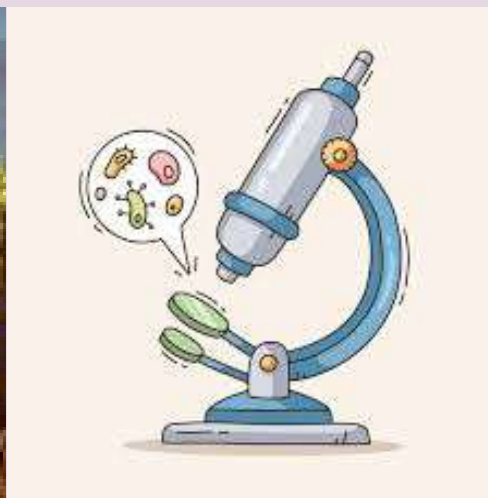


Ανάπτυξη νέας μεθόδου επιλογής ζυμομυκήτων οиноποίησης μέσω της διερεύνησης της μικροβιακής κοινότητας (microbial terroir) των ελληνικών οίνων



Αικατερίνη Τζαμουράνη
Υποψήφια Διδάκτωρ ΠΑΔΑ

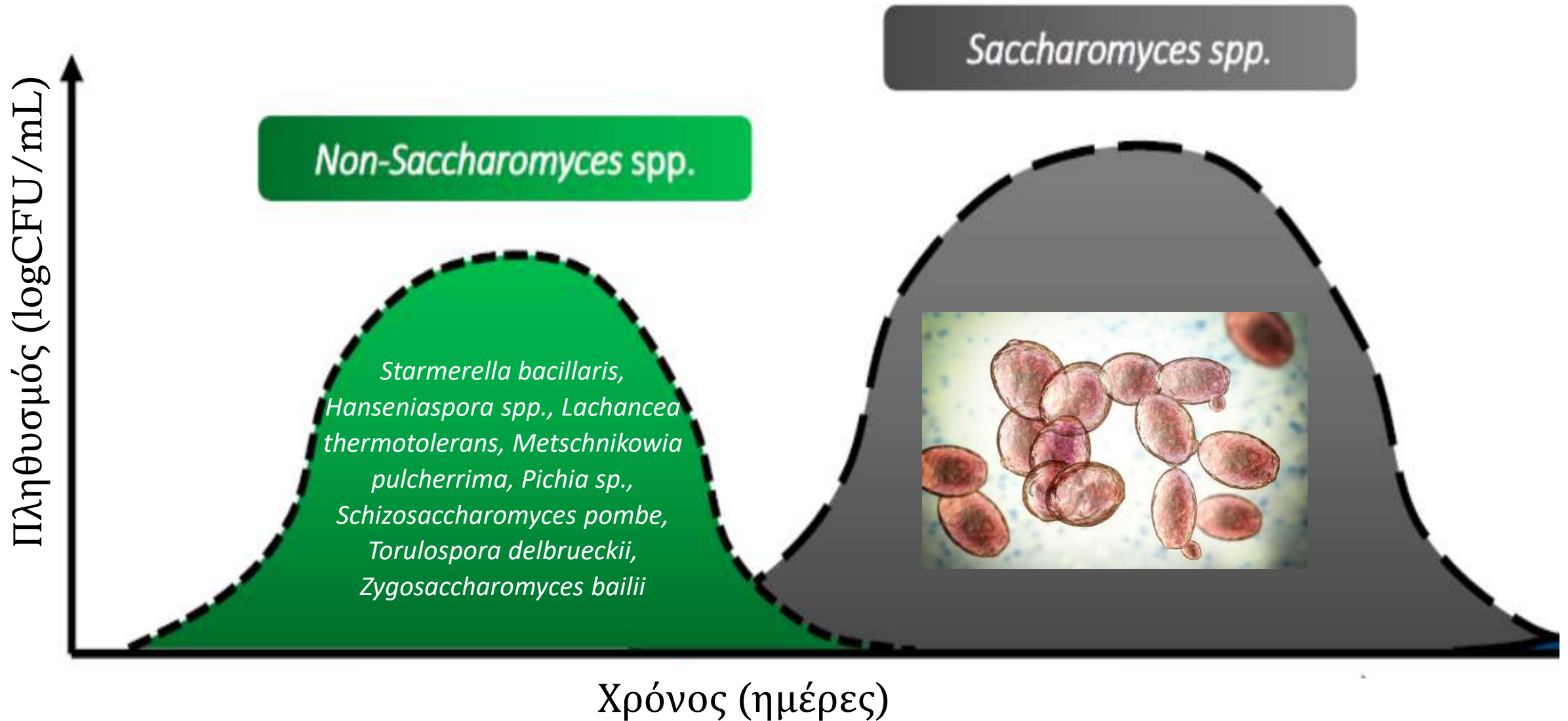
Επιβλέπουσα επ. Καθηγήτρια Μαρούλα Δημοπούλου

Ημερίδα Οινολογίας: «Νέες Προσεγγίσεις στην Ελληνική
Οινοπαραγωγή» Επιστήμη και Καινοτομία στην Υπηρεσία του Κρασιού
Αθήνα, 3 Φεβρουαρίου 2025

Παράγοντες που επηρεάζουν το μικροβιακό «terroir» στο γλεύκος



Αυθόρμητη Αλκοολική Ζύμωση

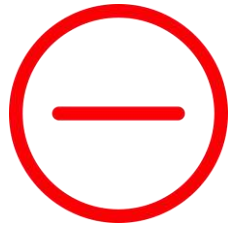


Εμβολιασμός κατά την οινοποίηση

Ο εμβολιασμός με εμπορικά στελέχη ζυμομυκήτων στο γλεύκος είναι το κλειδί για την εξασφάλιση της επιτυχίας της ζύμωσης και του καταβολισμού των σακχάρων



- Εξασφάλιση της επιτυχούς ολοκλήρωσης της ζύμωσης
- Κατεύθυνση του αρωματικού προφίλ των παραγόμενων οίνων
- Τυποποίηση του τελικού προϊόντος



- Απώλεια μοναδικών χαρακτηριστικών που συνδέονται με το «terroir»
- Μείωση της πολυπλοκότητας και της τυπικότητας των παραγόμενων οίνων

Η επιλογή γηγενών στελεχών *S. cerevisiae* και άλλων ειδών ζυμομυκήτων μπορεί να προσφέρει βελτιωμένες τεχνολογικές και οργανοληπτικές ιδιότητες στους παραγόμενους οίνους που προωθούν τον τοπικό χαρακτήρα της περιοχής και της ποικιλίας



- Πως γίνεται η επιλογή γηγενών στελεχών *S. cerevisiae*, η απομόνωσή τους γενετικά και η αξιολόγησή τους φαινοτυπικά;
- Είναι έγκυρη;
- Παρατηρούνται όντως διαφορές στους παραγόμενους οίνους;

Σκοπός της μελέτης

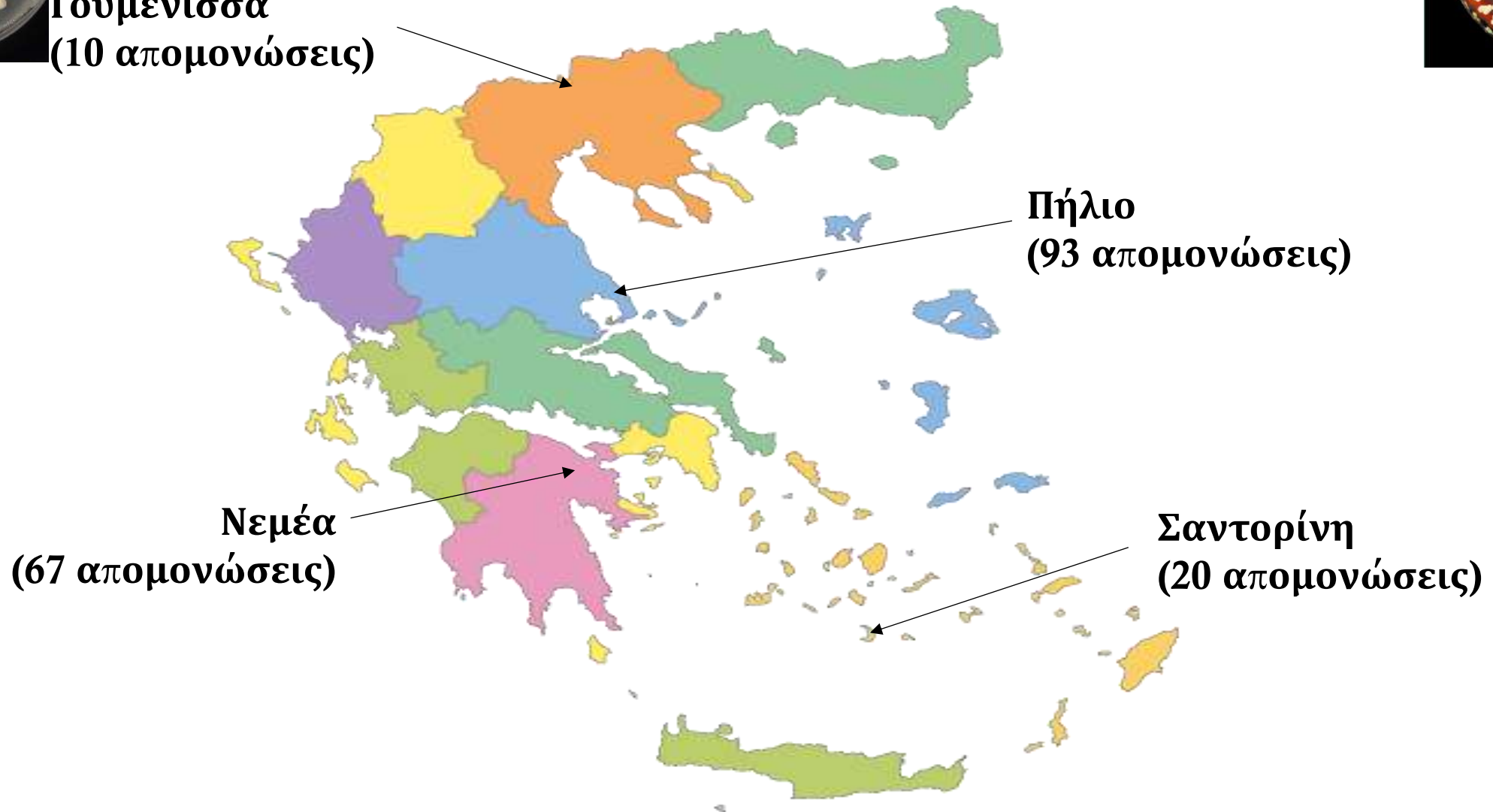
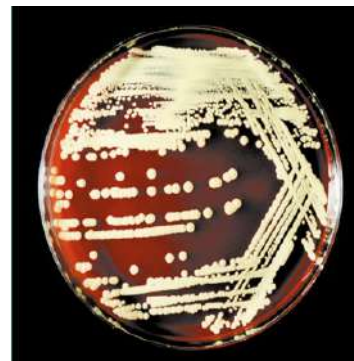


- Διερεύνησης της μικροβιακής κοινότητας (microbial terroir) ελληνικών οίνων (αυθόρμητη ζύμωση)
- Ταξινόμηση μιας μεγάλης συλλογής απομονωμένων ζυμομυκήτων
- Ανάπτυξη νέας, απλής και εφαρμόσιμης μεθόδου επιλογής ζυμομυκήτων οиноποίησης βασιζόμενη σε τεχνολογικές ιδιότητες με οινολογικό ενδιαφέρον
- Υλοποίηση οиноποιήσεων εργαστηριακής και ημι-βιομηχανικής κλίμακας και αξιολόγηση των παραγόμενων προϊόντων

Υλικά και μέθοδοι- Δειγματοληψία



Γουμένισσα
(10 απομονώσεις)



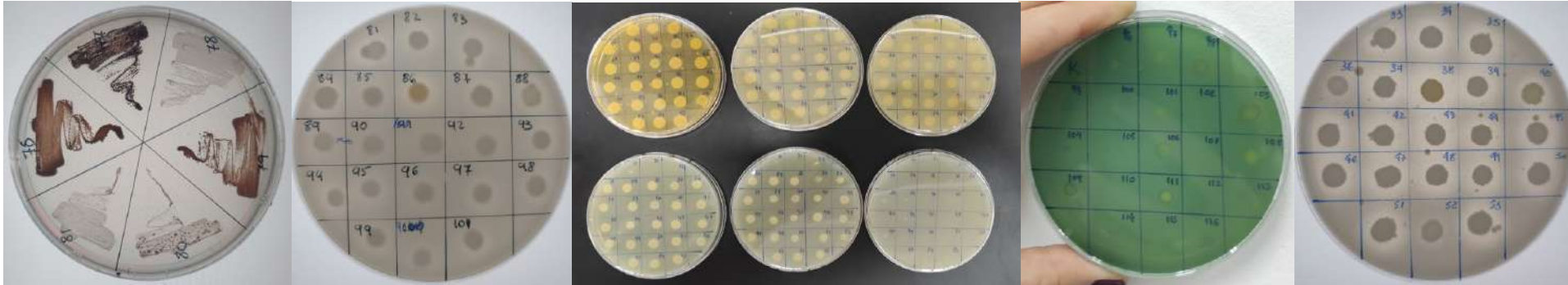
Υλικά και μέθοδοι

Φαινοτυπικά
Τεστ

Παρατήρηση/
Καταγραφή
ποιοτικών
χαρακτηριστικών

Μετατροπή
ποιοτικών
δεδομένων σε
αριθμητικά

Δοκιμή και εφαρμογή
διαφόρων
μαθηματικών
εξισώσεων



Επιβεβαίωση
κατηγοριοποίησης μέσω
μικροζυμώσεων των 20
S. cerevisiae στελεχών

Πρωτογενής
κατηγοριοποίηση
απομονώσεων

HCA – Ευκλείδεια
απόσταση,
μέθοδος Ward

Ιεράρχηση
αποτελεσμάτων βάσει
των οινολογικών
χαρακτηριστικών

Υλικά και μέθοδοι- Μοριακές τεχνικές

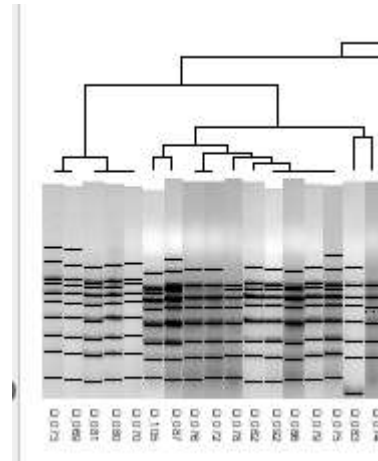
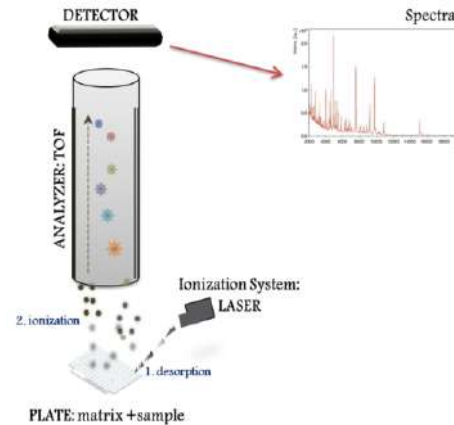


Εκχύλιση DNA

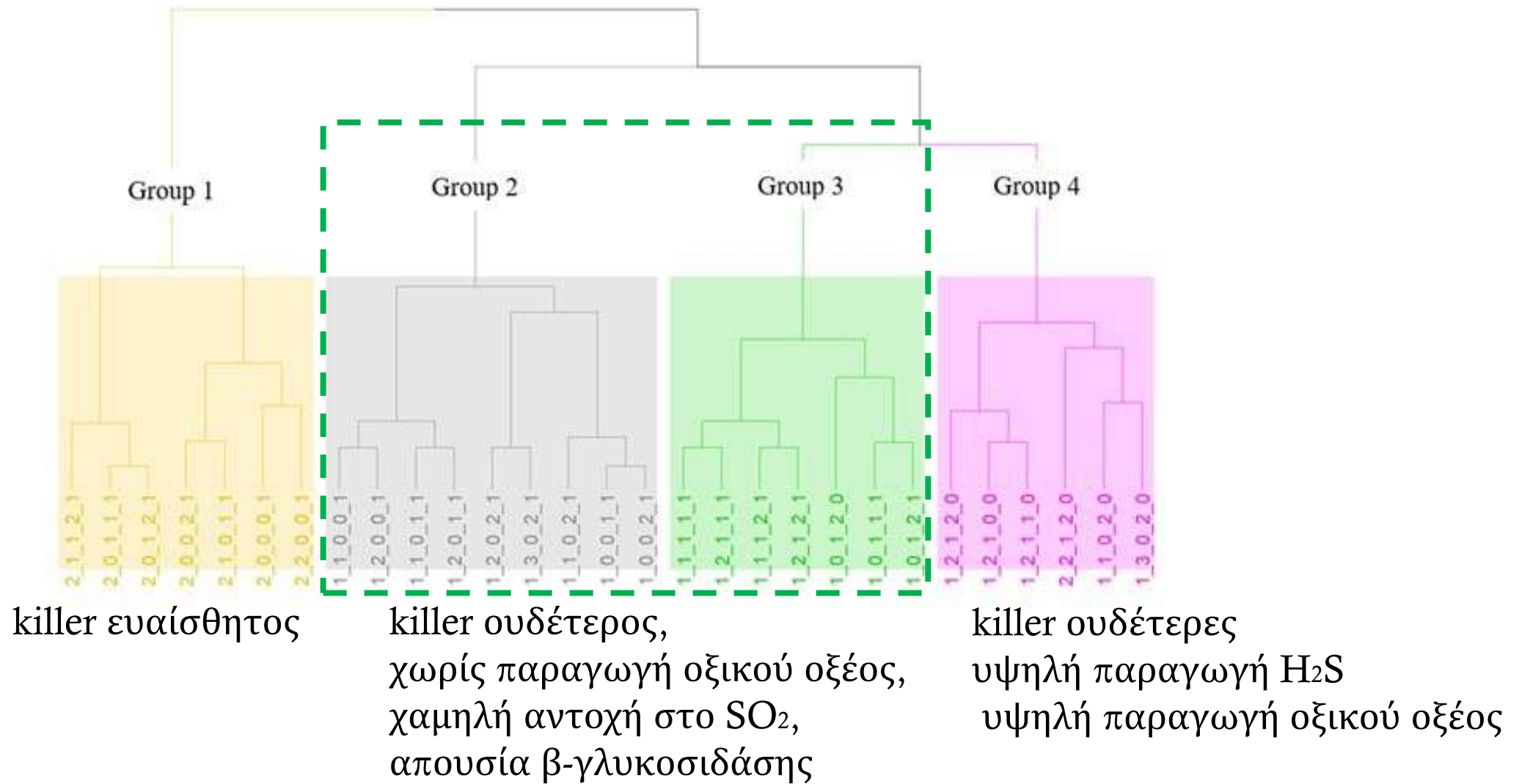
Γενετικό
αποτύπωμα σε
επίπεδο είδους
(RAPD-PCR)

Ταυτοποίηση
μικροοργανισμών
(Maldi Toff-MS)

Διαφοροποίηση στελεχών *S. cerevisiae*
(Inter-delta genomic fingerprinting PCR)



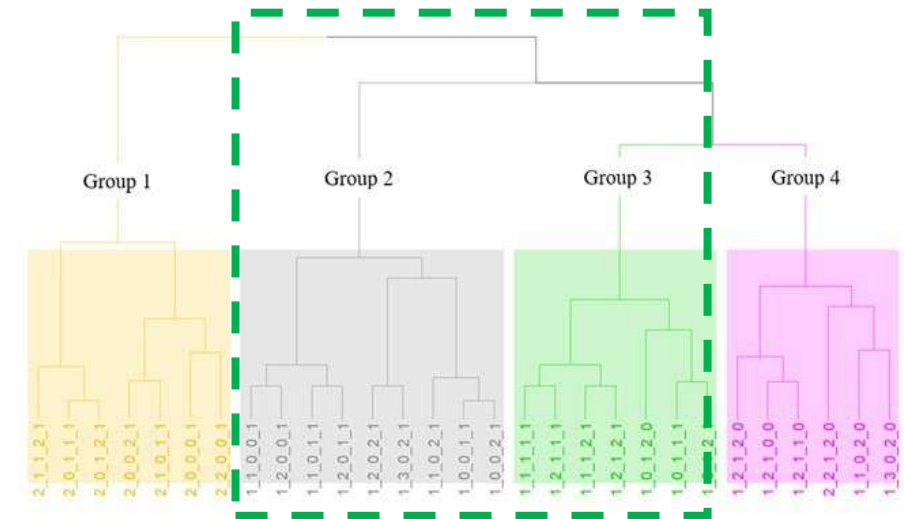
Αποτελέσματα- Φαινοτυπική κατηγοριοποίηση



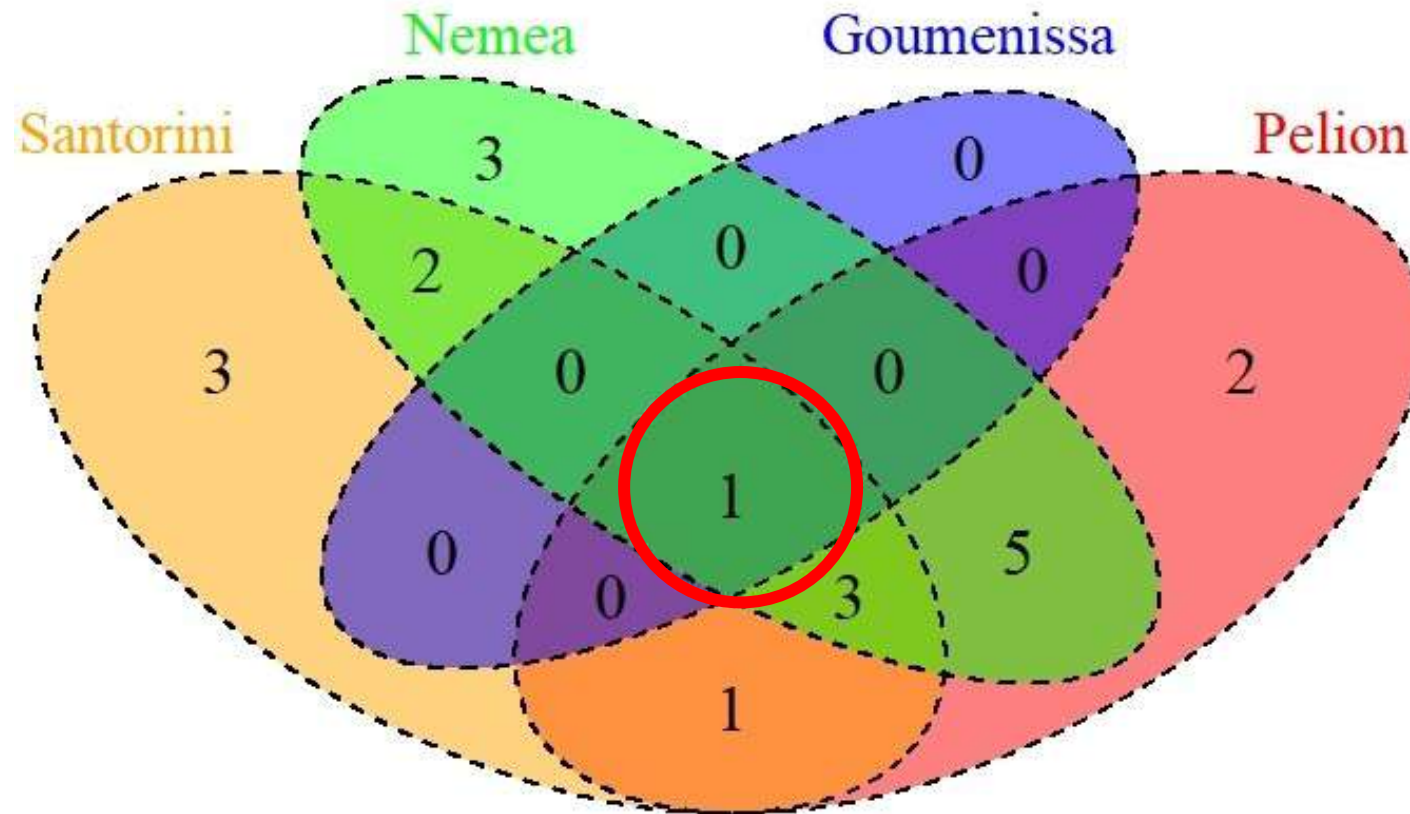
Διάγραμμα 1 Ιεραρχική ανάλυση συστάδων (HCA) των διαφόρων φαινοτύπων με τη μέθοδο της απόστασης Euclidean και του συντελεστή Ward. Οι τέσσερις ομάδες διακρίνονται με χρώματα: Ομάδα 1= κίτρινο, ομάδα 2= γκρι, ομάδα 3= πράσινο και ομάδα 4= ροζ.

Αποτελέσματα- Επαλήθευση

Strain	Fermentation capacity	Sensory profile	Preliminary group classification	Validation of the classification
S1	✓	Group B	3-Green	✓
S2	X	-	1- Yellow	✓
S3	X	-	1-Yellow	✓
S4	X	-	1-Yellow	✓
S5	✓	Group B	2-Grey	✓
S6	✓	Group A	2-Grey	✓
S7	X	-	3-Green	✓
S8	X	-	2-Grey	✓
S9	✓	Group C	1-Yellow	✓
S10	✓	Group A	3-Green	✓
S11	✓	Group D	4-Pink	✓
S12	✓	Group A	2-Grey	✓
S13	X	-	3-Green	✓
S14	✓	Group B	2-Grey	✓
S15	✓	Group D	4-Pink	✓
S16	✓	Group A	2-Grey	✓
S17	✓	Group C	1-Yellow	✓
S18	✓	Group A	3-Green	✓
S19	X	-	2-Grey	✓
S20	✓	Group B	3-Green	✓



Αποτελέσματα- Γεωγραφική διασπορά 20 γηγενών στελεχών *S. cerevisiae*



Διάγραμμα 2 Διάγραμμα Venn που δείχνει τον αριθμό των μοναδικών και κοινών στελεχών *S. cerevisiae* ανά περιοχή δειγματοληψίας

Περισσότερες λεπτομέρειες..



frontiers | Frontiers in Microbiology

TYPE Original Research
PUBLISHED 20 December 2023
DOI 10.3389/fmicb.2023.1301325

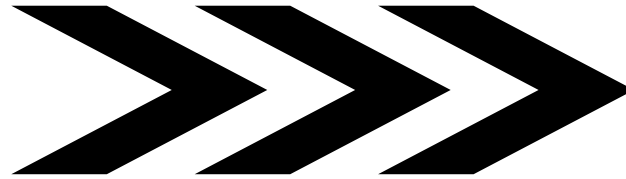
Developing a novel selection method for alcoholic fermentation starters by exploring wine yeast microbiota from Greece

Aikaterini P. Tzamourani¹, Vasileios Taliadouros²,
Ioannis Paraskevopoulos¹ and Maria Dimopoulou^{1*}

¹Department of Wine, Vine and Beverage Sciences, School of Food Science, University of West Attica, Athens, Greece, ²Department of Statistics and Insurance Science, University of Piraeus, Piraeus, Greece

Από το εργαστήριο στην παραγωγή

Μπορούν επιλεγμένα γηγενή στελέχη *S. cerevisiae* να εφαρμοστούν ως εμβόλια σε βιομηχανικές συνθήκες;



Από το εργαστήριο στην παραγωγή

Οινοποιήσεις σε
Ασύρτικο γλεύκος
(3 χρονιές)

A6Y10

Δεύτερη ζύμωση
«Μοσχοφίλερου»
στη φιάλη –
Αφρώδεις οίνοι

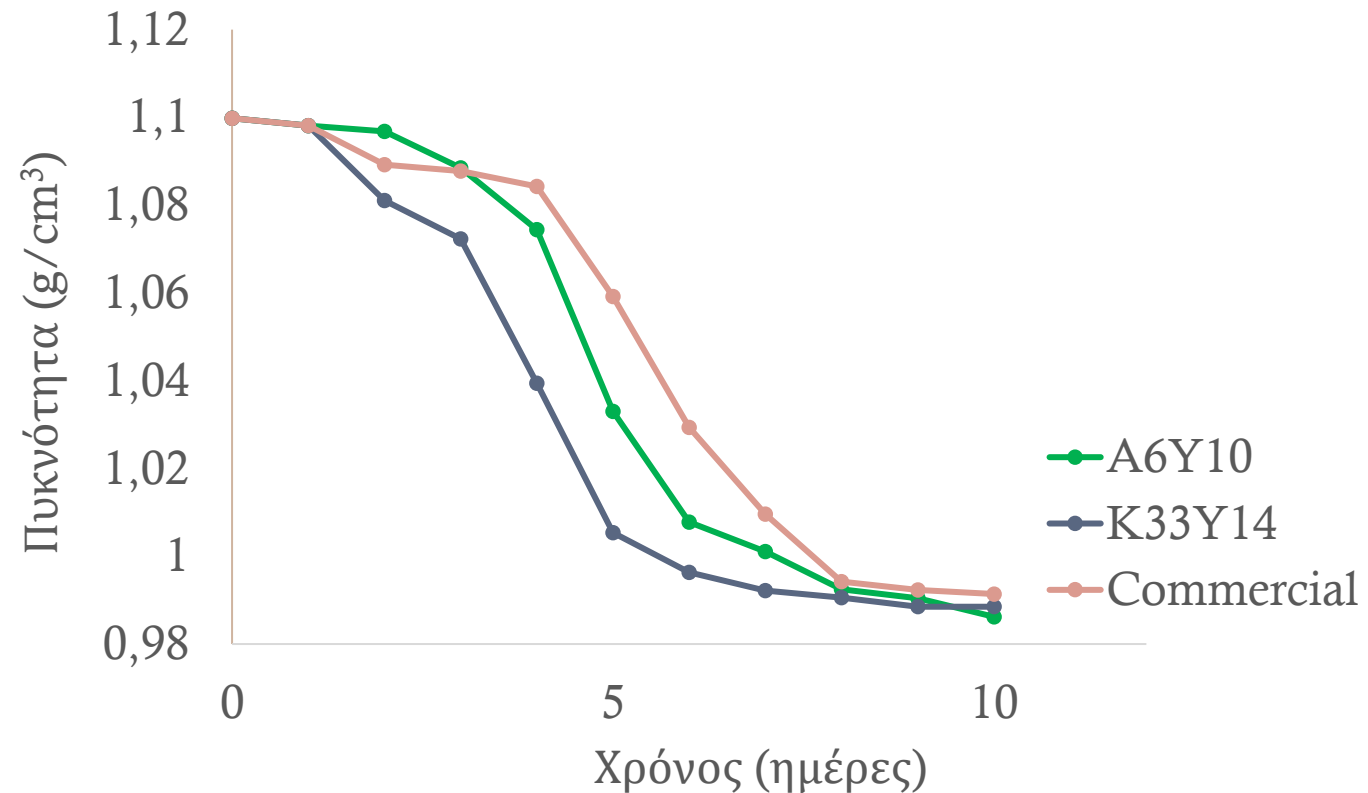
Συν-εμβολιασμός
με non-
Saccharomyces



Ημι-βιομηχανικής κλίμακας ζυμώσεις - Ασύρτικο γλεύκος

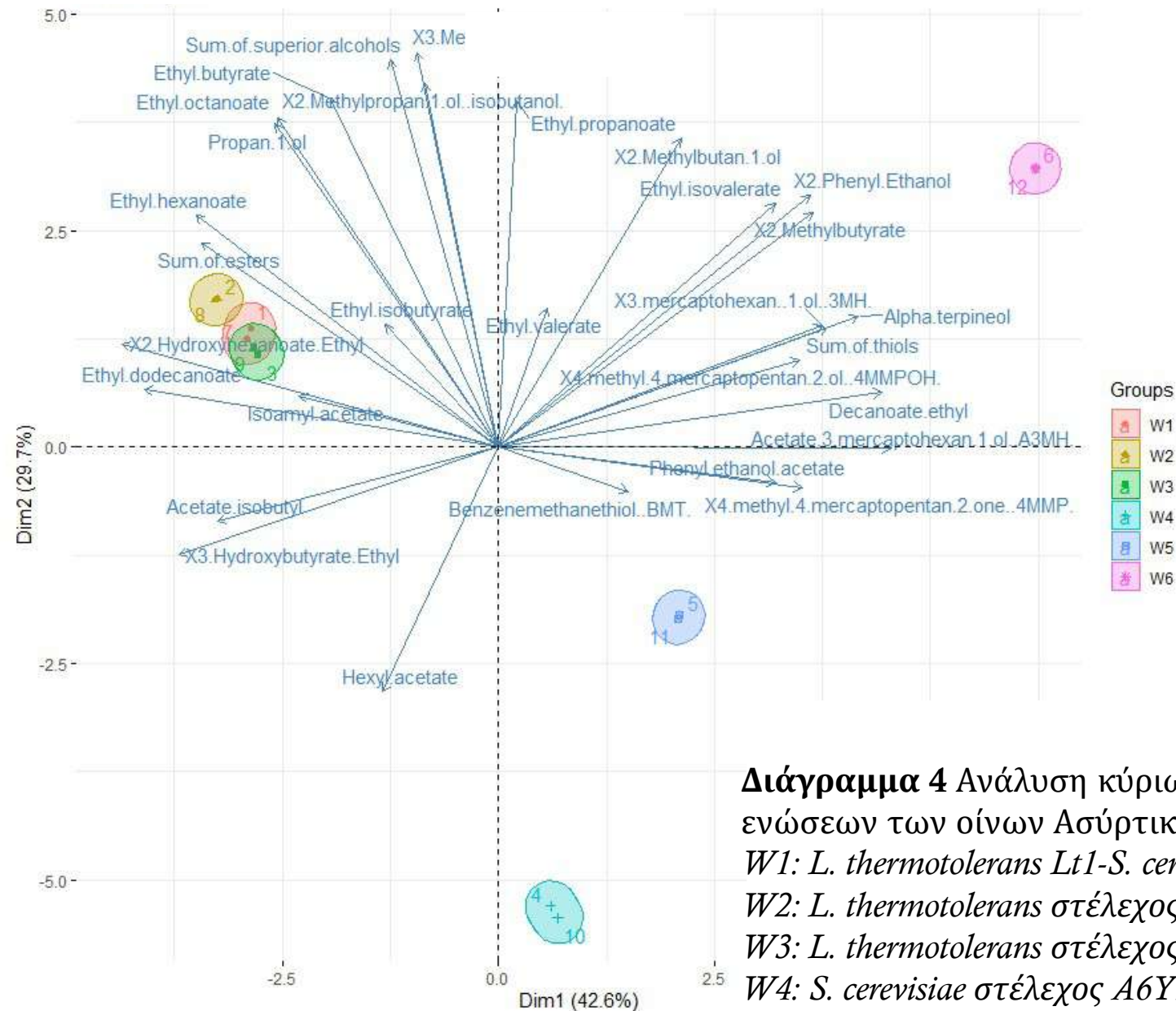
Συνοψίζοντας και τις 3 χρονιές (2021-2023) παρατηρήθηκε:

- Επιτυχής αποζύμωση
- Γρήγορος ρυθμός ζύμωσης



Διάγραμμα 3 Κινητική της ζύμωσης μέσω καταμέτρησης της πυκνότητας του γλεύκους/οίνου κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης.

Ημι-βιομηχανικής κλίμακας ζυμώσεις - Ασύρτικο γλεύκος



Διάγραμμα 4 Ανάλυση κύριων συνιστωσών 27 πτητικών ενώσεων των οίνων Ασύρτικου που ζυμώθηκαν με:
W1: L. thermotolerans Lt1-*S. cerevisiae* στέλεχος A6Y10,
W2: L. thermotolerans στέλεχος Lt1-*S. cerevisiae* στέλεχος A26Y23,
W3: L. thermotolerans στέλεχος Lt1-*S. cerevisiae* στέλεχος Sc1,
W4: S. cerevisiae στέλεχος A6Y10,
W5: S. cerevisiae στέλεχος A26Y23, *W6: S. cerevisiae* στέλεχος Sc1

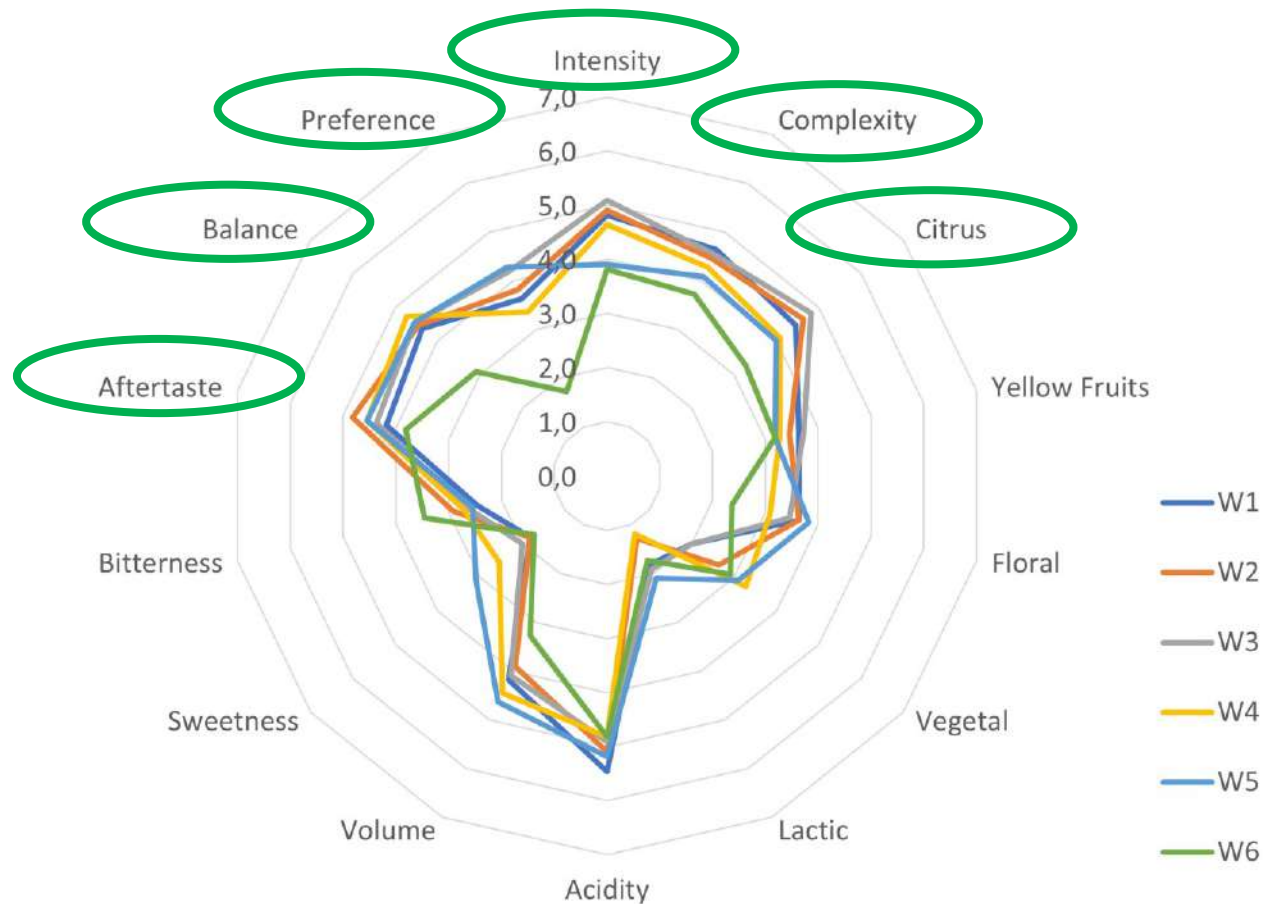
Ημι-βιομηχανικής κλίμακας ζυμώσεις - Ασύρτικο γλεύκος

Πίνακας 1. Πτητικές θειόλες (ng/L) των οίνων που παρήχθησαν σε ζυμώσεις πιλοτικής κλίμακας ($\pm$ SD) με διαφορετικά στελέχη *S. cerevisiae* . Διαφορετικά γράμματα σε κάθε σειρά υποδηλώνουν τη σημαντικότητα της ανάλυσης (ANOVA), Tukey's post hoc ($p < 0,05$).

Θειόλες (ng/L)	A6Y6	A6Y10	A26Y5	K33Y14	Όριο ανίχνευσης (ng/L)	Άρωμα
3-sulfanylhexanol (3SH)	633.6 $\pm$ 26.5 ^b	2582.8 $\pm$ 10.0 ^a	436.2 $\pm$ 42.0 ^b	2229.6 $\pm$ 26.5 ^a	60*	tropical, grapefruit, passionfruit
3-sulfanylhexanol acetate (3SHA)	36.8 $\pm$ 18.8 ^a	124.4 $\pm$ 1.7 ^a	50.3 $\pm$ 15.8 ^a	124.0 $\pm$ 10.4 ^a	4.2*	tropical, grapefruit, passionfruit
2-methyl-3-furanthiol (2M3F)	32.1 $\pm$ 2.0 ^a	36.4 $\pm$ 3.1 ^a	48.9 $\pm$ 3.1 ^a	29.8 $\pm$ 4.5 ^a	2.0-8.0*	nutty
benzenemethanethiol (BM)	1.0 $\pm$ 0.4 ^a	0.7 $\pm$ 0.1 ^a	1.7 $\pm$ 1.2 ^a	0.8 $\pm$ 0.1 ^a	0.3*	smoke, struck flint
ethyl-2-sulfanylpropionate (Et2SPr)	1.5 $\pm$ 0.2 ^a	2.1 $\pm$ 0.0 ^a	42.2 $\pm$ 0.1 ^a	1.8 $\pm$ 0.4 ^a	500*	meaty
ethyl-3-sulfanylpropionate (Et3SPr)	8.0 $\pm$ 0.2 ^a	9.3 $\pm$ 1.2 ^a	185.5 $\pm$ 0.3 ^a	10.1 $\pm$ 1.2 ^a	200*	pleasant, fruity, grapy character

*Tominaga, T.; Baltenweck-Guyot, R.; Des Gachons, C. P.; Dubourdieu, D. Contribution of volatile thiols to the aromas of white wines made from several *Vitis vinifera* grape varieties. Am. J. Enol. Vitic. 2000, 51, 178–181.

Ημι-βιομηχανικής κλίμακας ζυμώσεις - Ασύρτικο γλεύκος



Γηγενή στελέχη

- Οίνοι με αυξημένο ανθικό χαρακτήρα, αρωματική ένταση, πολυπλοκότητα, επίγευση, ισορροπία και προτίμηση
- Οι οίνοι που εμβολιάστηκαν με το εμπορικό στέλεχος διαφέρουν σημαντικά οργανοληπτικά από τις υπόλοιπες συνθήκες

Διάγραμμα 3 Αισθητηριακή περιγραφή των οίνων.

W1: L. thermotolerans Lt1-S. cerevisiae στέλεχος A6Y10,

W2: L. thermotolerans στέλεχος *Lt1-S. cerevisiae* στέλεχος A26Y23, *W3: L.*

thermotolerans στέλεχος *Lt1-S. cerevisiae* στέλεχος Sc1,

W4: S. cerevisiae στέλεχος A6Y10,

W5: S. cerevisiae στέλεχος A26Y23, *W6: S. cerevisiae* στέλεχος Sc1

Περισσότερες λεπτομέρειες..



microorganisms



Article

New Insights into the Production of Assyrtiko Wines from the Volcanic Terroir of Santorini Island Using *Lachancea thermotolerans*

Aikaterini Tzamourani ¹, Spiros Paramithiotis ² , Marion Favier ³ , Joana Coulon ³ , Virginie Moine ³, Ioannis Paraskevopoulos ^{1,4} and Maria Dimopoulou ^{1,*} 

¹ Department of Wine, Vine and Beverage Sciences, School of Food Science, University of West Attica, 28 Ag. Spyridonos St., 12243 Egaleo, Greece

² Department of Biological Applications and Technology, University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece

³ BioLaffort, 11 rue Aristide Bergès, 33270 Floirac, France; joana.coulon@laffort.com (J.C.); virginie.moine@laffort.com (V.M.)

⁴ GAIA Wines, 84700 Santorini, Greece

* Correspondence: mdimopoulou@uniwa.gr

Ημι-βιομηχανικής κλίμακας ζυμώσεις – Αφρώδεις οίνοι με την παραδοσιακή μέθοδο (Μοσχοφίλερο)



Ημι-βιομηχανικής κλίμακας ζυμώσεις – Αφρώδεις οίνοι με την παραδοσιακή μέθοδο (Μοσχοφίλερο)

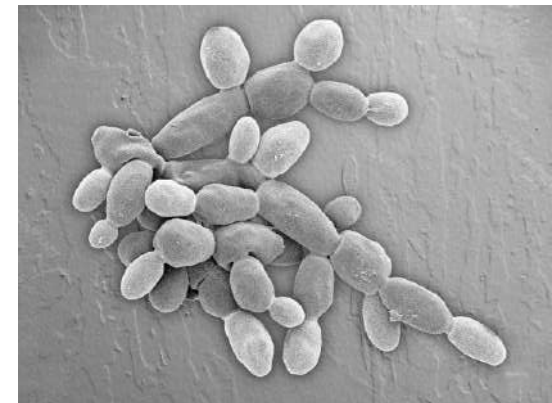
- Πολύ θετική οργανοληπτική αξιολόγηση (panel experts)
- Όχι ελαττωματικά χαρακτηριστικά (π.χ. υδρόθειο, οξικό)
- Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στην ένταση των **ανθικών αρωμάτων**, στο **άρωμα ψωμιού, brioche, μπισκότου** και στην **ξινή γεύση**
- Τέλος, το στέλεχος A6Y10, έχει ελαφρώς καλύτερη έκφραση της τυπικότητας της ποικιλίας Μοσχοφίλερο



Σχόλια - Παρατηρήσεις

Συμπερασματικά..

- Η μικροβιακή κοινότητα (microbial terroir) ελληνικών οίνων που προέρχονται από αυθόρμητη ζύμωση αποτελείται κυρίως από στελέχη *S. cerevisiae* αλλά και ορισμένα άλλα μη συμβατικά non-Saccharomyces είδη (*Z. bailii*, *T. californica*, *P. membranifaciens*, *P. carsonii*)

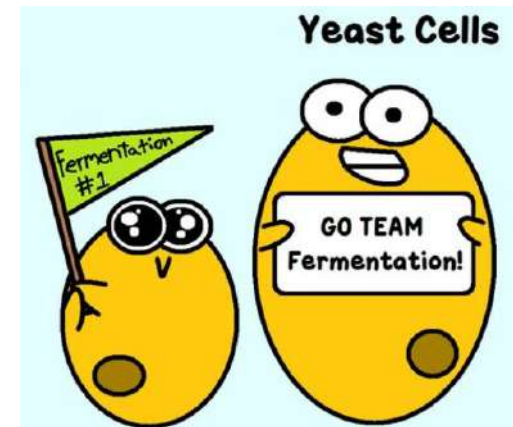


Σχόλια - Παρατηρήσεις

Συμπερασματικά..

Η νέα, απλή και εφαρμόσιμη μέθοδος επιλογής ζυμομυκήτων οиноποίησης βασιζόμενη σε τεχνολογικές ιδιότητες με οινολογικό ενδιαφέρον

- Οδηγεί στην μείωση του αριθμού των απομονώσεων που θα υποβληθούν σε μοριακές αναλύσεις και μικρο-οινοποιήσεις
- Μείωση χρόνου
- Μείωση κόστους



Σχόλια - Παρατηρήσεις

Συμπερασματικά..

Τα επιλεγμένα γηγενή *S. cerevisiae* στελέχη στις ζυμώσεις εργαστηριακής και ημι-βιομηχανικής κλίμακας:

- Ολοκλήρωσαν επιτυχώς τις ζυμώσεις
- Δεν παρατηρήθηκαν ελλαττωματικές οσμές ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά (π.χ. H_2S , υψηλή πτητική οξύτητα κλπ.)
- Τα αρωματικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων οίνων κατευθύνθηκαν ανάλογα με το στέλεχος που εμβολιάστηκε
- Παρατηρήθηκε δυναμική στην παραγωγή θειολών που προάγουν χαρακτηριστικά τροπικών φρούτων (π.χ. passionfruit)
- Ενίσχυση τυπικότητας παραγόμενων οίνων



UNIVERSITY OF
WEST ATTICA
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Επ. καθηγήτρια - Δημοπούλου
Μαρία

Καθηγητής - Παρασκευόπουλος
Ιωάννης

Επ. καθηγήτρια - Ευαγγέλου
Αλεξάνδρα

Επ. καθηγητή - Αραπίτσας
Παναγιώτης

Επ. καθηγήτρια - Κουσίση
Ελισάβετ

Thank
ou



GAIA
WINES

MSc Μαθηματικός/ Data
analyst - Ταλιαδούρος

Βασίλειος

Dr Gammacurta Marine



ISVV
INSTITUT DES SCIENCES
DE LA VIGNE ET DU VIN
BORDEAUX AQUITAINE