυξη ενός συνόλου τεχνολογιών και εφαρμογών (precision agricultural technologies-PATs) (Barnes et al, 2019a) 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 ¹⁴ (AgFunder, 2019). Τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης και εντοπισμού θέσης, οι εφαρμογές τηλεπισκόπησης για χαρτογράφηση της παραγωγής, οι τεχνολογίες εφαρμογής μεταβλητών δόσεων λιπασμάτων, αγροχημικών και αρδευτικού νερού (variable-rate technologies) και η υιοθέτηση νέων συστημάτων αισθητήρων (sensing and monitoring devices) σε όλα τα επίπεδα της αγροτικής παραγωγής (Rao, 2009· Rai & Ingle, 2012· Sanbo, 2012· Mortari & Lorenzelli, 2014· Steeneveld & Hogeveen, 2015), συνιστούν ορισμένους από τους σημαντικούς συντελεστές που αναμένεται να μεταβάλλουν ραγδαία την καλλιεργητική και παραγωγική διαδικασία στην αγροδιατροφική παραγωγική αλυσίδα.

14 Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το ύψος των επενδύσεων σε τεχνολογικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον αγροτικό τομέα (agrifood tech start-ups) εκτιμάται στο επίπεδο των \$16.9 δις για το έτος 2018 (AgFunder, 2019). Το ίδιο μέγεθος, το έτος 2015 καταγράφεται στα \$4.6 δις και το 2014 στα \$2.36 δις.

Πίνακας 1. Βασικοί παράγοντες αλλαγής

Η συνακολουθία των βασικότερων τεχνολογικών συντελεστών (supply-side)

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 (αγρομετεωρολογία)· συστήματα διαχείρισης παρασίτων βάσει αισθητήρων (sensor-based pest management)· 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).

Παράγοντες σχετικοί την παραγωγική διαδικασία [demand-side – retail-driven]:

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)· 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.

	<p>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.</p>
	<p>Σημασία νέων προδιαγραφών ποιότητας και ασφάλειας τροφίμων (π.χ. περιορισμένη χημική επιβάρυνση) σε επίπεδο εμπορικών δικτύων και μεγάλων αγοραστών αγροτικών προϊόντων.</p>
<p>Παράγοντες σχετικοί με την αειφορική διαχείριση, την κλιματική αλλαγή και τις νέες καταναλωτικές προτιμήσεις [consumer-driven]</p>	<p>Περιορισμός περιβαλλοντικού αποτυπώματος· ορθολογική χρήση πόρων· περιορισμός συμπίεσης του εδάφους (τεχνολογίες πλοήγησης)· περιορισμός κατανάλωσης νερού και ενέργειας (μεταβλητή εφαρμογή δόσεων)· περιορισμός της χρήσης χημικών.</p> <p>Σημασία ανάδυσης νέων καταναλωτικών συνηθειών και σημασία υγιεινής διατροφής· θέματα ανθρώπινης υγείας· θέματα βιοασφάλειας.</p>
<p>Παράγοντες σχετικοί με τα αναδυόμενα μείγματα αναπτυξιακών, αγροτικών και τεχνολογικών πολιτικών [policy-driven].</p>	<p>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.</p>

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 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) (The Economist, 2019β). 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. 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 (OECD, 2018). 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 ποιότητας¹⁵), 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) (Δαλέζιος, 2015). Συνεπώς, από την πλευρά της παραγωγής, η αξιοποίηση των αναδυόμενων τεχνολογιών, εν συντομία, αποσκοπεί στη βελτίωση των αποδόσεων των καλλιεργειών, στη βελτίωση της οργανικής ποιότητας των προϊόντων¹⁶, 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 (EIP-AGRI, 2015). 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 (Sonka, 2015), ενώ μπορούν να συμβάλλουν στην προγνωστική

15 Η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών ως προς την αξιοποίηση των δεδομένων βελτιώνει το επίπεδο διαφάνειας και τις δυνατότητες ιχνηλασιμότητας των προϊόντων (Pesce et al, 2019). Οι διαστάσεις αυτές αποτελούν σήμερα εξαιρετικά σημαντικές προϋποθέσεις ελέγχου και διασφάλισης της ποιότητας τροφίμων και δη καταναλωτικών προϊόντων ταχείας διακίνησης σε επίπεδο ελέγχου ποιότητας, ικανοποίησης πελατών, βέλτιστης τιμολόγησης, καλύτερης προγνωστικής ικανότητας και περιορισμού σπατάλης τροφίμων (Kumar, & Glew, 2019).

16 Για παράδειγμα, η αξιοποίηση (ενεργητικών ή παθητικών) αισθητήρων προσφέρουν τη δυνατότητα καταγραφής της υγρασίας του εδάφους, της ευρωστίας των φυτών, της σύνθεσης του μικροκλίματος (π.χ. ηλιοφάνεια) και συμβάλουν στη βελτίωση της άρδευσης μέσω αντίστοιχων «έξυπνων» συστημάτων και τον περιορισμό χρήσης χημικών εισροών.

ικανότητα των παραγωγών μέσω συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης (Deichmann et al, 2016).

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 προϋποτιθέμενη 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 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 υπο-κλάδων στις ευρύτερες αλυσίδες αξίας (π.χ. συμμετοχή σε αρχικά και τελικά στάδια, παραγωγή προϊόντων χαμηλής ή υψηλής προστιθέμενης 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.

3.4. 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. Βρετανία¹⁷, 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) (Schnug et al, 1990· Schnug et al, 1993· Haneklaus & Schnug, 2006). 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 καθιστούν βιώσιμη

¹⁷ Οι Φουντάς & Γέμος (2015) καταγράφουν ότι μια από τις πρώτες εφαρμογές χαρτογράφησης παραγωγής στην Ελλάδα καταγράφεται το 2001 σε καλλιέργεια βαμβακιού μέσω της εγκατάστασης αισθητήρα σε βαμβακοσυλλεκτική μηχανή δύο σειρών. Πρέπει να σημειωθεί ότι ιδιαίτερα τις τελευταίες δυο δεκαετίες, αναπτύσσεται εξαιρετικά σημαντική ερευνητική δραστηριότητα σε θέματα γεωργίας ακριβείας στα Πανεπιστήμια και Ερευνητικά Κέντρα της χώρας με εφαρμογές σε όλα τα είδη καλλιεργειών (π.χ. αμπέλια, βαμβάκι, μήλα, ελιές και δενδρώδεις καλλιέργειες, ρύζι, διαχείριση αγροκτημάτων κ.α.).

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 προ-εκτίμησης 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 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 (Andreoni et al, 2018). 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 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 συμβάλλουν στην εμπάθυση της παραγωγικής εξειδίκευσης, στη διαμόρφωση τοπικών αλυσίδων αξίας και στη διαμόρφωση οικονομιών κλίμακας αποτελούν σημαντικές παραμέτρους (Alexandridis et. al., 2015). Η ανάπτυξη σχημάτων συνεργασίας και σύγχρονων δικτύων παραγωγών μπορεί να συμβάλει 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. 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) (Castle et al, 2016). Συνεπώς, η συνάρτηση αποδοτικότητας συνδέεται με παραμέτρους που άπτονται των ειδικών χαρακτηριστικών του μικρο-περιβάλλοντος (π.χ. έδαφος, 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 ελλιπώς 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

Πίνακας 2. Προϋποθέσεις και προκλήσεις υιοθέτησης

	Μακροσκοπικό επίπεδο	Μικρο-οικονομικό/επιχειρησιακό επίπεδο
Τεχνολογική διάσταση	Τεχνολογικές και ψηφιακές υποδομές	Κατανόηση χρήσεων και μετρήσιμη προ-εκτίμηση δυνητικών ωφελειών υιοθέτησης νέων τεχνολογιών σε επιμέρους ανάγκες
	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 τεχνο-οικονομικές δεξιότητες
	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

Πηγή: Ίδια επεξεργασία ημι-δομημένων συνεντεύξεων και συναφών πρωτογενών πηγών.

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 των τεχνολογιών της γεωργίας ακριβείας (Φουντάς & Γέμτος, 2015), 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 (Δαλέζιος, 2015). 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 ("Farming 4.0"), τουλάχιστον όσον αφορά στις προηγμένες περιφέρειες και παραγωγικές περιοχές (European Commission, 2019).

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 λύσεων¹⁸ 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 σχήματα¹⁹ 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 (Wolfert, Sørensen & Goense, 2014 · Wolfert et al, 2017).

Υπό αυτό το πρίσμα, η περαιτέρω ανάπτυξη δεδομένων²⁰, υποδομών και

18 Μεγάλες εταιρείες που δημιουργούν ήδη εφαρμογές βασισμένες στις νέες τεχνολογίες (farm-based analytics) υπολογίζοντας αύξηση παραγωγικότητας από 30% έως 60% (π.χ. Monsanto, DuPont, John Deere). Για παράδειγμα, το σύστημα FieldScripts (Monsanto) συγκεντρώνει πληροφορία για την καλλιέργεια (π.χ. ιστορικά δεδομένα, υγρασία, επίπεδα ευφορίας) και διαχωρίζει την καλλιέργεια σε ζώνες παρέμβασης (small management zones). Η πληροφορία υφίσταται επεξεργασία από σχετικούς αλγόριθμους, οι οποίοι τροφοδοτούν με οδηγίες τους συμβεβλημένους καλλιεργητές (μέσω iPad app – Field View). Εν συνεχεία, οι οδηγίες τροφοδοτούν τον γεωργικό εξοπλισμό. Το επιχειρηματικό μοντέλο των εν λόγω συστημάτων συνήθως βασίζεται σε Software as a Service (συνδρομή και πρόσβαση σε υπηρεσίες βασισμένες στο υπολογιστικό νέφος). Τα υπόλοιπα κέντρα κόστους αφορούν σε εξοπλισμό αισθητήρων και βασικών πληροφοριακών συστημάτων και συσκευών (π.χ. smartphones) (Ross, 2016). Αντίστοιχα, η John Deere λειτουργεί μια αυτοματοποιημένη τεχνολογία καθοδήγησης (AutoTrac) και αυτοματοποιημένων αγροτικών οχημάτων που επικοινωνούν μεταξύ τους. Στο πλαίσιο αυτό, αξιοποιούνται τεχνολογίες GPS και διασύνδεση μηχανημάτων μεταξύ τους αλλά και με το Κέντρο Επιχειρήσεων MyJohnDeere (MJD) (Reimsbach-Kounatze, 2017). Αντίστοιχα, η εφαρμογή Airbus FarmStar συνδυάζει δορυφορικές εικόνες με αγρονομική εμπειρογνωμοσύνη και παρέχει μια ολοκληρωμένη σειρά δεδομένων για σειρά καλλιεργειών (π.χ. σιτάρι, κριθάρι).

19 Μια αντίστοιχη περίπτωση αφορά στο Farmers Business Network (Davenport, Iowa), το οποίο συγκεντρώνει δεδομένα (anonymised) από τους συνεργαζόμενους αγρότες/μονάδες και μοιράζεται πληροφορίες (big data insights) από την ομάδα με τα μέλη της. Λειτουργεί μια συνεργατική βάση δεδομένων και στοιχείων αγοράς, όπου όλοι ενθαρρύνονται να συμβάλλουν με δεδομένα και σε αντάλλαγμα όλοι έχουν πρόσβαση σε αυτά βάσει συγκεκριμένων συνδρομής (πλάνα 1, 2 ή 5 ετών). Το σχήμα έχει αναπτύξει συνεργασία με περισσότερα από 3.400 αγροκτήματα, που εκτείνονται σε 12 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικών εκτάσεων. Παράλληλα, το σχήμα οργανώνει συντονισμένες προμήθειες, με σκοπό τον περιορισμό του κόστους εισροών.

20 Ένα σημαντικό ζήτημα αφορά στη διαχείριση των δεδομένων. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί σχετικοί δημόσιοι οργανισμοί που προσπαθούν να διαμορφώσουν ένα πλαίσιο ως προς τη διαχείριση των δεδομένων που προκύπτουν από τις δραστηριότητες στο πεδίο της γεωργίας ακριβείας επί τη βάση της σημασίας των ανοικτών δεδομένων ή της προστασίας των ιδιωτικών δεδομένων. Στις ΗΠΑ για παράδειγμα, οι οργανισμοί Big Data Coalition, Open Agriculture Data Alliance (OADA), AgGateway και USDA προσπαθούν να διαμορφώσουν πλαίσια διαχείρισης των δεδομένων που προέρχονται από το διασυνδεδεμένο εξοπλισμό, τα drones και τις δορυφορικά δεδομένα data, με σκοπό να συμβάλλουν στην αξιοποίηση τους ως προς τους στόχους της ασφάλειας των τροφίμων και της αειφόρου ανάπτυξης (Wolfert et al, 2017).

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 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 «οικονομικών 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 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 διεξόδωση των σχετικών τεχνολογικών λύσεων στις παραγωγικές διαδικασίες και δραστηριότητες αναμένεται να αποτελέσει ένα δυναμικό μηχανισμό μετασχηματισμού, διαφοροποίησης και αναζωογόνησης νησίδων αγοράς και καλλιεργειών σε όλο το εύρος του τομέα της αγροδιατροφής, δίνοντας ενδογενή 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 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 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 (Supply Chain 4.0) που διαμορφώνουν νέες προδιαγραφές βέλτιστης διαχείρισης (π.χ. ιχνηλασιμότητα, ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων μεγάλου όγκου, ταχύτερη ανταπόκριση, αυτοματοποίηση διαδικασιών, προβλεψιμότητα αναγκών και αποθεμάτων).

4. ΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

4.1. Τάσεις και εξελίξεις στον αγροδιατροφικό τομέα

Στην Ελλάδα, ο αγροτικός τομέας (φυτική παραγωγή, ζωική παραγωγή, αλιεία και δασοκομία) συμβάλει κατά 2,7% στο ΑΕΠ, τη στιγμή που η αγροτική παραγωγή συνεισφέρει κατά 1,1% στο ευρωπαϊκό προϊόν (EU-28 GDP) το 2018 (Eurostat, 2019), ενώ η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία ανέρχεται σε 5.586 δις ευρώ, το οποίο συνιστά το 3.0% της συνολικής προστιθέμενης αξίας σε επίπεδο ΕΕ-28. Το συνολικά παραγόμενο προϊόν της γεωργικής παραγωγής (output value) για το έτος 2018 μειώνεται (-2,9%) στα 10,9 δις ευρώ, ενώ πέντε τύποι καλλιεργειών συνιστούν περίπου το 60% του συνολικά παραγόμενου προϊόντος (όπ.π.). Οι κατηγορίες αυτές περιλαμβάνουν φρούτα (π.χ. 2,2 δις ευρώ), λαχανικά (1,8 δις ευρώ), ελαιόλαδο (0,9 δις ευρώ), βιομηχανικές καλλιέργειες (0,9 δις ευρώ) και δημητριακά (0,6 δις ευρώ) (όπ.π.).

Το εμπορικό έλλειμμα των αγροδιατροφικών προϊόντων περιορίστηκε

σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία (0,55 δις ευρώ το 2018). Οι εξαγωγές των αγροδιατροφικών προϊόντων ανέρχονται σε 6,49 δις ευρώ (2018), εν συγκρίσει με το 2008 οπότε και ανήλθαν σε 4,01 δις ευρώ καθώς και σε σχέση με τα 21,97 δις ευρώ των συνολικών εξαγωγών της χώρας εξαιρουμένων των πετρελαιοειδών (ΕΛΣΤΑΤ, 2019). Ως προς τη διάρθρωση και τη σύνδεση του αγροδιατροφικού τομέα σε ευρύτερες παραγωγικές αλυσίδες, σημειώνεται ότι οι κλάδοι της φυτικής και ζωικής παραγωγής συμμετέχουν σε υψηλότερο βαθμό στα αρχικά στάδια της παγκόσμιας παραγωγικής αλυσίδας, ενώ αντίστοιχα η βιομηχανία τροφίμων καταγράφει πρόσφατα αύξηση του ποσοστού της προστιθέμενης αξίας στις εξαγωγές (Gibson et al, 2019). Ειδικότερα, οι εξαγωγές των αγροδιατροφικών προϊόντων²¹ σημειώνουν σταθερή σταδιακή αύξηση²² (με εξαίρεση το έτος 2014) από το 2009, με μέσο ετήσιο ρυθμό 6,3% (Χύμης, 2019).

Η απασχόληση στον αγροτικό τομέα ανέρχεται στο 10,6% της συνολικής απασχόλησης της χώρας με 428 χιλ. εργαζόμενους σε ετήσιες μονάδες εργασίας (Eurostat, 2019), όταν το αντίστοιχο ποσοστό σε επίπεδο ΕΕ-28 ανέρχεται σε 4,1% (2017). Το ποσοστό των αγροτών με ολοκληρωμένη επαγγελματική κατάρτιση σε σχετικά θέματα του αγροτικού κλάδου (full agricultural training) εκτιμάται σε 0,6% (το 2016), σε αντίθεση με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο που ανέρχεται σε 9,1%²³ (ΕΕ-28) (όπ.π.).

Ως προς επιμέρους διαρθρωτικά χαρακτηριστικά, η Ελλάδα διατηρεί ένα πολύ υψηλό βαθμό κατακερματισμού ως προς τις γαιοκτησίες, έναν συγκριτικά υψηλό βαθμό εξάρτησης από τις ενωσιακές επιδοματικές εισοδηματικές ενισχύσεις, έναν σχετικά περιορισμένο βαθμό οργάνωσης αποτελεσματικών συνεργατικών σχημάτων

21 Ο γεωργικός κλάδος δραστηριότητας περιλαμβάνει τη γεωργική παραγωγή και τις μη γεωργικές δευτερεύουσες δραστηριότητες, ενώ η γεωργική παραγωγή διακρίνεται σε παραγωγή αγαθών, (φυτική και ζωική παραγωγή) καθώς και παραγωγή υπηρεσιών. Τα αγροδιατροφικά προϊόντα εξετάζονται με βάση την ταξινόμηση του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και της Τυποποιημένης Ταξινόμησης Διεθνούς Εμπορίου (SICT) του ΟΟΣΑ.

22 Άμεση συνέπεια αυτής της αύξησης είναι η αθροιστική μείωση του εμπορικού ελλείμματος των αγροδιατροφικών προϊόντων κατά 83,9% (κατά την περίοδο 2008-2016), ενώ οι εξαγωγές αγροδιατροφικών προϊόντων σημειώνουν αθροιστική αύξηση από το 2009 στο 62% με το έλλειμμα να περιορίζεται, το έτος 2018, στα 0,56 δις ευρώ (Χύμης, 2019).

Σημειώνεται ότι το 2009, η Ελλάδα βρίσκεται στην 26η θέση ως προς το ποσοστό των αγροτών που είχαν μόνο στοιχειώδη και μη ολοκληρωμένη πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ πλήρη αγροτική εκπαίδευση κατέχει το 0,3% (το χαμηλότερο στην ΕΕ-28) (Βαϊτσός & Μισσός, 2018). Παρομοίως, οι επενδυτικές δαπάνες σε τομείς τεχνολογικής ανάπτυξης και σχετικών υπηρεσιών παραμένουν διαχρονικά σε πολύ χαμηλό επίπεδο.

23 Σημειώνεται ότι το 2009, η Ελλάδα βρίσκεται στην 26η θέση ως προς το ποσοστό των αγροτών που είχαν μόνο στοιχειώδη και μη ολοκληρωμένη πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ πλήρη αγροτική εκπαίδευση κατέχει το 0,3% (το χαμηλότερο στην ΕΕ-28) (Βαϊτσός & Μισσός, 2018). Παρομοίως, οι επενδυτικές δαπάνες σε τομείς τεχνολογικής ανάπτυξης και σχετικών υπηρεσιών παραμένουν διαχρονικά σε πολύ χαμηλό επίπεδο.

²⁴και ένα από τα χαμηλότερα επίπεδα αγροτικής παραγωγικότητας σε επίπεδο ΕΕ-28 αλλά και σε σύγκριση με τις μεσογειακές χώρες (Βαϊτσοσ & Μισσός, 2018). Το γεγονός αυτό συνδέεται άμεσα με το χαμηλό βαθμό τεχνολογικής διείσδυσης και παραγωγικής αξιοποίησης νέων τεχνολογιών που καταγράφεται στον αγροτικό τομέα σε εγχώριο επίπεδο²⁵ καθώς και με τους χαμηλούς βαθμούς αποτελεσματικής εμπορικής αξιοποίησης και διείσδυσης μέσα από λειτουργικά παραγωγικά δίκτυα και προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Οι εσωτερικές δυναμικές στον τομέα της αγροδιατροφής δεν είναι ομοιογενείς δεδομένου ότι παρατηρούνται διαφοροποιήσεις και διακυμάνσεις που συνδέονται τόσο με το βαθμό ολοκλήρωσης των μεταποιητικών αλυσίδων των επιμέρους υπο-τομέων αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των επιμέρους προϊόντων (π.χ. προϊόντα υψηλής ποιότητας και προστιθέμενης αξίας, υψηλός βαθμός διείσδυσης κ.α.) Συγχρόνως, κατά τις τελευταίες δυο δεκαετίες, το μερίδιο αγοράς των αγροτικών προϊόντων μειώνεται τόσο σε διεθνές (από 0,8% το 1993 σε 0,3% το 2013) όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο (από 4,5% το 1993 σε 2,8% το 2013) (NBG Group, 2015). Εντούτοις, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την ίδια περίοδο, έχουν αναδειχθεί σημαντικές νησίδες ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων που αυξάνουν τα μερίδια αγοράς μέσω βελτίωσης παραγωγικών διαδικασιών, βελτίωσης ποιότητας προϊόντων, αναβάθμισης ανταγωνιστικής θέσης και εξαγωγικών στρατηγικών προώθησης, τόσο σε επίπεδο Ε.Ε. όσο και σε διεθνές επίπεδο²⁶.

Ο πρωτογενής τομέας στην Ελλάδα κατέχει ιδιαίτερη σημασία σε όρους προστιθέμενης αξίας και απασχόλησης σε σχέση με άλλες χώρες της Ε.Ε. Εντούτοις, χαρακτηρίζεται από χαμηλή παραγωγικότητα και περιορισμένη εξωστρέφεια ιδιαίτερα σε επίπεδο προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας²⁷. Διαχρονικά, σημειώνεται ότι κατά την εικοσαετία 1994–2013 καταγράφεται μια συνεχιζόμενη συρρίκνωση στα

24 Εκτιμάται ότι οι αγροτικοί συνεταιρισμοί καλύπτουν μέχρι πρόσφατα ένα μερίδιο αγοράς της τάξεως του 20%, ενώ σε ευρωπαϊκό επίπεδο, το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται σε 40% (NBG Group, 2015).

25 Η Ελλάδα καταγράφει διαχρονικά πολύ χαμηλά ποσοστά δαπανών Έρευνας & Ανάπτυξης στον αγροτικό τομέα (Eurostat, 2019).

26 Ένας βασικός πυρήνας δυναμικών προϊόντων συμβάλλει σημαντικά στην ενίσχυση των εξαγωγών κατά την περίοδο 2009–2017 μέσα από τη διατήρηση σημαντικών μεριδίων ή την αξιοσημείωτη αύξηση των μεριδίων τους. Συγκεκριμένα, ένας αριθμός 18 «δυναμικών» προϊόντων, τα οποία αποτελούν το 1/3 των ελληνικών εξαγωγών, καταγράφουν αύξηση των εξαγωγών κατά 71% (έναντι 37% του συνόλου και 25% των λοιπών εξαγωγών εκτός πετρελαίου) κατά την περίοδο 2009–2017. Σε μεγάλο βαθμό, τα προϊόντα αφορούν στον αγροδιατροφικό τομέα (13 προϊόντα εκ των 18) τόσο σε επίπεδο βασικών (π.χ. ελαιόλαδο, ελιές, φέτα), όσο και ανερχόμενων προϊόντων (π.χ. γιαούρτι, παγωτό, φιστίκια) (Εθνική Τράπεζα, 2018).

27 Η μεταποιητική αξία που προστίθεται σε επίπεδο παραγωγικής αλυσίδας παραμένει σε συγκριτικά χαμηλά επίπεδα, ήτοι 40% εν σχέσει με το ποσοστό 70% στη Δυτική Ευρώπη (NBG Group, 2015).

μεγέθη της φυτικής και ζωικής παραγωγής –σε όρους αγοραίας αξίας εγχώριου αγροτικού προϊόντος- και μια μειούμενη καθαρή προστιθέμενη αξία, ενώ ο κλάδος χαρακτηρίζεται από συρρίκνωση της εγχώριας αγροτικής παραγωγής, πτώση στα απόλυτα μεγέθη των ετήσιων αγροτικών εσόδων από πωλήσεις καθώς και πτώση της απόλυτης κλίμακας του τομεακού κύκλου εργασιών (Βαϊτσος & Μισσός, 2018).

Κατά την περίοδο 2007–2017, η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία της γεωργικής παραγωγής σημειώνει πτώση (4%) κυρίως λόγω αυξημένου κόστους γεωργικών εισροών και πτώσης αξίας παραγωγής σε συνδυασμό με τη μείωση –κατά 2.5% σε σύγκριση με το 2007- των ακαθάριστων επενδύσεων κεφαλαίου, η συμμετοχή των οποίων στην ακαθάριστη προστιθέμενη αξία καταγράφεται στο 21% το έτος 2017 (κοινοτικός μ.ο. ΕΕ-28 33%) (Ρεζίτη, 2019) με την ίδια πτωτική τάση να παρατηρείται και μακροχρόνια. Τα τελευταία 25 έτη, η ελληνική γεωργική παραγωγή αυξήθηκε σε ποσοστό χαμηλότερο του 20% (σε σύγκριση με το 220% παγκοσμίως και 86% στην Ευρώπη), ενώ η γεωργική προστιθέμενη αξία (εκτός επιδοτήσεων) μειώθηκε κατά 13% τα τελευταία 20 χρόνια, περίοδο κατά την οποία χώρες όπως Ισπανία, Ιταλία και Γαλλία αύξησαν την προστιθέμενη αξία κατά περίπου 15% (NBS Group, 2015). Κατά την περίοδο της κρίσης (2008–2017) εντούτοις, το γεωργικό προϊόν αυξάνεται κατά 6% όταν το προϊόν των υπολοίπων κλάδων της οικονομίας μειώνεται κατά 27% (Ρεζίτη, 2019).

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο γεωργικός κλάδος συνεισφέρει κατά 1.1 % στο ευρωπαϊκό παραγόμενο προϊόν (2018) όπως αναφέρθηκε, ενώ η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία ανέρχεται σε 181.7 δις ευρώ (2018). Συνολικά, ο αγροτικός τομέας απασχολεί περίπου 9.7 εκατομ. εργαζομένους (έτος 2016). Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης επενδύονται 59 δις ευρώ σε αγροτικό κεφάλαιο (αύξηση κατά 2,3 δις σε σχέση με το 2017), ενώ οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις στην Ε.Ε (173 εκατομ. εκτάρια) καταλαμβάνουν περίπου του 29% της συνολικής έκτασης. Οι βιολογικές καλλιέργειες καταγράφουν αύξηση (εκτιμάται ότι περίπου 246,000 καλλιέργειες ενσωματώνουν βιολογική παραγωγή) τα τελευταία 6 έτη κατά 20%, καλύπτοντας 12,6 εκατομ. εκτάρια το 2017 (Eurostat, 2019). Το εξωτερικό εμπόριο αγροτικών προϊόντων διπλασιάστηκε τα τελευταία 15 έτη σε επίπεδο Ε.Ε. (275 δις ευρώ το 2018), συνιστώντας το 7% των συνολικού εξωτερικού εμπορίου της Ε.Ε. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στη συνολική ακαθάριστη προστιθέμενη αξία (2017) είναι η Ιταλία με ποσοστό 17% και ακολουθούν Γαλλία (15,7%), Ισπανία (15,3%), Γερμανία (11,1%), Κάτω Χώρες (6,3%) και Ηνωμένο Βασίλειο (6,1%) (ό.π.).

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο αγροδιατροφικός κλάδος υποστηρίζεται από την Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ). Ο προϋπολογισμός για την ΚΑΠ ανέρχεται σε 365 δις ευρώ για την περίοδο 2021–2027, ενώ τουλάχιστον 40% των πόρων προσανατολίζονται στην κλιματική δράση. Η ΚΑΠ έχει ήδη μεταρρυθμιστεί αρκετές φορές με την πάροδο των ετών, ενώ την 1η Ιουνίου 2018 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υπέβαλε προτάσεις για περαιτέρω αλλαγές μετά το 2020. Οι προτεινόμενοι στόχοι της μελλοντικής ΚΑΠ τονίζουν, μεταξύ άλλων, τον κεντρικό ρόλο των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και των αγροτών απέναντι στις προκλήσεις που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος, τη δημιουργία λειτουργικών αγροτικών περιοχών, τη διατήρηση των αγροτικών τοπίων, την περιβαλλοντική φροντίδα και την προστασία της ποιότητας των τροφίμων και της υγείας καθώς και την προώθηση της ψηφιοποίησης. Οριζόντιος στόχος της νέας ΚΑΠ είναι ο «εκσυγχρονισμός» ως η προώθηση γνώσης, καινοτομίας και «ψηφιοποίησης στη γεωργία» και στις αγροτικές περιοχές καθώς και η ενθάρρυνση υιοθέτησης τους μέσα από την εστίαση σε έρευνα, τεχνολογία και νέες ψηφιακές τεχνολογίες. Σημαντική διάσταση αποκτάει επίσης η έννοια της «βιώσιμης ανάπτυξης» και της αποτελεσματικής διαχείρισης των φυσικών πόρων. Οι δυο αυτές διαστάσεις αναμένεται να συνδεθούν προοπτικά και με το νέο πλαίσιο επιδόσεων («από τη συμμόρφωση στις επιδόσεις») που προωθεί περισσότερο στοχευμένες ενισχύσεις στη βάση αποτελεσμάτων (Θεοδωρίδου, 2020). Στο πλαίσιο αυτό, στα επόμενα χρόνια, αναμένονται πρωτοβουλίες και μέτρα προς την κατεύθυνση ευρύτερης υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών στην αγροτική παραγωγή, ενώ η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει τον στόχο «ψηφιοποίησης της γεωργίας» σε υψηλή προτεραιότητα λόγω των άμεσων επιδράσεων που αναμένονται σε επίπεδο αειφορίας και ανταγωνιστικότητας.

Επιπροσθέτως, το 2019 υπογράφεται από τα περισσότερα κράτη μέλη, η διακήρυξη για «Ένα έξυπνο και βιώσιμο ψηφιακό μέλλον για την Ευρωπαϊκή Γεωργία και την ύπαιθρο» ("A smart and sustainable digital future for European agriculture and rural areas")²⁸. Αντίστοιχα, σε συνδυασμό με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία («The European Green Deal») και τη στρατηγική «Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο» (2020) («From Farm to Fork») προβλέπονται νέες στρατηγικές κατευθύνσεις, όπως χρήση βιώσιμων πρακτικών (πχ. γεωργία ακριβείας, βιολογική γεωργία, αγρο-οικολογία), οικολογικά σχήματα και επιβράβευση αγροτών για βελτιωμένες περιβαλλοντικές και κλιματικές

28 Βασικές κατευθύνσεις της [διακήρυξης](#) περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, την ενθάρρυνση της έρευνας σε τομείς, όπως η ευφυής γεωργία και η ιχνηλασιμότητα των τροφίμων, τη δημιουργία μιας παν-Ευρωπαϊκής υποδομής καινοτομίας για έναν «έξυπνο» αγροδιατροφικό τομέα καθώς και τη δημιουργία ενός ευρωπαϊκού χώρου δεδομένων για έξυπνες εφαρμογές αγροδιατροφής.

επιδόσεις, μείωση χρήσης χημικών φυτοφάρμακων, λιπασμάτων και αντιβιοτικών, ανάπτυξη νέων μεθόδων προστασίας από ασθένειες καθώς και στήριξη της κυκλικής οικονομίας. Η ΚΑΠ πρόκειται να αποτελέσει το βασικό εργαλείο μέσω του οποίου προβλέπεται να επιταχυνθεί και διευκολυνθεί η διάχυση των νέων τεχνολογιών στα κράτη μέλη μέσα από σειρά δράσεων, προγραμμάτων και εργαλείων²⁹. Προς την κατεύθυνση επιτάχυνσης των διαδικασιών ψηφιοποίησης, κινητοποιούνται εργαλεία χρηματοδότησης μέσα από υφιστάμενους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς, όπως το Horizon2020³⁰ και το Horizon Europe, με στόχο την αντιμετώπιση προκλήσεων, όπως η αναβάθμιση της αγροτικής παραγωγής, η αναδιάρθρωση της καταναλωτικής ζήτησης ως προς τα προϊόντα υψηλότερης διατροφικής αξίας, η πληθυσμιακή αύξηση και η αυξανόμενη ζήτηση σε τρόφιμα και η κλιματική αλλαγή. Εντούτοις, αυτό που διαπιστώνεται είναι ότι ο βαθμός ενσωμάτωσης διαφοροποιείται έντονα σε επίπεδο χωρών, περιφερειών και επιμέρους κλάδων και προϊόντων³¹ (Zarco-Tejada et al, 2014· Alexandridis et al, 2015· EIP-AGRI, 2015· Barnes, 2019β). Ιδιαίτερα σε επίπεδο περιμετρικών περιφερειών και περιοχών, μικρών καλλιεργειών και μικρότερων παραγωγικών μονάδων αναδεικνύεται σημαντική υστέρηση ως προς την υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών.

4.2. Η τεχνολογική αλλαγή ως μηχανισμός παραγωγικής και αναπτυξιακής μετάβασης

Οι βασικές τάσεις, μέχρι τούδε, 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 (Pesce et al, 2019). Σε συνάρτηση με όλα τα παραπάνω, το κεντρικό ζήτημα που αναδεικνύεται ως προς την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στην αγροτική παραγωγή, αφορά στην

29 Μέρος των προτάσεων που προωθούνται περιλαμβάνει την υιοθέτηση οριζόντιων διασυνδεδεμένων εργαλείων όπως το Farm Sustainability Tool for Nutrients (FaST) που στοχεύει στην ορθολογική χρήση λιπασμάτων μέσα από ψηφιακές λύσεις και εφαρμογές.

30 Το Horizon2020 επενδύει μέσω του Societal Challenge 2 (SC2) περισσότερα από 190 δις ευρώ για την περίοδο 2014–2020 σε θέματα ψηφιακού μετασχηματισμού, ενώ το Horizon Europe 2021–2027 εκτιμάται ότι θα επενδύσει περισσότερα από 10 δις ευρώ στον τομέα Τρόφιμα και Φυσικοί Πόροι (Food and Natural Resources), βάσει της προτεινόμενης κατανομής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Σημαντικές πρωτοβουλίες είναι επίσης το EIP-AGRI network και το Rural Development Funding.

31 Σύμφωνα με τους Γέμτο κ.α. (2003), η εφαρμογή των τεχνικών της γεωργίας ακριβείας καθυστερεί στις χώρες της Νότιας Ευρώπης λόγω μιας σειράς παραμέτρων που συνδέονται με μικρές γεωργικές εκμεταλλεύσεις, χαμηλό βαθμό ενημέρωσης και εκπαίδευσης, παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής, πολιτικές ενίσχυσης προϊόντων βάσει επιδοτήσεων και περιορισμένη ανάπτυξη, μέχρι πρότινος, ορισμένων συμβατών τεχνολογιών σε επιμέρους καλλιέργειες (π.χ. φρούτα, λαχανικά).

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 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 τεχνο-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 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, προιοντικό, 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 (Νικολαΐδης, & Στασινόπουλος, 2015). 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 (catching-up strategies) (Abramowitz, 1986· Lee, 2013· 2019). Υπό αυτή την οπτική, η συνακολουθία των τεχνολογικών συντελεστών στη γεωργία ακριβείας μπορεί να αποτελέσει μια ευκαιρία «αναπτυξιακού άλματος» (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 επίπεδο³². 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 χαρακτηριστικών σε επίπεδο καλλιεργειών, προϊόντων και γεωγραφικών περιοχών³³. 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

32 Η πρωτοβουλία του προγράμματος «[Ευφυής Γεωργία](#)» (Αμερικανική Γεωργική Σχολή, Ίδρυμα Μποδοσάκη και ΑΒ Βασιλόπουλος) αναπτύσσει και εγκαθιστά 12 σύγχρονες τηλεμετρικές διατάξεις σε συγκεκριμένες περιοχές (Καβάλα, Κιλκίς, Πελοπόννησο, Χαλκιδική, Κεντρική Μακεδονία, Ελασσόνα και Ξάνθη) και επιλεγμένες καλλιέργειες (π.χ. αμπελώνες, ελαιώνες, κτήματα παραγωγής ακτινιδίων και βοσκότοποι), προσφέροντας στους παραγωγούς που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα εξοκείωση και ενημέρωση με τις νέες ψηφιακές τεχνολογίες καθώς και πρόσβαση σε ακριβή δεδομένα και εφαρμογές επί εδαφολογικών και μετεωρολογικών παραμέτρων (π.χ. κλιματολογικές συνθήκες, υγρασία και θερμοκρασία εδάφους, κατάσταση καλλιέργειας σε πραγματικό χρόνο) καθώς και παραμέτρων που αφορούν την κατάσταση του ζωικού κεφαλαίου (π.χ. μετάδοση σήματος κινητικότητας και ευζωίας).

33 Το [EffiSpray](#) αποτελεί ένα σύγχρονο εργαλείο (αναπτύχθηκε από την εταιρεία [AGENSO](#) στο πλαίσιο του Ερευνώ - Δημιουργώ - Καινοτομώ», ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020) και υπολογίζει, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία), την κατάλληλη χρονική στιγμή (ημέρα/ώρα) για τον ψεκασμό για τις επόμενες πέντε ημέρες. Στόχος του EffiSpray είναι η μείωση του ρίσκου αποτυχίας του ψεκασμού, συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση των αριθμών ψεκασμών ανά καλλιεργητική περίοδο.

αποτελέσματα, προσφέροντας τη δυνατότητα διαμόρφωσης τοπικά προσαρμοσμένων αγροδιατροφικών οικοσυστημάτων μέσα από την περαιτέρω πρακτική αξιοποίηση των τεχνολογικών συντελεστών καθώς και την ταχύτερη διείσδυση στην αγροτική παραγωγή σε συνδυασμό με την συμβουλευτική καθοδήγηση ως προς την υποστήριξη χρήσης νέων εργαλείων.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις αναδεικνύουν, μεταξύ άλλων, τη σημασία της συστημικής διάστασης της καινοτομικής διαδικασίας καθώς και του στρατηγικού συντονισμού που απαιτείται για την παραγωγική μετάβαση ενός παραγωγικού κλάδου μέσα από την αξιοποίηση των νέων παραγωγικών και τεχνολογικών δυνατοτήτων. Στην περίπτωση της αγροτικής οικονομίας, ο συστημικός χαρακτήρας περιλαμβάνει τη συναρμογή όλων των διαστάσεων που συνδέονται με την καλλιεργητική και παραγωγική διαδικασία, την οργάνωση παραγωγικών δικτύων, εγχώριων αλυσίδων αξίας και βελτιωμένης πρόσβασης σε κανάλια προώθησης και διανομής, την τεχνολογική και γνωσιολογική αναβάθμιση μέσα από την ενσωμάτωση συμβατά αποδοτικών τεχνολογιών και την ταυτόχρονη βελτίωση παραγωγικότητας όλων των παραγωγικών συντελεστών σε συνδυασμό με την επιδιόρθωση πτυχών του επιχειρηματικού περιβάλλοντος.

Είναι επιπροσθέτως βέβαιο ότι το μείγμα των απαιτούμενων πολύ-επίπεδων μέτρων σε επίπεδο αγροτικών, αναπτυξιακών, περιφερειακών, τεχνολογικών και ψηφιακών πολιτικών, απαιτείται να συνδυασθεί με την άρση των δυσλειτουργιών του παραγωγικού, επιχειρηματικού και θεσμικού περιβάλλοντος της αγροτικής οικονομίας. Η διευθέτηση των ρυθμιστικών, παραγωγικών και χρηματοδοτικών εμποδίων καθώς και η ανάδειξη εθνικών και περιφερειακών στρατηγικών «προοπτικής καθοδήγησης» (forward guidance) που θα αποκωδικοποιούν, αναδεικνύουν και προωθούν την υιοθέτηση νέων πρακτικών, συνιστούν θεμελιώδεις προϋποθέσεις επιτάχυνσης της ενσωμάτωσης νέων τεχνολογικών και παραγωγικών υποδειγμάτων. Σύμφωνα με τους Deichmann, Goyal & Mishra (2016), η ανάδειξη των άμεσων ωφελειών, η ταυτόχρονη επίλυση των παραγωγικών προβλημάτων σε επίπεδο επιχειρηματικού περιβάλλοντος και η διαμόρφωση των μη-ψηφιακών προϋποθέσεων ("analog complements"), συνιστούν βασικούς όρους επιτυχίας των εγχειρημάτων τεχνολογικής μετάβασης σε επίπεδο αγροτικής παραγωγής και δη μικρής κλίμακας. Συγχρόνως, η δυνατότητα διαμόρφωσης μιας ισόρροπης αναπτυξιακής μετάβασης που θα βασίζεται σε στοιχεία «ποιοτικής μετακίνησης» στην αλυσίδα αξίας του κλάδου προϋποθέτει την εκπόνηση «πολιτικών ειδικού σκοπού» (mission-oriented policies) που θα συμπεριλάβουν την αναβάθμιση της τεχνικής ανάπτυξης του κλάδου, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των

επιμέρους προϊόντων και αναπτυξιακών δυναμικών τους, τη διαμόρφωση θεσμικών αναπτυξιακών συνεργατικών μηχανισμών καθώς και την οικοδόμηση ενός ευρύτερου αναγκαίου πρόσφορου και λειτουργικού «τομεακού συστήματος καινοτομίας» (π.χ. ερευνητικά ιδρύματα, δομές και πρωτοβουλίες επιμόρφωσης, μηχανισμοί μεταφοράς γνώσης) ενισχυμένων ικανοτήτων και διασυνδέσεων.

Οι συστημικές και αναπτυξιακές συνθήκες υπό τις οποίες οι νέες πρακτικές και τεχνολογίες εφαρμόζονται είναι καθοριστικής σημασίας ως προς την αποδοτικότητα τους, ιδιαίτερα σε επίπεδο λιγότερο ανεπτυγμένων αγροτικών οικονομιών, δεδομένου ότι η παραγωγικότητα του τομέα της αγροτικής παραγωγής ποικίλει έντονα διεθνώς αλλά και σε επίπεδο Ε.Ε. Οι στρατηγικές αναπτυξιακής μετάβασης υποστηρίζονται διεθνώς από στρατηγικές που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των επιμέρους τομεακών συστημάτων μέσα από την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και νέων πρακτικών καθώς και την προσαρμογή τους στις παραγωγικές ανάγκες βάσει των παραμέτρων που συν-καθορίζουν τα επίπεδα υιοθέτησης και αποδοτικότητας τους (Surji, 2001). Όπως προκύπτει από την παρούσα διερεύνηση, οι παράγοντες που συντελούν στο χαμηλό βαθμό ενσωμάτωσης περιλαμβάνουν τόσο οικονομικές (π.χ. κόστος, απόδοση επένδυσης, χρηματοδοτική υποστήριξη) όσο και μη οικονομικές παραμέτρους (π.χ. εξοικείωση, δεξιότητες, οργάνωση, τεχνική βοήθεια). Συνεπώς, το μείγμα αναγκών και πρόσφορων όρων διευκόλυνσης και επιτάχυνσης υιοθέτησης νέων τεχνολογικών συντελεστών και εφαρμογών, προϋποθέτει το συνδυασμό χρηματοδοτικών και μη χρηματοδοτικών εργαλείων (Barnes et al, 2019β). Υπό αυτή τη σκοπιά, εξίσου σημαντική διάσταση προς την κατεύθυνση βελτίωσης του βαθμού υιοθέτησης είναι η δυνατότητα αναβάθμισης του γενικού επιπέδου κατανόησης και εξοικείωσης -των παραγωγών και των παραγωγικών μονάδων- ως προς τις διαθέσιμες τεχνολογικές επιλογές, τη συμβατότητα τους με τις πρακτικές παραγωγής, τον παραγωγικό ρόλο και τις πρακτικές ωφέλειες τους σε κρίσιμες παραγωγικές παραμέτρους σε σύγκριση με το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης καθώς και την αποτελεσματική παραγωγική αξιοποίηση τους σε συνδυασμό με τις δυνατότητες συμμετοχής σε ευρύτερα εμπορικά δίκτυα, κανάλια διανομής και αλυσίδες αξίας. Η τεχνολογική και ψηφιακή αναβάθμιση μεταβάλλεται σταδιακά σε αναγκαίο και συστατικό όρο παραγωγικής ικανότητας και επάρκειας καθώς και διασφάλισης ποιότητας στην αλυσίδα τροφίμων που τροφοδοτείται ταυτόχρονα από όλους τους κινητήριους παράγοντες, ήτοι τεχνολογική εξέλιξη, παραγωγικές ανάγκες ως προς την εξοικονόμηση πόρων και τη συμμόρφωση με νέες αειφορικές και βιώσιμες παραγωγικές προδιαγραφές, ενίσχυση παραγωγικότητας και ποιότητας, καταναλωτικές συνήθειες και νέες προδιαγραφές εμπορικών δικτύων διανομής.

Επιπλέον, αναγκαίες πρόσφορες συνθήκες βελτίωσης των ρυθμών τεχνολογικής υιοθέτησης και παραγωγικής αναβάθμισης που αναμένεται να προκύψει από την παραγωγική χρήση νέων τεχνολογιών, περιλαμβάνουν επίσης την ανάγκη διαμόρφωσης δικτύων και μηχανισμών συμβουλευτικής καθοδήγησης καθώς και δράσεων σύζευξης με την ερευνητική και τεχνολογική κοινότητα. Η διευκόλυνση πρόσβασης σε αναγκαίους ερευνητικούς, τεχνολογικούς και γνωσιολογικούς πόρους υψηλής εξειδίκευσης που είναι διαθέσιμοι σε όλες τις περιφέρειες της χώρας (π.χ. Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα), συνιστούν καθοριστικό παράγοντα επιτάχυνσης της τεχνολογικής διείσδυσης και υιοθέτησης, δεδομένης της γενικότερης περιορισμένης εξοικείωσης και βαθμού ενσωμάτωσης σχετικών εφαρμογών. Αντίστοιχα, η εκπόνηση και υλοποίηση πιλοτικών εφαρμογών, προιοντικά και τοπικά εστιασμένων, μέσα από πρωτοβουλίες και σχήματα τεχνολογικής και εκπαιδευτικής αναβάθμισης, τεχνολογικής επίδειξης και παραγωγικών δοκιμών (π.χ. agro-innovation hubs), συνιστούν θεμελιώδεις κρίκους ενός προηγμένου, τοπικά προσαρμοσμένου τομεακού οικοσυστήματος αγροτικής παραγωγής και μεταποίησης. Σε συνάρτηση με αντίστοιχες πρωτοβουλίες, η ανάπτυξη δράσεων διευκόλυνσης πιλοτικής ενσωμάτωσης βασικών τεχνολογικών λύσεων αρχικού σταδίου και χαμηλού κόστους -με μετρήσιμες επιδράσεις σε παραγωγικότητα, ποιότητα και εξοικονόμηση εισροών- αποτελούν αποτελεσματικούς μηχανισμούς σταδιακής προσαρμογής σε παραγωγικά πρότυπα.

Σε συνδυασμό με σχετικές πρωτοβουλίες και κόμβους αγροτικής καινοτομίας με τοπική επικέντρωση, η ανάπτυξη στοχευμένων και συνδυαστικών χρηματοδοτικών εργαλείων διευκόλυνσης υπό ευνοϊκούς όρους και μέτρα προνομιακής πρόσβασης σε χρηματοδοτικά κεφάλαια (π.χ. εργαλεία εγγυήσεων για την υλοποίηση επενδυτικών σχεδίων βελτίωσης, εργαλεία μικροπιστώσεων για την ψηφιακή αναβάθμιση, κουπόνια τεχνολογικής βελτίωσης), συνιστούν βασικές παραμέτρους ενός ανεπτυγμένου και πρόσφορου τομεακού συστήματος. Συγχρόνως, στοχευμένες πολιτικές φορολογικών εργαλείων που να ενσωματώσουν μέτρα οικονομικών και φορολογικών κινήτρων ως προς τη ψηφιακή αναβάθμιση παραγωγικών μονάδων, όπως ειδικά κίνητρα για την ενσωμάτωση σύγχρονου ψηφιακού και τεχνολογικού εκσυγχρονισμού (π.χ. υπεραποσβέσεις σε κατηγορίες τεχνολογικής αναβάθμισης), μπορούν να συμβάλλουν στην ταχύτερη ενσωμάτωση τεχνολογικών και ψηφιακών λύσεων (π.χ. αφορολόγητο αποθεματικό για επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες), σε συνδυασμό με τη διαμόρφωση εργαλείων αξιολόγησης και αποτίμησης αποδοτικότητας για διαφορετικές καλλιέργειες, προϊόντα, υπο-κλάδους και περιοχές.

5. 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 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, 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 μη-οικονομικούς 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 μη-οικονομικών παραγόντων, αναδεικνύεται ως κρίσιμη και θεμελιώδης παράμετρος η εκπαίδευση, επιμόρφωση και οι 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 (FAO, 2017). Η τεχνολογική διεξόδωση 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 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 διεξόδου, 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, 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 (Gibson et al, 2019).
- 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).
- 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 πολύ-λειτουργικότητας 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 (π.χ. Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία & ΚΑΠ μετά το 2020), 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 περιβάλλοντος (βλ. Στρατηγική «Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο» – Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία). Οι καλλιεργητικές πρακτικές για τη βιώσιμη αξιοποίηση των φυσικών πόρων ποικίλουν ανάλογα με τις επιμέρους τοπικές συνθήκες και ανάγκες (FAO, 2017). 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-τομέων) μέσα από τη συντεταγμένη τεχνολογική, παραγωγική και γνωσιολογική αναβάθμιση του, με ταυτόχρονο συντονισμό προϊόντικα 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 προϊόντικών 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).
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 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.
10. 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 γραμμική, αυτόματη και ομοιογενή διαδικασία ενόσω διακρίνεται από ένα σύνολο προϋποτιθέμενων συνθηκών που καλούνται να δημιουργήσουν ένα πρόσφορο περιβάλλον ενεργοποίησης, προσαρμογής και μετάβασης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση του παραπάνω κειμένου εργασίας πραγματοποιήθηκε, μεταξύ άλλων, μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων με επιλεγμένους εξειδικευμένους πληροφορητές. Συγκεκριμένα, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλονται στους πληροφορητές που συνέβαλλαν καθοριστικά στην υλοποίηση της παρούσας πρωτογενούς διερεύνησης και ειδικότερα περιλαμβάνουν: μικρομεσαίες επιχειρήσεις και παραγωγικές μονάδες -στους τομείς αμπέλου και οίνου, ελαιολάδου, μελισσοκομίας, καλλυντικών, κτηνοτροφίας, γαλακτοκομικών προϊόντων, οσπρίων και βοτάνων-, τεχνολογικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο πεδίο της γεωργίας ακριβείας μέσα από την ανάπτυξη σύγχρονων τεχνολογικών συστημάτων, εξειδικευμένες ερευνητικές ομάδες Πανεπιστημίων και εκπαιδευτικών-ερευνητικών οργανισμών της χώρας (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο, Αμερικανική Γεωργική Σχολή), φορείς εκπροσώπησης σχετικών κλάδων καθώς και σχετικούς φορείς σχεδιασμού και υλοποίησης πολιτικών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Βαϊτσοσ, Κ. & Μισσός, Β. (2018) *Πραγματική Οικονομία. Εμπειρίες Ανάπτυξης, Κρίσης και Φτωχοποίησης στην Ελλάδα*, Εκδόσεις Κριτική.
- Βερβερίδης Φ., Στραταριδάκη Α. & Παπαδάκης Σ. (2020), «Ο λειτουργικός ρόλος των βιοφαινολών ελαιόλαδου και η σημασία τους στην ποιότητα της Ενοποιημένης Εφοδιαστικής Αλυσίδας – Μια νέα αντίληψη για την ολιστική διαχείριση της ποιότητας του Ελληνικού Ελαιόλαδου και Ελαιόκαρπου», στο Α. Κυριτσάκης, Επιστημονικός Υπεύθυνος Έκδοσης, *Ελιές και Ελαιόλαδο ως Βιολειτουργικά Τρόφιμα*, Υπό έκδοση.
- Γέμτος, Θ.Α., Φουντάς, Σ., Μαρκινός, Α., και Blackmore, S. (2003) «Γεωργία ακριβείας: προοπτικές εφαρμογής στην Ελλάδα και στην νότια Ευρώπη», *Συνέδριο ΕΓΜΕ*, 2003, Αθήνα.
- Γιδαράκου, Ι. (2016) *Γεωργία και γεωργικά συστήματα στον κόσμο*, Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Δαλέζιος, Ν. (2015) [Αγρομετεωρολογία: Ανάλυση και Προσομοίωση](#), Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Εθνική Τράπεζα (2018) [Το 1/3 των ελληνικών εξαγωγών επέδειξε δυναμικότητα στηρίζοντας την οικονομία στα χρόνια της κρίσης](#), Ελληνική Επιχειρηματικότητα (Ειδικό Θέμα: Εξαγωγές), Διεύθυνση Οικονομικής Ανάλυσης, Αύγουστος.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ): <http://www.statistics.gr/>
- Θεοδωρίδου, Χ. (2020) [ΚΑΠ μετά το 2020: Βασικά σημεία της μεταρρύθμισης](#), Τμήμα ΚΑΠ & Ευρωπαϊκών Σχέσεων Δ/νση Αγροτικής Πολιτικής, Τεκμηρίωσης & Διεθνών Σχέσεων, ΥΠΑΑΤ, Ημερίδα προετοιμασίας για την κατάρτιση του Στρατηγικού Σχεδίου ΚΑΠ 2021-2027, 16 Ιανουαρίου, Αθήνα.
- Νικολαΐδης, Ε. & Στασινόπουλος, Γ. (2015) [Οι αναπτυξιακές δυνατότητες του αγροδιατροφικού συστήματος στην Ελλάδα](#), ΙΝΕ ΓΣΕΕ.

- Ρεζίτη, Ι. (2019) «Εξελίξεις στον ελληνικό αγροτικό τομέα», ΚΕΠΕ, *Οικονομικές Εξελίξεις*, τεύχος 39, σσ. 53–60.
- Φουντάς, Σ. & Γέμτος, Θ. (2015) [Γεωργία Ακριβείας](#), Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Φουντάς, Σ., Μπουλουλής, Κ., Παγάνης, Π., Καβαλάρης, Χ., Γέμτος, Θ. Νάνος, Γ., Παρασκευόπουλος, Α. & Γαλάνης, Μ. (2009) «Εφαρμογή Πρακτικών Γεωργίας Ακριβείας. Σύγκριση διαχείρισης ζιζανιοχλωρίδας στην ελιά με κατεργασία του εδάφους, μηχανική καταστροφή και χημική ζιζανιοκτονία», *Γεωργία-Κτηνοτροφία*. Τεύχος 1.
- Χύμης, Α. (2019) «Εξωτερικό εμπόριο αγροτικών προϊόντων και τροφίμων», ΚΕΠΕ, *Οικονομικές Εξελίξεις*, τεύχος 39, σσ. 61–66.

Ξενόγλωσση

- Abramowitz, M.A. (1986) "Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind", *Journal of Economic History*, 46, pp. 385–406.
- AgFunder (2018) [AgTech Investing Report Year In Review 2018](#), 03 February 2020.
- Alexandridis, T.K., Galanis, G., Kalopesa, E., Cherif, Chouzouri, A., Dimitrakos, A., Kalopesas, C., Navrozidis, I., Patakas, A., Thomidis, T., Zalidis, G. (2015) "Promoting precision farming in southeast Europe: examples from site-specific management clusters in north Greece", *Precision agriculture '15*, Wageningen Academic Publishers, pp. 733–740.
- Andeoni, A., Chang, H.J., Konzelmann S. & Shipman, A. (2018) "Introduction to the Special Issues: Towards a production-centred agenda", *Cambridge Journal of Economics*, 42, pp. 1495–1504.
- Arthur, B. (2011) *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*, Free Press.
- Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., van der Wal, T., Soto-Embodas, I., Gomez-Barbero, M., Barnes, A.P., Eory, V. (2017) "Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics", *Sustainability* 9 (8), 1339.

- Barnes, A.P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A.T., Sanchez, B., Gomez-Barbero, M. (2019a) "Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems", *Environmental Science and Policy*, 93, pp. 66 – 74.
- Barnes, A.P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sanchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S.J., van der Wal, T., Gomez-Barbero, M. (2019b) "Exploring the adoption of precision agricultural technologies: a cross regional study of EU farmers", *Land Use Policy* 80, pp. 163–174.
- Bonneau, V., Ramahandry, T., Probst, L. Pedersen, B. & Dakkak-Arnoux, L. (2017) [Digital Transformation Monitor – Smart vineyard: management and decision making support for wine producers](#), Report prepared for the European Commission, Directorate-General Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs; Directorate F: Innovation and Advanced Manufacturing; Unit F/3 KETs, Digital Manufacturing and Interoperability by the consortium composed of PwC, CARSA, IDATE and ESN, under the contract Digital Entrepreneurship Monitor (EASME/COSME/2014/004).
- Bonneau, V., Copigneaux, B., Probst, L. & Pedersen, B. (2017) [Digital Transformation Monitor – Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects](#), Report prepared for the European Commission, Directorate-General Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs; Directorate F: Innovation and Advanced Manufacturing; Unit F/3 KETs, Digital Manufacturing and Interoperability by the consortium composed of PwC, CARSA, IDATE and ESN, under the contract Digital Entrepreneurship Monitor (EASME/COSME/2014/004).
- Castle, M.H., Lubben, B.D., Luck, J.D. (2016) "Factors Influencing the Adoption of Precision Agriculture Technologies by Nebraska Producers", Presentations, Working Papers, and Gray Literature. *Agricultural Economics*, pp. 49.
- Deichmann, U., Goyal A. & Mishra D. (2016) [Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries?](#), Policy Research Working Paper 7669, World Bank, May.
- EIP-AGRI (2015) [Precision Farming](#), Focus Group Final Report, funded by European Commission.

-
- European Commission (2019) [EU agricultural outlook for markets and income, 2019-2030](#). European Commission, DG Agriculture and Rural Development, Brussels.
- European Parliament (2019) [Precision agriculture and the future of farming in Europe, Scientific Foresight Study](#), Directorate-General for Parliamentary Research Services.
- Eurostat (2019) Agriculture Main Tables, available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/main-tables>
- FAO (2017) [The future of food and agriculture – Trends and challenges](#), Rome.
- Ferreira, I., Kirova, M., Montanari, F., Montfort, C., Moroni, J., Neiryneck, R., Pesce, Arcos Pujades, A., Lopez Montesinos, E, Pelayo, E., Diogo Albuquerque, J., Eldridge, J., Traon, D. (2019) [Research for AGRI Committee – Megatrends in the agri-food sector, European Parliament](#), Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels.
- Gemtos T.A., Fountas S., Blackmore S. & Greipentrog H.W. (2002) "Precision farming experience in Europe and the Greek potential", *HAICTA Conference*, Athens, June.
- Gibson, H., Pavlou, G., Tsochatzi, C. & Vasardani, M. (2019) "Greece's integration into Global Value Chains", Bank of Greece, *Economic Bulletin*, no. 50.
- Haneklaus S. & Schnug E. (2006) "Site-Specific Nutrient Management: Objectives, Current Status, and Future Research Needs", in A.Srinivasan, (Ed.), *Handbook of Precision Agriculture: Principles and Applications*, New York, London, Oxford: Food Products Press.
- Karantzalos K., Bliziotis D., Karmas A. (2015) [A Scalable Geospatial Service for Near Real-Time, High-Resolution Land Cover Mapping](#), IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Special Issue on «Big Data in Remote Sensing», 10.1109/JSTARS.2015.2461556.
- Kumar, M. and Rob Glew, R. (2019) [Do you really know what you're eating? Using data to improve transparency and traceability](#): A case study from the food sector, Institute for Manufacturing, University of Cambridge.
- Lee K. (2019) *The Art of Economic Catch-Up*, Cambridge University Press.

- Lee, K. (2013) *Schumpeterian Analysis of Economic Catch-up: Knowledge, Path-Creation, and the Middle-Income Trap*, Cambridge University Press.
- McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T. et al. (2005) "Future Directions of Precision Agriculture", *Precision Agric* 6: 7. <https://doi.org/10.1007/s11119-005-0681-8>
- Mortari, A. & Lorenzelli, L. (2014) "Recent sensing technologies for pathogen detection in milk: A review", *Biosensors and Bioelectronics* 60, pp. 8–21.
- NBG Group (2015) [*Unlocking the potential of Greek agro-food industry*](#), Sectoral Report Greek agro-food industry, NBG.
- OECD (2018) [*How digital technologies are impacting the way we grow and distribute food*](#), Global Forum on Agriculture, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2015) [*Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*](#), OECD Publishing, Paris.
- Pesce M., Kirova M., Soma K., Bogaardt M-J., Poppe K., Thurston C., Monfort Belles C, Wolfert S., Beers G., Urdu D. (2019) [*Research for AGRI Committee – Impacts of the digital economy on the food-chain and the CAP*](#), European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels.
- Porter, M. & Heppelmann, J. (2015) "How Smart, Connected Products Are Transforming Companies", *Harvard Business Review*, October Issue.
- Porter, M. & Heppelmann, J. (2014) "How Smart, Connected Products Are Transforming Competition", *Harvard Business Review*, November Issue.
- Rai M. & Ingle, A. (2012) "Role of nanotechnology in agriculture with special reference to management of insect pests", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 94 (2), pp. 287–93.
- Rao, G. (2009) "Optical Sensor Systems in Biotechnology", *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* (116), Springer: Heidelberg, Dordrecht, London, New York.
- Reimsbach-Kounatze, C. (2017) Benefits and challenges of digitalising production, in OECD, [*The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*](#), OECD Publishing, Paris.

-
- Ross, A. (2016) *The Industries of the Future*, UK: Simon & Schuster.
- Sanbo, L. (2012) "Application of the Internet of Things Technology in Precision Farming Irrigation System", *International Conference on Computer Science and Service System*, August 11–13, Nanjing.
- Schmidt, E. & Rosenberg, J. (2015) *How Google Works*, London: John Murray.
- Schnug, E., Haneklaus, S. & Lamp, J. (1990) "Economic and ecological optimization of farmchemical application by 'Computer Aided Farming'» (CAF), *Proceedings International Conference on Agricultural Engineering: Technical Papers and Posters, Abstracts: Berlin 24.-26- October 1990*, pp. 163–164.
- Schnug, E., Murphy, D., Evans, E., Haneklaus, S. & Lamp, J. (1993) "Yield mapping and application of yield maps to computer aided local resource management", in: P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson (Eds.) *Proceedings Workshop Soil Specific Crop Management*, pp 87–93, Minneapolis, MN: ASA-CSSA-SSSA.
- Schwarz, J., Herold, L. and Pollin, B. (2011) "Typology of PF Technologies. Deliverable 7.1.", *FP7 project Future Farm*, www.futurefarm.eu
- Sonka, S. (2015) "Big Data: from hype to agricultural tool", *Farm Policy Journal* 12, pp. 1–9.
- Suri, T. (2011) "Selection and Comparative Advantage in Technology Adoption", *Econometrica*, 79(1): 159–209.
- Steenefeld, W. & Hogeveen, H. (2015) "Characterization of Dutch dairy firms using sensor systems for cow management", *Journal of Dairy Science*, 98: 1–9.
- The Economist (2019α) [Computerised farming. The cow of tomorrow](#), September 14th.
- The Economist (2019β) [Growing higher. New ways to make vertical farming stack up](#), August 31st.
- Walter, A., Finger, R., Huber R. & Buchmann, N. (2017) "Smart farming is key to developing sustainable agriculture", *PNAS*, Vol. 114. No. 24, pp. 6148–6150.

- Whelan, B. M. and McBratney, A. B. (2000) "The 'Null Hypothesis' of Precision Agriculture", *Precision Agriculture*, 2: 265–279.
- Wolfert, S., Ge, L, Verdouw C. & Bogaardt, M-J. (2017) "Big Data in Smart Farming – A review", *Agricultural Systems* 153, pp. 69–80.
- Wolfert, S., Goense, D. & Sørensen C. (2014) "A Future Internet Collaboration Platform for Safe and Healthy Food from Farm to Fork", Published in *Annual SRII Global Conference*, DOI:10.1109/ SRII.2014.47
- Zarco-Tejada, P., Hubbard, N., Loudjani, P. (2014) [Precision agriculture: an opportunity for EU farmers – potential support with the CAP 2014–2020](#), Joint Research Centre (JRC) of the European Commission. Monitoring Agriculture Resources (MARS) Unit H04



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

imegsevee.gr

Αθήνα

Αριστοτέλους 46, 104 33
210-8846852
info@imegsevee.gr

Θεσσαλονίκη

Κωλέττη 24, 54627
2310-545967, 2310-517843
thessaloniki@imegsevee.gr

Πάτρα

Πανεπιστημίου 170, 264 43
2610-438557
patra@imegsevee.gr

Ηράκλειο

Βασιλείου Πατρικίου 11, 71409
2810-361040, 2810-361080
iraklio@imegsevee.gr

Λάρισα

Καστοριάς 2α, 41335
2410-579876-7
larisa@imegsevee.gr

Ιωάννινα

Σταύρου Νιάρχου 94, 45500
26510-44727
ioannina@imegsevee.gr

Το παρόν ερευνητικό κείμενο εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Υποέργου 1: "Μηχανισμός μελέτης και ανάλυσης οικονομικού περιβάλλοντος λειτουργίας μικρομεσαίων επιχειρήσεων" της Πράξης "Παρεμβάσεις της ΓΣΕΒΕΕ για τη συστηματική παρακολούθηση και πρόγνωση αλλαγών του παραγωγικού και επιχειρηματικού περιβάλλοντος των μικρομεσαίων επιχειρήσεων" με κωδικό ΟΠΣ 5003864, του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑΝΕΚ)



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΤΠΑ, ΤΣ & ΕΚΤ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ



ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης