

Χρήση Μοριακών τεχνικών και Επαυξημένων Διαγνωστικών (Augmented Diagnostics) στην υπηρεσία του Ποιοτικού Ελέγχου

Απόστολος Πατσιάς
apatsias@pindos apsi.gr

Σύγχρονες Τεχνολογίες στην υπηρεσία του Ελέγχου Ποιότητας στην
Επεξεργασία Κρέατος.

Αθήνα, 18/6/2024



Σύνδεσμος
Ελληνικών
Βιομηχανιών
Επεξεργασίας
Κρέατος



Χρήση Μοριακών τεχνικών και Επαυξημένων Διαγνωστικών (Augmented Diagnostic) στην υπηρεσία του Ποιοτικού Ελέγχου

1. Εισαγωγικά στοιχεία
2. Τι είναι τα Διαγνωστικά Επαυξημένης Πραγματικότητας
3. Ποιες Μοριακές Μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν μαζί τους
4. Ένα παράδειγμα εφαρμογής τους (Case Study)
5. Σχεδιασμός νέας εφαρμογής
6. Συμπεράσματα-Συζήτηση-Προοπτικές



1. Βασικός σκοπός ενός μικροβιολογικού εργαστηρίου

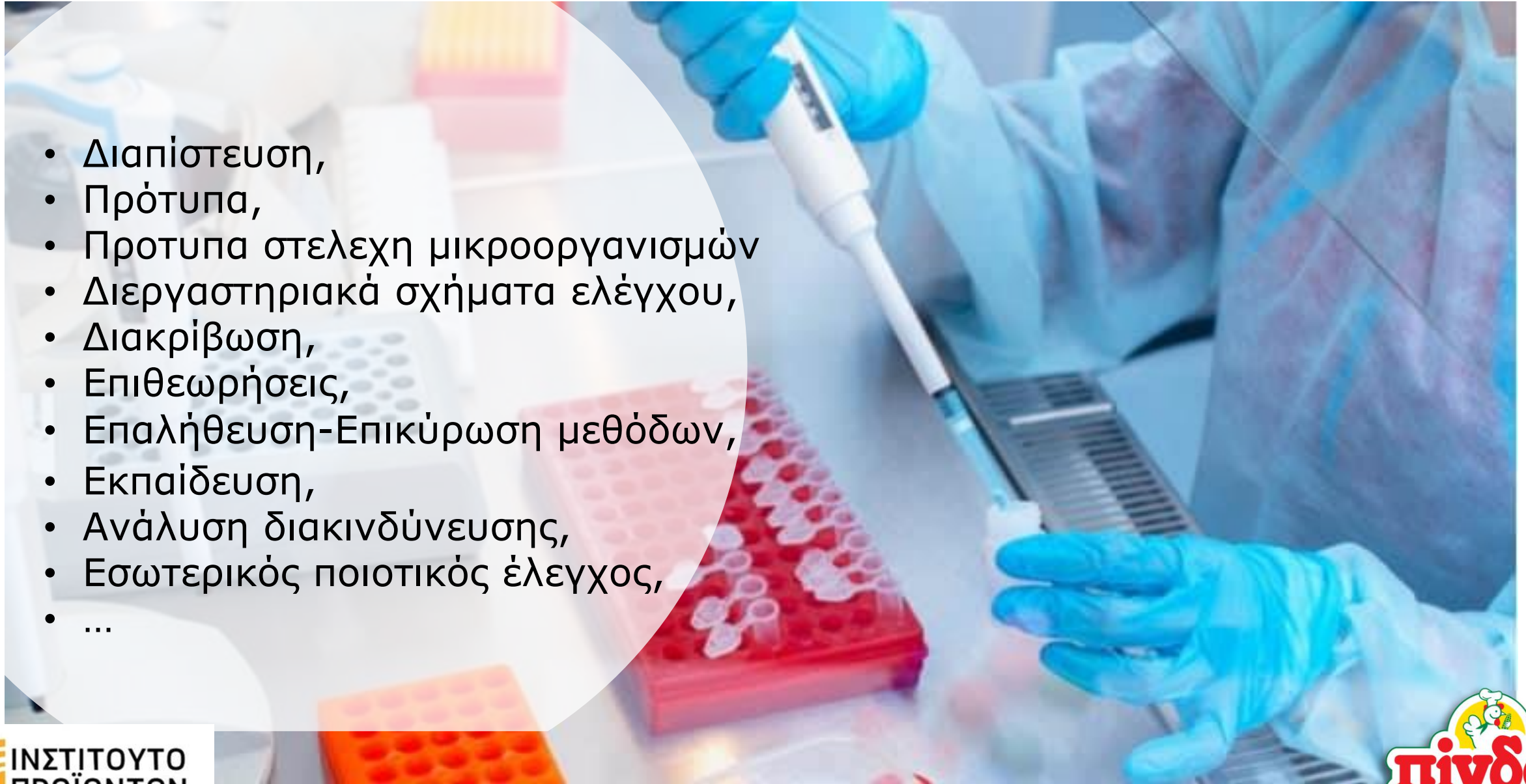
Παραγωγή πληροφοριών
(αποτελέσματα αναλύσεων,
γνωματεύσεις, κα)



λήψη ορθών αποφάσεων

1. Αξιοπιστία εργαστηριακών αποτελεσμάτων

- Διαπίστευση,
- Πρότυπα,
- Προτυπα στελεχη μικροοργανισμών
- Διεργαστηριακά σχήματα ελέγχου,
- Διακρίβωση,
- Επιθεωρήσεις,
- Επαλήθευση-Επικύρωση μεθόδων,
- Εκπαίδευση,
- Ανάλυση διακινδύνευσης,
- Εσωτερικός ποιοτικός έλεγχος,
- ...



1. Πόση αξία «δίνει» στα αποτελέσματα η δειγματοληψία

Ο όρος «εργαστήριο», όπως χρησιμοποιείται εντός του προτύπου, αναφέρεται και στις 3 προαναφερθείσες δραστηριότητες (δοκιμή, διακρίβωση και **δειγματοληψία**) και αυτό αποτελεί μια κύρια αλλαγή του προτύπου ISO/IEC 17025:2017 σε σύγκριση με την προηγούμενη έκδοσή του.

ISO/IEC Guide 25:1990

ISO/IEC 17025:1999

ISO/IEC 17025:2005

ISO/IEC 17025:2017

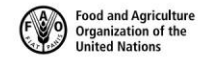
1. «Αξία» εργαστηριακών αποτελεσμάτων για τη βιομηχανία κρέατος



1. Σχετική έκθεση του FAO (2023).

...This technical background report has four main objectives:

- Enhance awareness and understanding of **early warning tools and systems** for emerging issues in food safety.
- Promote exploration of the application of **Big Data** and **AI in food safety** early warning systems and emerging risk identification processes.
- Provide an overview of available **food safety early warning tools** and consider prospects and innovative solutions for addressing gaps to their implementation...



2. Τι είναι Επαυξημένη πραγματικότητα

Επαυξημένη πραγματικότητα

([αγγλικά](#): *augmented reality*) είναι η σε πραγματικό χρόνο άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος, του οποίου τα στοιχεία επαυξάνονται από στοιχεία αναπαραγόμενα από συσκευές υπολογιστών, όπως [ήχος](#), [βίντεο](#), γραφικά ή δεδομένα τοποθεσίας.



Ο όρος εισήχθη το **1992** από τον **Τομ Κάουντελ**

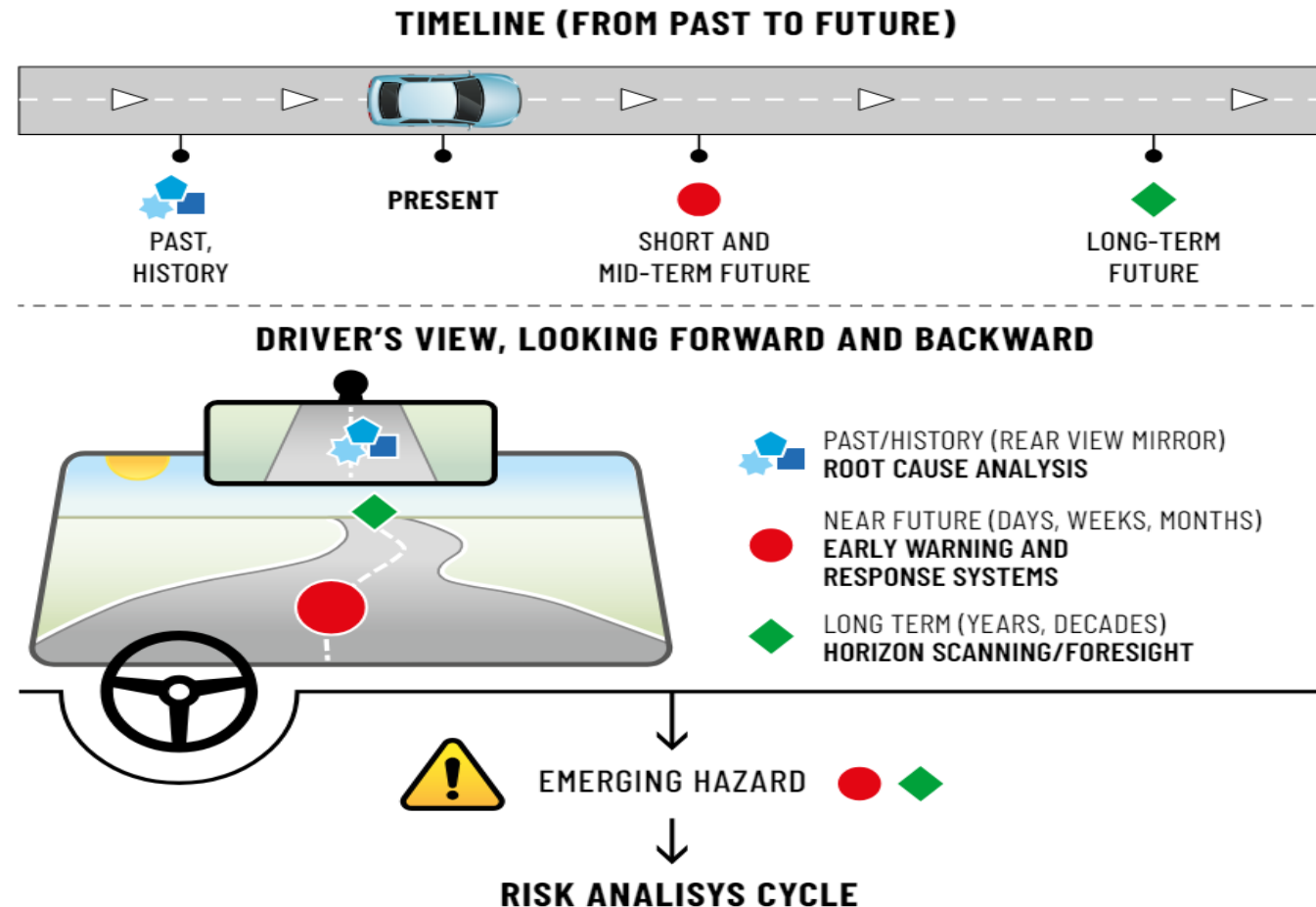
2. Τι περιλαμβάνουν τα Επαυξημένα Διαγνωστικά

- Ταχύτερη αξιοποίηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων στην εκτίμηση Κινδύνων ή και ποιοτικών προβλημάτων
- Διευκόλυνση ορθών αποφάσεων στη βιομηχανία τροφίμων



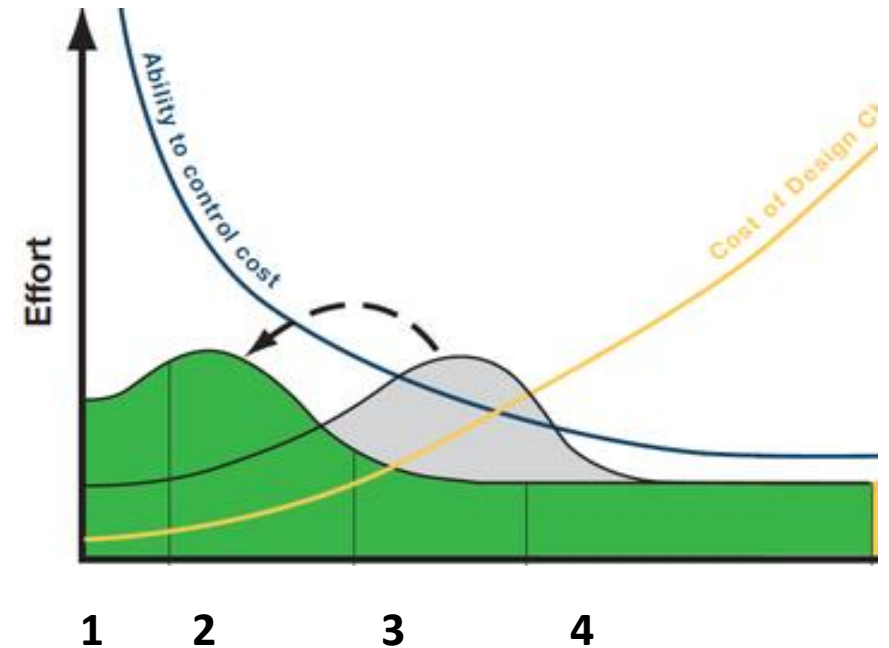
2. Τα Επαυξημένα Διαγνωστικά ως μέρος προτεραιοτήτων του FAO, (2023).

Figure 1. Different time horizons for retrospective, early warning and horizon-scanning/ foresight systems, and their input into the risk analysis process



2. Κόστος εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών

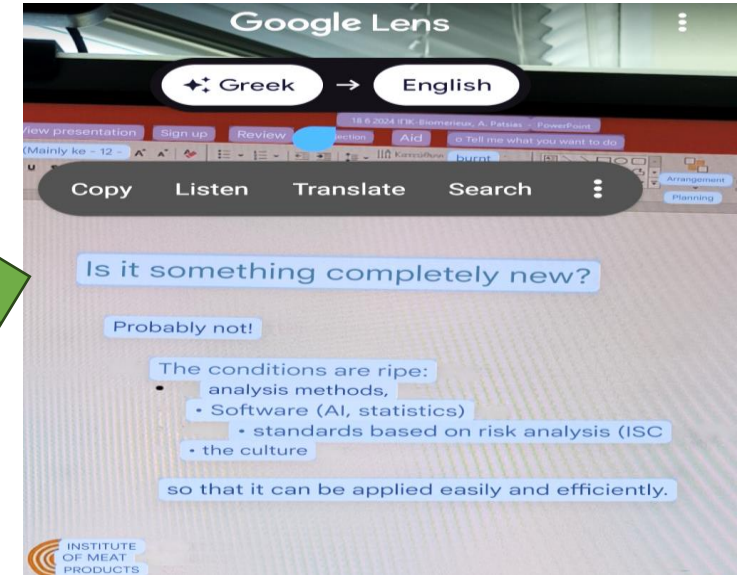
- 1. Εγκατάσταση μοντέλου/συστήματος Επαυξημένων Διαγνωστικών → δειγματοληψία από περιβάλλον παραγωγής
- 2. Επεξεργασία πληροφοριών → ανάπτυξη μοντέλου πρόβλεψης η λήψης αποφάσεων
- 3. Δοκιμαστική εφαρμογή-Επαλήθευση μοντέλου
- 4. Τελική εφαρμογή ρουτίνας



2. Είναι κάτι εντελώς νέο?

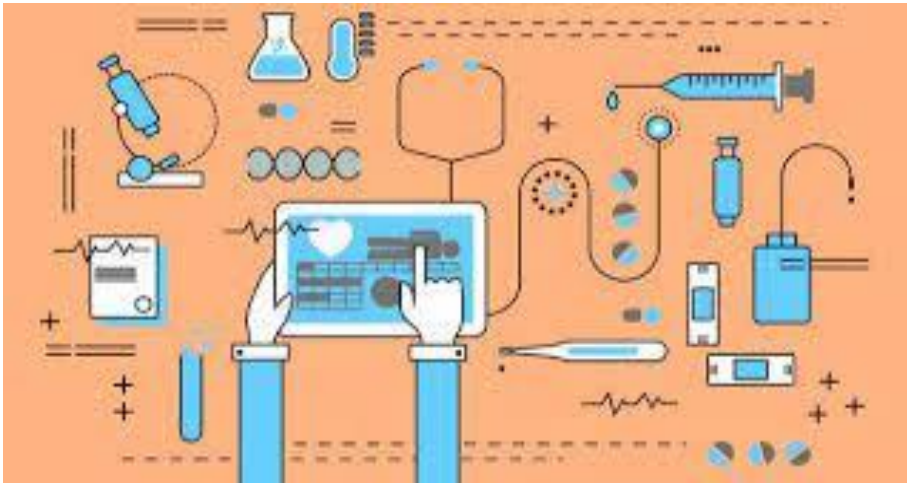
- Μάλλον όχι! Υπήρχε αυτή η λογική και παλιότερα
- Ωστόσο έχουν ωριμάσει οι συνθήκες:
 - Μέθοδοι ανάλυσης,
 - Λογισμικά (ΑΙ, στατιστικά)
 - Πρότυπα με βάση την ανάλυση "ρίσκου" (risk assessment) (ISO 17025, 22000 κλπ)
 - &
 - η Κουλτούρα

ώστε να εφαρμοστεί πιο εύκολα και αποδοτικά.

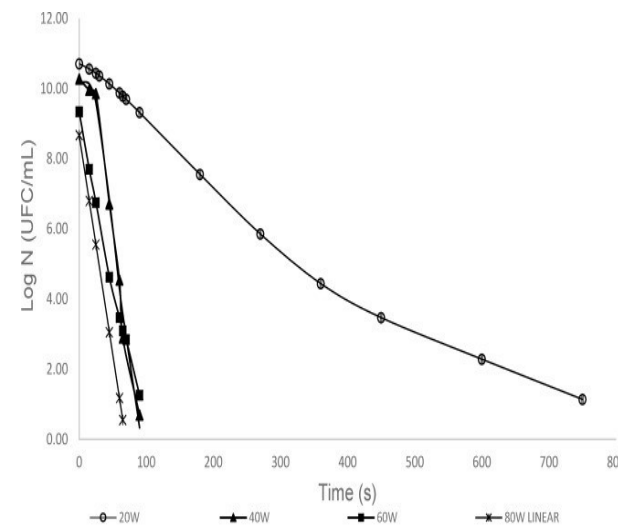
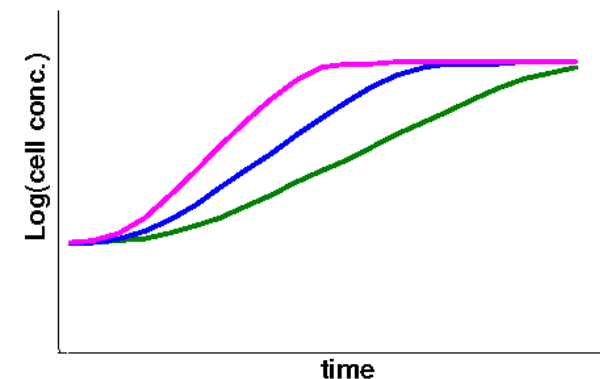


2. Ποιες οι νέες δυνατότητες πρόβλεψης και πρόληψης από τις μοριακές μεθόδους

- Συνδυασμός των εργαστηριακών αποτελεσμάτων (big data) με καταλληλά λογισμικά (πρόβλεψης, ανάλυσης ρίσκου).



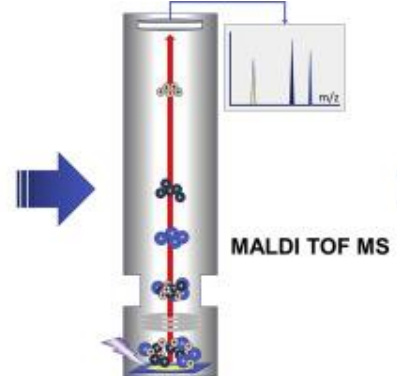
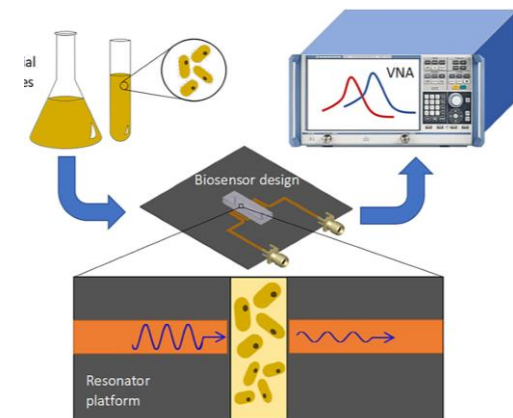
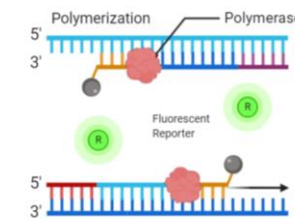
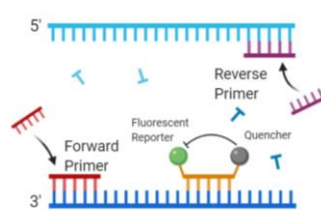
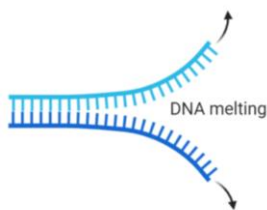
Επαυξημένα Διαγνωστικά (Augmented Diagnostics)	Στοχαστικά Μοντέλα της Μικροβιολογίας Πρόβλεψης (Predictive Microbiology)
Γραμμή παραγωγής, Αλυσίδα παραγωγής και διακίνησης τροφίμων, Τρόφιμο	Σε συγκεκριμένο τρόφιμο
Αποτελέσματα μοριακών και καλλιεργητικών κλπ αναλύσεων	Φυσικό- χημικά χαρακτηριστικά του τροφίμου (pH, Aw, Θερμοκρασία) + αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων
Συνολικός επιπολασμός και κατανομή μικροοργανισμών η/και γενετικών δεικτών στο οικοσύστημα παραγωγής τροφίμων	Αρχική συγκέντρωση ενός μικροοργανισμού
Συνήθως πιο πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα	Σχετικά απλά μοντέλα πρόβλεψης
Να βελτιώσουμε την πρόβλεψη εξέλιξης ενός μικροοργανισμού σε ένα τρόφιμο ή σε ένα περιβάλλον παραγωγής βάση κάποιων αποτελεσμάτων.	Να προβλέψουμε πως θα συμπεριφερθεί ένας μικροοργανισμός σε συγκεκριμένο τρόφιμο
Αναπτυσσόμενα	Καθιερωμένα σε παγκόσμιο επίπεδο



3. Εργαστηριακές μέθοδοι μικροβιολογία τροφίμων

Κατηγορίες μεθόδων:

- Καλλιεργητικές
- Μοριακές
- Ανοσολογικές
- Βιοχημικές
- Ηλεκτροχημικές
- Φασματομετρία μάζας
- κα
-Συνδυασμοί αυτών



- Antibiotic Susceptibility Testing
- Microorganism Identification
- Subtyping

3. Εργαστηριακές μέθοδοι μικροβιολογία τροφίμων

Κατηγορίες μεθόδων:

- Καλλιεργητικές
- Μοριακές
- Ανοσολογικές
- Βιοχημικές
- Ηλεκτροχημικές
- Φασματομετρία μάζας
- κα
-Συνδυασμοί

Περισσότερο διαδεδομένες στη βιομηχανία τροφίμων

- qPCR
- Multiplex PCR
- Ribotyping
- Digital PCR
- LAMP (Isothermal amplification)

3. Εργαστηριακές μέθοδοι μικροβιολογία τροφίμων

Κατηγορίες μεθόδων:

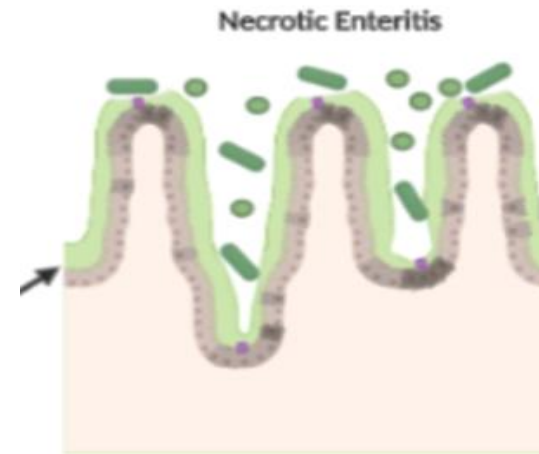
Λιγότερο διαδεδομένες στη βιομηχανία τροφίμων

- Καλλιεργητικές
 - Μοριακές
 - Ανοσολογικές
 - Βιοχημικές
 - Ηλεκτροχημικές
 - Φασματομετρία μάζας
 - κα
 -Συνδυασμοί
- DNA microarrays,
 - Αλληλούχηση επόμενης γενιάς ή Next Generation Sequencing (NGS),
 - Biosensor-Based Methods
 - Pulsed Field Gel Electrophoresis,
 - Multilocus Sequence Typing,
 - Random Amplified Polymorphism deoxyribonucleic acid,
 - Fluorescent In Situ Hybridization (FISH)
 - CRISPR-Based Methods

3. Νέες δυνατότητες πρόβλεψης και πρόληψης με μοριακές κ.α. μεθόδους

- Υψηλή ευαισθησία
- Μεγάλη ειδικότητα
- Δυνατότητα ταυτόχρονης ανίχνευσης πολλών μοριακών στόχων (πχ multiplex):
 - *Campylobacter jejuni/coli/lari*
 - *Salmonella Enteritidis/Typhimurium*, etc.
- Ανίχνευση του παθογόνου (ή αλλοιογόνου) πριν προκαλέσει μόλυνση της παραγωγής.
- Ανίχνευση του παθογόνου πριν προκαλέσει μόλυνση της εκτροφής.
- Ευκολία χρήσης (χειρισμοί & λογισμικά)
- Δυνατότητα για μεγάλο αριθμό δειγμάτων (συστήματα με 16, 32, 96 δείγματα)

4. Παράδειγμα εφαρμογής (εκτροφή)



4. Παράδειγμα εφαρμογής (εκτροφή)

- Ανίχνευση συγκεκριμένων μοριακών δεικτών για *Cl. perfringens*:
 - net B (Necrotic Enteritis Like Beta Toxin)
 - cpa (toxin-type A)
- Συσχέτιση μοριακών δεικτών με κλινικά συμπτώματα σε πτηνά.
- Ανάπτυξη και επαλήθευση μοντέλου πρόβλεψης.
- Εφαρμογή στην πρόβλεψη πιθανότητας πρόκλησης ασθένειας στα πτηνά (Νεκρωτική Εντερίτιδα).

5. Σχεδιασμός νέας εφαρμογής (αλυσίδα παραγωγής)

- Χαρτογράφηση «μοριακών δεικτών» για στελέχη *Salmonella* spp.
- Περιβαλλοντικά δείγματα παραγωγής
 - Ανάπτυξη και επαλήθευση μοντέλου επαυξημένων διαγνωστικών

→ Βελτίωση ταχύτητας λήψης αποφάσεων



6. Μπορεί τελικά να διαδοθεί στην Ελληνική παραγωγή και μεταποίηση κρέατος;

Η τεχνητή νοημοσύνη πάντως (ChatGpt) φαίνεται να «ισχυρίζεται» πως θα βελτιώνονται διαρκώς οι συνθήκες για την ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας στον κλάδο της παραγωγής και επεξεργασίας κρέατος...

Ας δούμε αν τελικά θα επαληθευτεί!

is the greek meat production ready to adopt Augmented diagnostics in food microbiology?

Έγινε αναζήτηση σε 6 ιστότοπους

The Greek meat production industry is increasingly ready to adopt augmented diagnostics in food microbiology, thanks to advancements and growing interest in this field.

Augmented diagnostics, which leverage technologies such as genomics, data science, and digital applications, offer significant benefits for food safety and quality control. These technologies allow for smarter risk assessment, faster detection of microbial contaminants, and actionable insights that can enhance the overall safety and quality of meat products (ExpoFoodTech) (Rapid Microbiology).

Companies like bioMérieux are leading the way by providing innovative solutions that integrate microbiology tools with advanced data analytics and predictive modeling. Their augmented diagnostics tools help reduce product hold times, minimize the risk of recalls, and ensure higher standards of food safety and transparency (bioMérieux Website).

Moreover, the Food Safety Summit and similar industry events highlight the importance of these innovations and provide a platform for knowledge exchange and collaboration among industry professionals (bioMérieux Website) (Rapid Microbiology).

In Greece, the adoption of these technologies is supported by the government's focus on improving food safety standards and the meat industry's commitment to meeting international quality benchmarks. The implementation of augmented diagnostics can help Greek meat producers comply with stringent regulatory requirements and enhance their competitiveness in the global market (ExpoFoodTech) (Rapid Microbiology).

Overall, while there may be challenges related to cost and training, the potential benefits of augmented diagnostics in improving food safety and operational efficiency make it a worthwhile investment for the Greek meat production sector.

Ευχαριστώ
πολύ για την
προσοχή σας

