



Funded by
the European Union

Integrated analytical services in the frame of METROFOOD-EPI project: AUTH contribution to lipophilic phenol determination in agro-industrial by-products and enriched wheat breads



ARISTOTLE
UNIVERSITY OF
THESSALONIKI

A. Kalogeropoulou¹, P. Alvanoudi¹, N. Nenadis¹, M. Z. Tsimidou¹, C. Zoani³



Italian National Agency for New Technologies,
Energy and Sustainable Economic Development

¹School of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, 54124, Thessaloniki, Greece, ² ibid, Lab. Analytical Chemistry, ³ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy & Sustainable Economic Development, Dept. for Sustainability, Division Sustainable Agifood Systems" (SSPT-AGROS), Casaccia Research Center, 00123, Rome, IT



11th Panhellenic Congress, MODERN TRENDS IN THE FIELD OF LIPIDS

Greek Lipid Forum, Euro Fed Lipid Member

25 and 26 November 2024

Aristotle University's Research Dissemination Center (KEDEA), Hall II



Η **METROFOOD-RI** είναι μία **Ευρωπαϊκή Ερευνητική Υποδομή** η οποία συμπεριλήφθηκε το 2018 στον **οδικό χάρτη*** των **διαμοιρασμένων Ευρωπαϊκών Ερευνητικών Υποδομών** από το **ESFRI** (European Strategy Forum on Research Infrastructures - www.esfri.eu) με **απώτερο στόχο** να αποκτήσει μέσα από διαδοχικά στάδια ανάπτυξης και αξιολόγησης νομική οντότητα ως **ERIC** (European Research Infrastructure Consortium)

Η **METROFOOD-RI** **επιδιώκει την επιστημονική αριστεία** στον τομέα της ποιότητας και της ασφάλειας των τροφίμων με την **προώθηση της μετρολογίας** στα τρόφιμα και τη διατροφή σε **εθνική, ευρωπαϊκή και παγκόσμια κλίμακα.**

**Οδικός χάρτης ESFRI: το σύνολο του οικοσυστήματος των Ευρωπαϊκών ερευνητικών υποδομών που έχουν αξιολογηθεί ως επαρκείς για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας, της αριστείας της Ε.Ε. και την εξέλιξη της προόδου της Έρευνας στην Ευρώπη*



Με συντονιστή την Ιταλία (**central hub**), η METROFOOD-RI **απαρτίζεται από ερευνητικούς φορείς** (Ερευνητικά Ινστιτούτα, Πανεπιστήμια, Εθνικά Ινστιτούτα Μετρολογίας, Ινστιτούτα για την Ασφάλεια των Τροφίμων και την Προστασία της Υγείας) από **13 χώρες** (10 κράτη μέλη της ΕΕ, την Ελβετία και 2 συνδεδεμένες χώρες) **που λειτουργούν ως εθνικοί κόμβοι (nodes)**



METROFOOD-RI Coordination Office

Claudia Zoani (*Coordinator*) - claudia.zoani@metrofood.eu

info@metrofood.eu - Phone: +39 06 3048 6202

ENEA – Casaccia Research Centre - Via Anguillarese 301 - 00123 Rome (Italy)

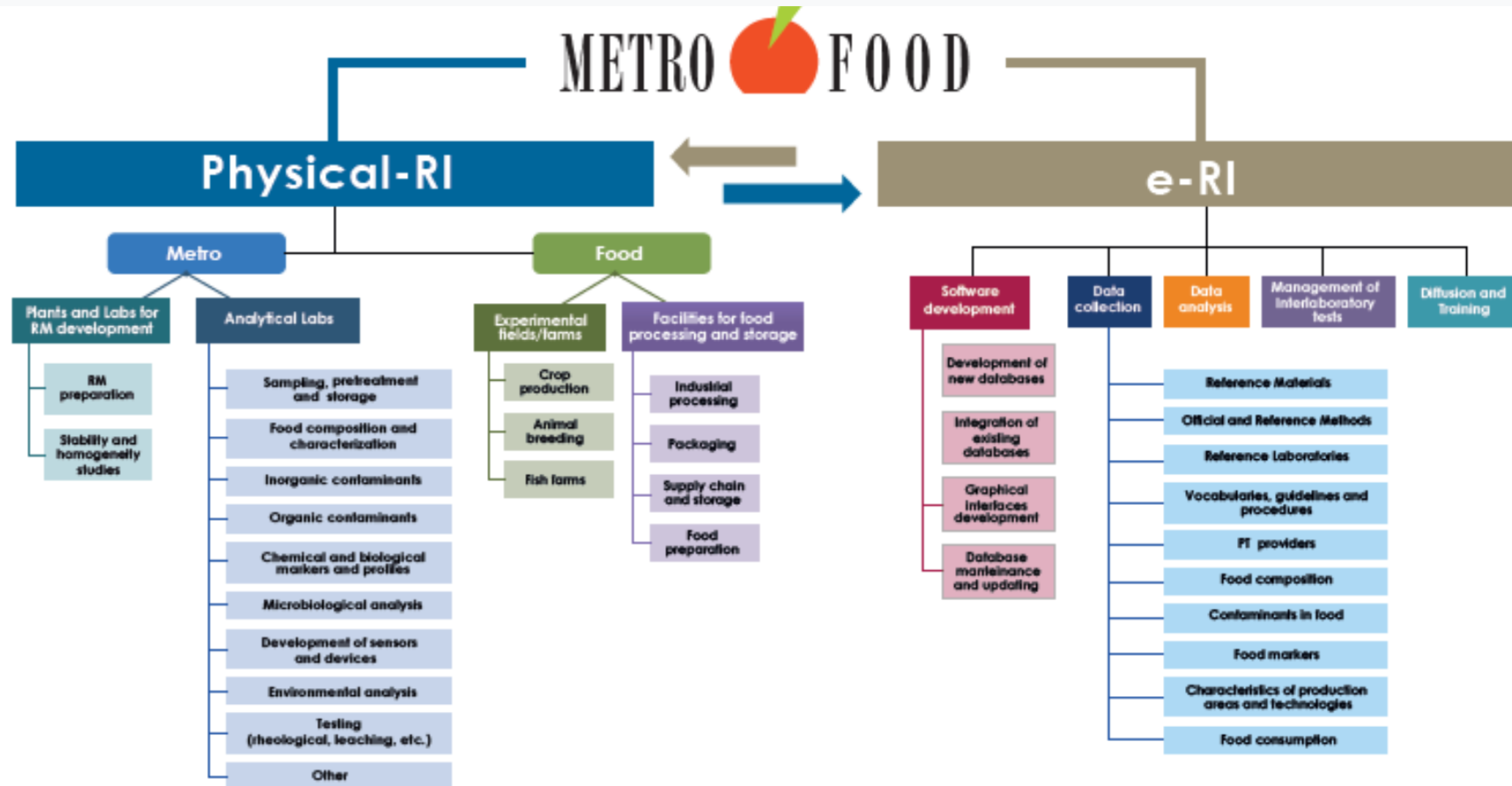
www.esfri.eu

www.metrofood.eu

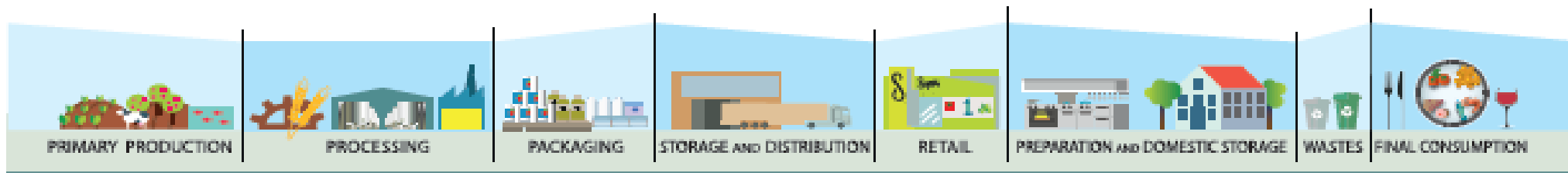


Η **METROFOOD-RI** απαρτίζεται από πλειάδα φυσικών και ηλεκτρονικών υποδομών όπως:

- αναλυτικές και μετρολογικού χαρακτήρα μονάδες
- μονάδες πρωτογενούς παραγωγής και επεξεργασίας τροφίμων
- αλλά και **μονάδες ηλεκτρονικών υπηρεσιών** για συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων



Οι ερευνητικές δραστηριότητες καλύπτουν ολόκληρη την τροφική αλυσίδα και τις σχετικές υπηρεσίες από την **πρωτογενή παραγωγή** αγροδιατροφικών προϊόντων **έως την τελική κατανάλωση**

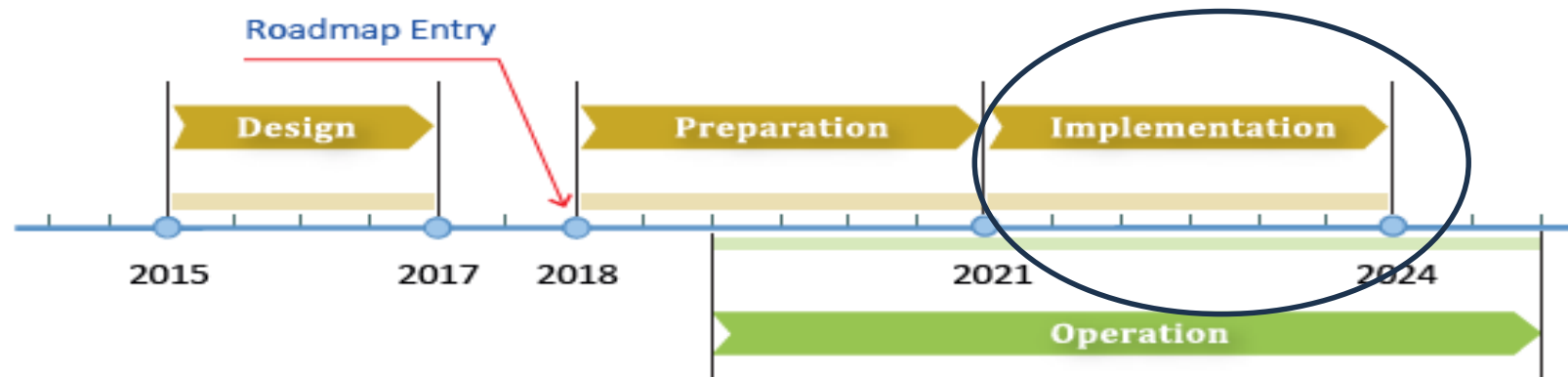


προκειμένου να:

- **υποστηριχθεί** η βιωσιμότητα της παραγωγής και κατανάλωσης τροφίμων
- **βελτιωθεί** η ποιότητα και η ασφάλεια των τροφίμων
- **υποστηριχθεί** η ιχνηλασιμότητα και η γνησιότητα των τροφίμων
- **βελτιστοποιηθούν** όλα τα βήματα από το αγρόκτημα έως το πιάτο (farm to fork) με ολιστική προσέγγιση

Η υποδομή **METROFOOD-RI** μεταξύ άλλων **στοχεύει να προσφέρει υπηρεσίες σε χρήστες** όπως:

- Ερευνητές και την ευρύτερη ακαδημαϊκή κοινότητα
- Υπεύθυνους χάραξης πολιτικής/Φορείς επιθεώρησης και ελέγχου τροφίμων
- Υπεύθυνους επιχειρήσεων τροφίμων
- Καταναλωτές/πολίτες



Στο τρέχον στάδιο που καλείται METROFOOD-EPI (early phase implementation, EPI, HEu, GA 101130162) **σημαντικό κριτήριο για τη βιωσιμότητά της** αποτελεί ...

η απόδειξη του αποτελεσματικού συντονισμού του ευρέως δικτύου των μελών της για την ικανοποίηση συγκεκριμένων αναγκών ερευνητών και βιομηχανίας μέσω παροχής ερευνητικών υπηρεσιών και επίλυσης πραγματικών προβλημάτων



Για το σκοπό αυτό η υποδομή μέσω του διαδικτυακού τόπου της www.metrofood.eu ανακοίνωσε μια σειρά από ανταγωνιστικές ανοιχτές προσκλήσεις για την παροχή διακρατικής πρόσβασης (TNA) με φυσική και απομακρυσμένη πρόσβαση.

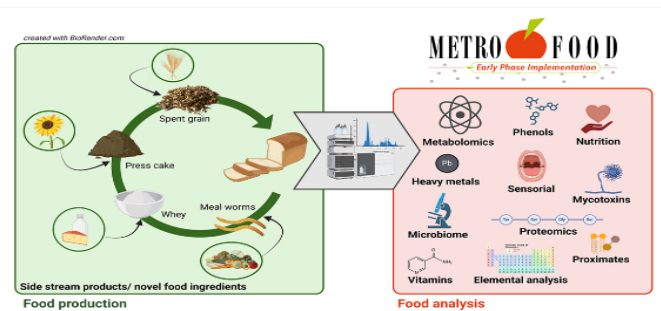
Η επιλογή των προτάσεων των χρηστών έγινε σύμφωνα με προκαθορισμένα κριτήρια.

HOME ABOUT US ▾ PREPARATORY PHASE ▾ EARLY PHASE IMPLEMENTATION ▾ ACCESS ▾ MEDIA ROOM ▾ CONTACT US ▾ ESFRI ROADMAP

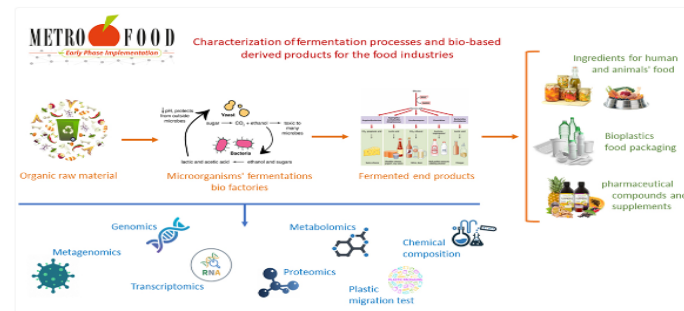
METROFOOD-RI open calls offer you the possibility to get subsidised access to our via three access modes (physical/remote/virtual). Open calls will be periodically launched in order to subsidise access to selected services, addressed to the different users' categories.

[Open Calls](#)

[Open call archive](#)



Pilots for food production and integrated analytical services: development of novel products with ingredients including alternative proteins and/or food by-products – Physical + Remote access



Characterization of fermentation processes and their bio-based derived products from the food industries – Remote access

Applications Closed

Feedback



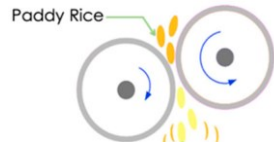
Η **πρόσκληση 1** '*Pilots for food production and integrated analytical services*', **εντάσσεται στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας** που αποτελεί μέρος της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον αγροδιατροφικό τομέα.

Επιλέχθηκαν μετά από την προβλεπόμενη διαδικασία αξιολόγησης 2 προτάσεις

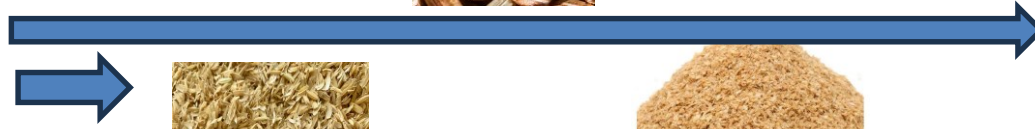
Πρόταση 1: Ενσωμάτωση πιτύρου ρυζιού σε άρτο από άλευρο σίτου

Πρόταση 2: Ενσωμάτωση υποπροϊόντος από την παραγωγή γάλακτος αμυγδάλου σε άρτο από άλευρο σίτου

Πρόταση 1



καρπός



Φλοιός



Πίτυρο



Ακέραιος καρπός

ο **Φορέας που υπέβαλε την αίτηση**, έχει ενδιαφέρον για την **αξιοποίηση** υποπροϊόντων της αγροδιατροφής, στοχεύει στην **ανάπτυξη άρτου** με σύνθεση που θα ενσωματώνει το συγκεκριμένο υλικό και θα **είναι τόσο οργανοληπτικά αποδεκτός**, όσο και **διατροφικά ανώτερος** από τον άρτο αναφοράς.

Η **συγκεκριμένη πρόταση επιλέχθηκε** καθώς σχετίζεται με την αυξανόμενη ανάγκη για **εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών στη βιομηχανία τροφίμων** (περιορισμός σπατάλης πρώτων υλών με αξιοποίηση υποπροϊόντων ως πηγές βιοενεργών ενώσεων)...

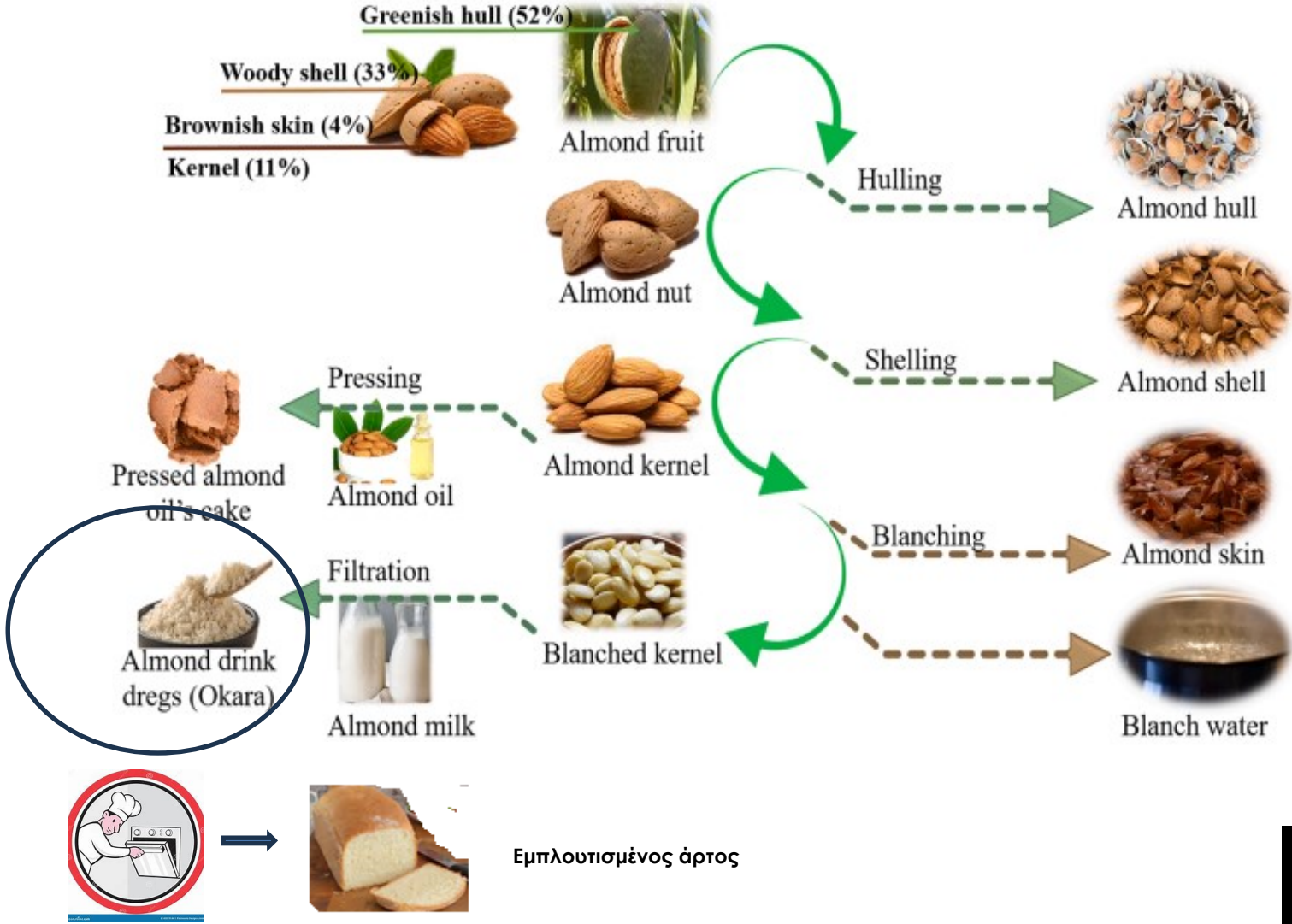
συμβάλλοντας τελικά σε πιο βιώσιμα συστήματα τροφίμων, **προσφέροντας** παράλληλα **οικονομικά οφέλη** στις μικρές και μικρομεσαίες επιχειρήσεις τροφίμων



Εμπλουτισμένος άρτος

Πρόταση
2

Και η πρόταση αυτή αφορά στην αυξημένη ανάγκη για βιώσιμες πρακτικές στη βιομηχανία τροφίμων



Εμπλεκόμενοι
Φορείς παροχής
ερευνητικών
υπηρεσιών

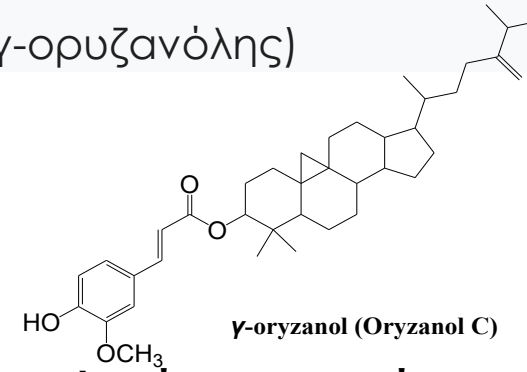
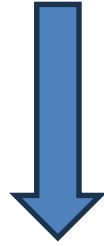
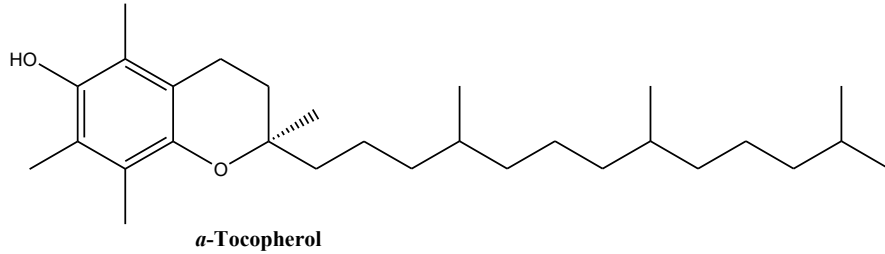
Συντονιστής
TUM



Διανομή πρώτων
υλών μετά από έλεγχο
για ασφαλή χρήση

Παρασκευή
εμπλουτισμένων
άρτων (10, 20 και
30% w/w),
κρυοξήρανση,
άλεση, συσκευασία
υπό κενό, διανομή

Η συμβολή του ΑΠΘ αφορούσε μεταξύ άλλων την **ανάλυση των πρώτων υλών και των δειγμάτων άρτου για την παρουσία λιπόφιλων φαινολών** (τοκοφερολών, γ-ορυζανόλης)



Της ανάλυσης προηγήθηκε διερεύνηση της βιβλιογραφίας και **επιλογή επικυρωμένων πρωτοκόλλων για την ταυτόχρονη ανάλυση των τοκοφερολών και της γ-ορυζανόλης σε πίτυρο ρυζιού** (Huang and Ng, 2011, *J. Chromatogr. A*, 1218(29), 4709-4713) και **τοκοφερολών σε αμύγδαλα** (Kalogiouri et al., 2021, *Molecules*, 26(18), 5433).



Και στα 2 πρωτόκολλα η **παραλαβή έγινε με διαλύτη εξάνιο**, με ανάδευση και εφαρμογή θέρμανσης (60 και 40 °C) αντίστοιχα, φυγοκέντρηση, εξάτμιση και επαναδιάλυση σε ορισμένο όγκο εξανίου:ισοπροπανόλης (99:1, v/v)

Ο **υγροχρωματογραφικός διαχωρισμός** έγινε σε στήλη κανονικής φάσης 250 x 4 mm i.d., 5 μm, LiChrospher-SI column (MZ Analyzentechnik, Mainz, Germany).

Η **κινητή φάση** ήταν μίγμα εξανίου:2-προπανόλης (99:1 v/v).

Η **έκλουση** ήταν **ισοκρατική** με ροή 1 mL/min, ενέσιμο όγκο 20 μL.

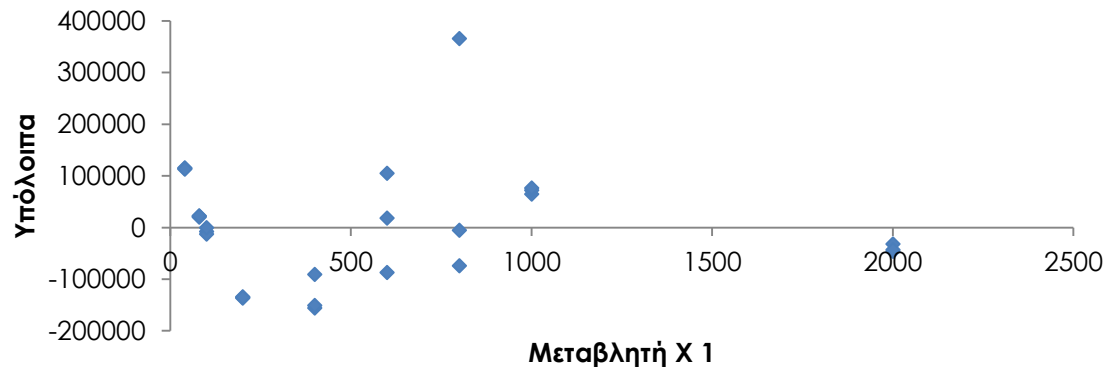
Η **καταγραφή** έγινε για την περίπτωση των τοκοφερολών με **ανιχνευτή φθορισμού** (λ_{ex} 294 nm; λ_{em} 330 nm) και της **γ-ορυζανόλης** στα 325 nm με ανιχνευτή συστοιχίας φωτοδιόδων συνδεδεμένο σε σειρά

Στην περίπτωση των άρτων ακολουθήθηκε το πρωτόκολλο των Jensen et al., (2011), *LWT-Food Sci. Technol.*, 44(3), 637-642 όπου η **εκχύλιση έγινε με εξάνιο** σε θ. δωματίου **υποβοηθούμενη από υπέρηχους** (λουτρό) και το ξηρό υπόλειμμα διαλυτοποιήθηκε σε ορισμένο όγκο εξανίου:ισοπροπανόλης (99:1, v/v)

Η **ποσοτικοποίηση** έγινε με κατασκευή εξωτερικών καμπυλών αναφοράς, αφού προηγήθηκε **έλεγχος της γραμμικότητας με εφαρμογή ανάλυσης παλινδρόμησης και εξέτασης του διαγράμματος των υπολοίπων** (Prichard and Barwick, 2003).

Ακολούθως έγινε **προσδιορισμός των τιμών LODs και LOQs** με βάση το λόγο S/N για κάθε ένωση (LOD: S/N 3:1, LOQ: 10:1) λαμβάνοντας υπόψη σε κάθε υλικό τον παράγοντα αραιώσης (2002/657/EC).

Διάγραμμα υπολοίπων α -τοκοφερόλη

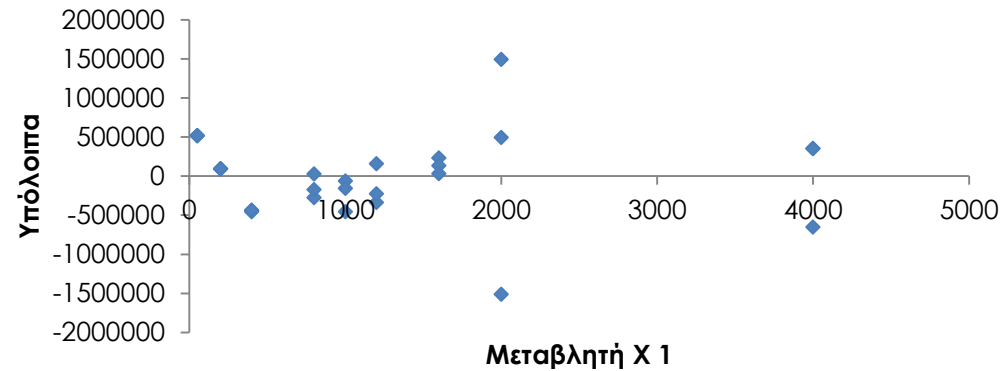


ANOVA

	<i>β.ελευθερίας</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Σημαντικότητα F</i>
Παλινδρόμηση	1	1,06E+14	1,06E+14	8028,571	7,06E-33
Υπόλοιπο	25	3,29E+11	1,32E+10		
Σύνολο	26	1,06E+14			



Διάγραμμα υπολοίπων γ - οριζανόλη



ANOVA

	<i>β. ελευθερίας</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Σημαντικότητα F</i>
Παλινδρόμηση	1	1,56E+15	1,56E+15	5239,491	1,44E-30
Υπόλοιπο	25	7,46E+12	2,98E+11		
Σύνολο	26	1,57E+15			

Τα ευρήματα συνιστούν την καταλληλότητα των καμπυλών για ποσοτικές εκτιμήσεις

Πρότυπες ενώσεις
α-τοκοφερόλη

Καμπύλη αναφοράς
 $\gamma = 3323,8x - 182958$, $R^2 = 0.9981$,

LOD: 1,25 ng, LOQ: 4,17 ng

LOD: 1,25 $\mu\text{g/g}$, LOQ: 4,17 $\mu\text{g/g}$ (πίτυρο ρυζιού)

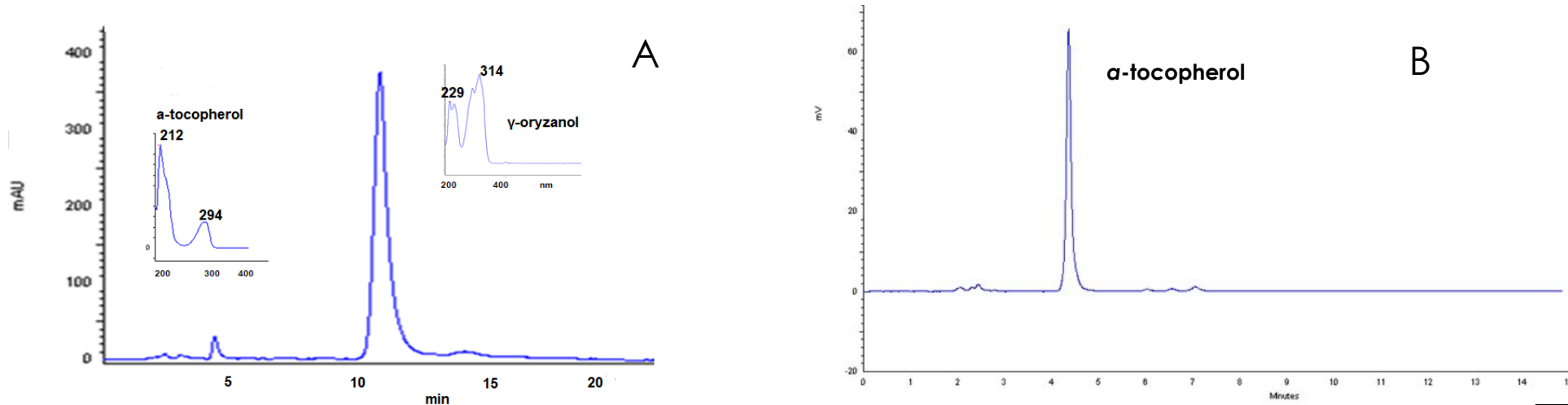
LOD: 0.63 $\mu\text{g/g}$, LOQ: 2.1 $\mu\text{g/g}$ (αμύγδαλο/okara)

γ-ορυζανόλη

$\gamma = 6649,3x - 660984$, $R^2 = 0.9988$

LOD: 1,5 ng, LOQ: 5.0 ng

LOD: 1,8 $\mu\text{g/g}$, LOQ: 6 $\mu\text{g/g}$ (πίτυρο ρυζιού)



Χρωματογράφημα εκχυλίσματος α) πίτυρου ρυζιού (294 nm), β) okara (λεχς 294 nm; λεμ 330 nm)

Δείγμα	α-τοκοφερόλη (mg/kg)	γ-ορυζανόλη (mg/kg)
Αμύγδαλο	108,6 ± 0,3	
Okara	79,8 ± 1,4	
Πίτυρο ρυζιού	177,0 ± 0,4	2218,2 ± 1,3

n= 2 x 2

Συνολικά, τα ευρήματα που σχετίζονται με την περιεκτικότητα σε **α-τοκοφερόλη** στο **πίτυρο ρυζιού** υποδεικνύουν ένα σχετικά πλούσιο υλικό, ενώ δεν ανιχνεύθηκαν άλλα ανάλογα ή τοκοτριενόλες.

Όσον αφορά στη **γ-ορυζανόλη**, τα επίπεδα συγκεντρώσεων που βρέθηκαν ήταν εντός των δημοσιευμένων ορίων και σχεδόν στη μέση του εύρους τιμών που αναφέρεται στη βιβλιογραφία

Για **το αμύγδαλο** οι τιμές συμφωνούν με δημοσιευμένα στοιχεία, κυρίως δε αντιστοιχούν στα χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων στο αναφερόμενο εύρος τιμών.

Το **Okara**, περιείχε το 74% της ποσότητας που βρέθηκε στην πρώτη ύλη (αμύγδαλο).

δείγματα άρτου

α-τοκοφερόλη (mg/kg) γ-ορυζανόλη (mg/kg)

Μάρτυρας

Εμπλουτισμένο με 10% πίτυρο ρυζιού

Εμπλουτισμένο με 20% πίτυρο ρυζιού

Εμπλουτισμένο με 30% πίτυρο ρυζιού

0,59 ± 0,10

0,59 ± 0,10

0,60 ± 0,10

0,61 ± 0,20

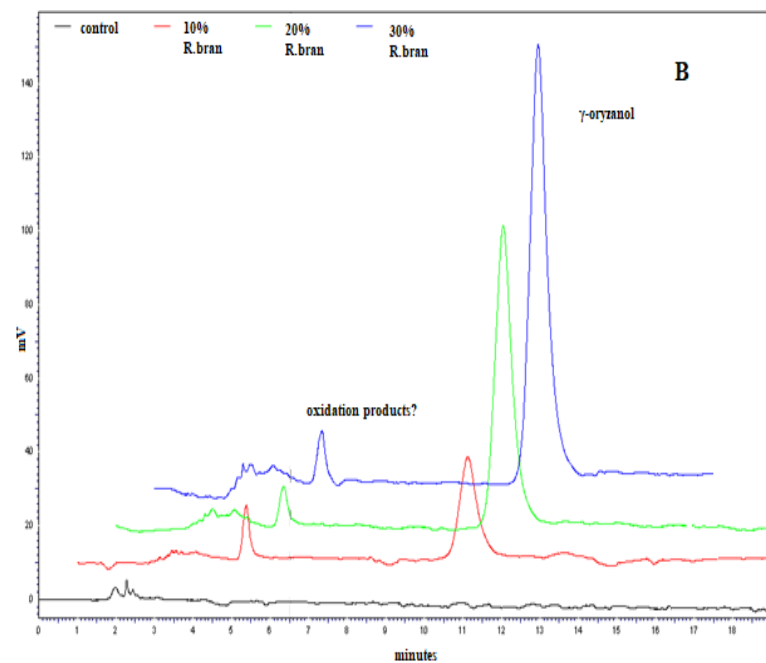
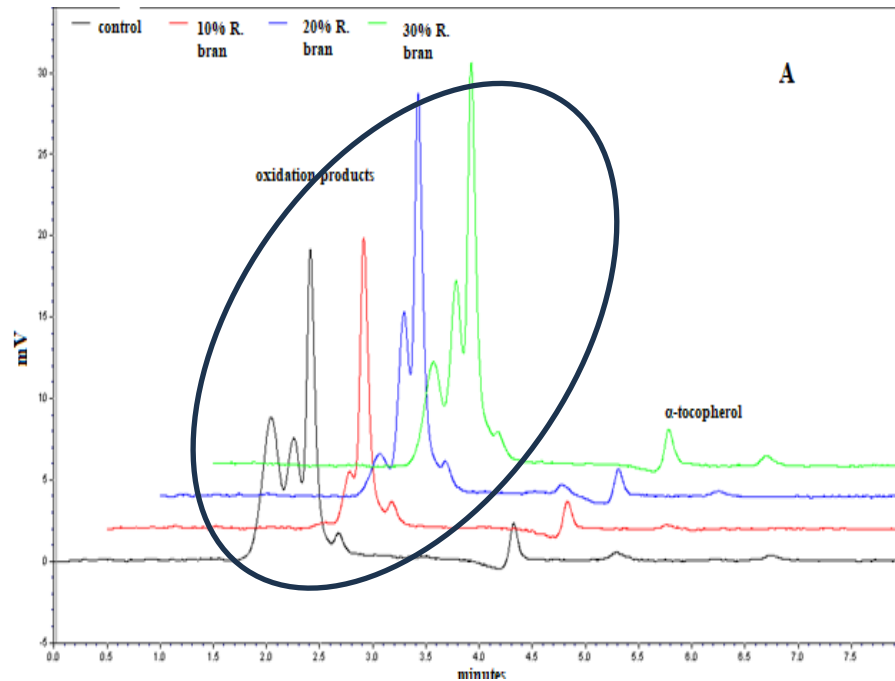
-

63,6 ± 2,8

139,2 ± 4,6

212,7 ± 3,9

n= 2 x 2



Οι Espinales et al. (2022) Foods 2022, 11(21), 3328, μετά από εμπλουτισμό άρτου από σίτο με 10-25% πίτυρο ρυζιού βρήκα **60-122 mg/kg** γ-ορυζανόλης μετά το ψήσιμο

Ικανοποιητικός εμπλουτισμός σε γ-ορυζανόλη με την προσθήκη πίτυρου

Χρωματογράφημα εκχυλίσματος άρτου με καταγραφή α) σε φθορισμό (lex 294 nm; lem 330 nm) β) στα 325 nm

δειγμάτα άρτου

Μάρτυρας

Εμπλουτισμένο με 10% οκαρα

Εμπλουτισμένο με 20% οκαρα

Εμπλουτισμένο με 30% οκαρα

α-τοκοφερόλη (mg/kg)

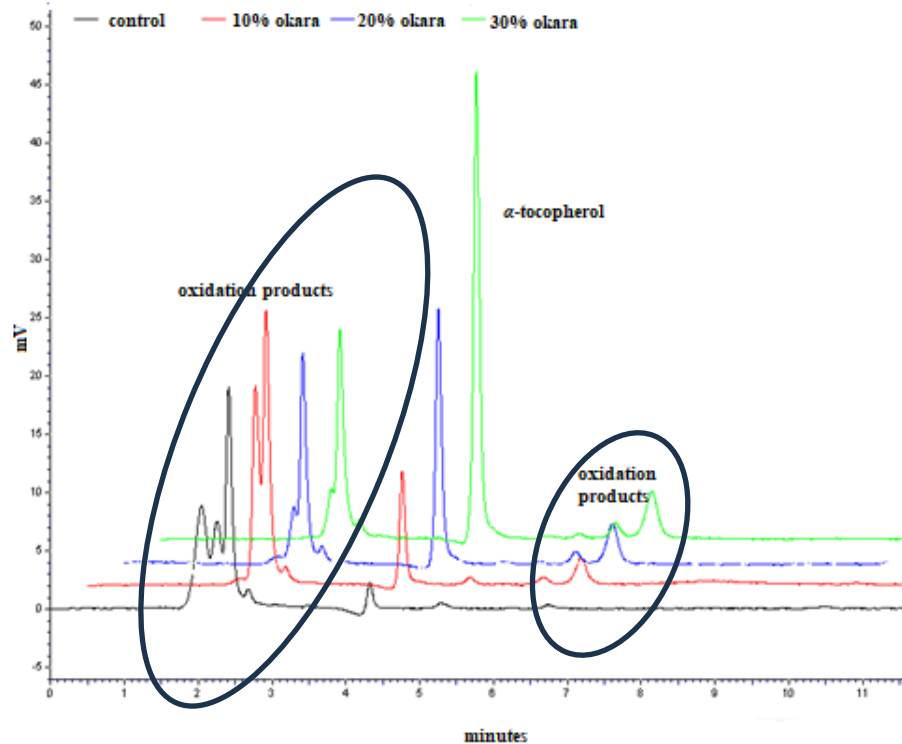
0,59 ± 0,10

3,83 ± 0,8

10,1 ± 0,10

17,7 ± 0,20

n= 2 x 2



Οι Pasiadis et al. (2018)
Foods, 7(1), 3.
- αναλύοντας σειρά
μπισκότων και άρτων
88 mg/kg α-
τοκοφερόλης

Χαμηλός εμπλουτισμός
με την προσθήκη οκαρα

Χρωματογράφημα εκχυλίσματος άρτου με καταγραφή σε φθορισμό (lex 294 nm;
lem 330 nm)

- **Η θετική αξιολόγηση των υπηρεσιών** από τους χρήστες μέσω συμπλήρωσης σχετικού ερωτηματολογίου

θα **θέσει τη βάση για την ανάληψη πιο σύνθετων εφαρμογών υψηλής προτεραιότητας** από τα εργαστήρια της αποκεντρωμένης ευρωπαϊκής υποδομής **METROFOOD**

- Παράλληλα **θα δείξει ότι είναι εφικτή η μεταφορά τεχνογνωσίας διακρατικά** εντός και εκτός της ΕΕ, σε όφελος της οικονομικής ανάπτυξης και της υιοθέτησης βιώσιμων πρακτικών στον αγροδιατροφικό τομέα.



Thank you for your attention!

Ελληνικός κόμβος METROFOOD : www.metrofood.gr



www.metrofood.eu



**Funded by
the European Union**

