



Σχολή Επιστημών Τροφίμων
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βιβλιογραφική επισκόπηση οργανοληπτικών μεθόδων για τη διαφοροποίηση και τον χαρακτηρισμό διαφορετικών δειγμάτων νερού. Συσχέτιση με μεθόδους χημικής ποιοτικής ανάλυσης

MSc Thesis

Literature review on the sensory analysis methods used for the differentiation and characterization of water. Comparison to chemical quality markers



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Νικόλαος Λαμπίρης

Nikolaos Lampiris

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Ελισάβετ Κουσίση

Elisabeth Koussissi

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2021

Έγινε δεκτή

Ο Διευθυντής του ΠΜΣ:

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «**Βιβλιογραφική επισκόπηση οργανοληπτικών μεθόδων για τη διαφοροποίηση και τον χαρακτηρισμό διαφορετικών δειγμάτων νερού. Συσχέτιση με μεθόδους χημικής ποιοτικής ανάλυσης**» που παρουσιάστηκε από τον **ΛΑΜΠΙΡΗ ΝΙΚΟΛΑΟ**, υποψηφίου για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην **ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία

Όνομα επιβλέποντος

ΕΛΙΣΑΒΕΤ ΚΟΥΣΙΣΗ

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

ΜΑΡΙΑ ΓΙΑΝΝΑΚΟΥΡΟΥ

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

ΒΛΑΔΙΜΗΡΟΣ ΛΟΥΓΚΟΒΟΗΣ

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright


Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **ΛΑΜΠΙΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ** του **ΦΙΛΙΠΠΟΥ**, με αριθμό μητρώου **19012** φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών **ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΑΣΦΑΛΕΙΑ & ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ** του Τμήματος **ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ** της Σχολής **ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ** του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι **30/09/2021** και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Ο Δηλών



06/09/2021

ΛΑΜΠΙΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Περίληψη

Ο ρόλος του νερού στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, και την οικονομία είναι καταλυτικός. Για αυτό και είναι μείζονος σημασίας να μπορούμε να εξασφαλίσουμε την ποιότητά του, και δη του πόσιμου νερού.

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να γίνει μια βιβλιογραφική επισκόπηση όλων των διαθέσιμων οργανοληπτικών μεθόδων για την διαφοροποίηση και τον χαρακτηρισμό διαφορετικών δειγμάτων νερού και ο συσχετισμός αυτών με μεθόδους χημικής ποιοτικής ανάλυσης.

Στο πλαίσιο του σκοπού της εργασίας έγινε καταρχήν αναφορά στις νομοθετικές απαιτήσεις που διέπουν τα χαρακτηριστικά του νερού έτσι ώστε αυτό να γίνει αποδεκτό ως πόσιμο, τόσο σε χημικό, όσο και σε μικροβιολογικό επίπεδο, αλλά και σε αυτά που ορίζει ο νόμος ως προϋποθέσεις που πρέπει να εξασφαλίζει το νερό για να θεωρείται πόσιμο με βάση τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Η βιβλιογραφική έρευνα έδειξε καταρχήν ότι με εξαίρεση κάποια άρθρα με οργανοληπτικές μεθόδους που χρονολογούνται στις δεκαετίες του χίλια εννιακόσια εξήντα και του τέλους της δεκαετίας του 1980, και ελάχιστα μεταγενέστερα άρθρα -2007 και 2010 αντίστοιχα- η διαθέσιμη επιστημονική βιβλιογραφία για την οργανοληπτική αξιολόγηση του νερού είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Γενικά, το νερό παρουσιάζει μια ιδιαίτερη δυσκολία στον προσδιορισμό των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών, αφού το πόσιμο νερό θεωρητικά δεν έχει ιδιαίτερη γεύση και οσμή. Συνολικά, οι μέθοδοι που εμφανίζονται ως πιο αποτελεσματικές για την οργανοληπτική αξιολόγηση του νερού, είναι οι πιο πρόσφατες όπως το «Polarized Sensory Positioning» (PSP) για τον εύκολο χαρακτηρισμό διαφορετικών δειγμάτων, και ο οργανοληπτικός έλεγχος της οσμής του νερού με χρήση προτύπου n-εξανάλης. Επίσης ο προτεινόμενος οργανοληπτικός προσδιορισμός για την γεύση και οσμή του νερού από την American Public Health Association Standard methods (APHA) δείχνει αποτελεσματικός έχοντας «μηδενικό» πρότυπο αναφοράς

Τέλος, η βιβλιογραφική έρευνα έδωσε σαν κοινό συμπέρασμα ότι η χημική σύσταση του νερού επικαθορίζει την γεύση και την οσμή του σε όλες τις περιπτώσεις, με κύριο παράγοντα διαφοροποίησης την συγκέντρωση των ιόντων και των μεταλικών στοιχείων σε αυτό.

Abstract

The role of water in human health, the environment and the economy is crucial. Therefore, it is important to be able to guarantee its quality- especially when referring to drinking water- through various types of analyses.

The aim of this study was first to carry out a literature review on the organoleptic methods available for the differentiation and characterization of different samples of drinking water. On a second level, we wanted to understand the associations between the sensory and chemical methods used for water quality analysis. In order to gain a meaningful perspective, we first looked to the current legislation on drinking water, with respect to both chemical, microbiological and finally sensory standards.

The literature review revealed that, with very few exceptions, to date, there have not been many studies dealing with the sensory analyses of water in general. To start with, there are few old and classic articles from the sixties and late eighties referring to several classical sensory methodologies and comparing them with respect to their applications. More recently there are two new directions. First in the work of Teillet and coworkers the approach of «Polarized Sensory Positioning» (PSP), proved to be successful in differentiating and characterising several water samples without the need of an extensive training from the panel. Another direction was a method suggesting the use of n-hexanal, as a standard for the evaluation of the smell of water.

We also reviewed the methods suggested from ISO and the American Public Health Association (APHA) standard methods.

Finally, a common learning from all available studies was that with respect to the relationship between chemical composition and sensory properties there is always a very clear and good correlation for drinking water. Specifically, the type and concentration of ions and mineral elements contained in a water sample can clearly predict its taste and smell..

Περιεχόμενα

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright	iii
Περίληψη	iv
Abstract	v
1. Εισαγωγή	4
1.1. Λίγα λόγια για το νερό	4
1.1.1. Βασικά στοιχεία	4
1.1.2. Θρεπτικότητα νερού	6
1.1.3. Η χρησιμότητα του νερού και η επάρκειά του	6
1.1.4. Ο κύκλος του νερού	7
1.2. Είδη νερού	9
1.2.1. Νερό Ανθρώπινης Κατανάλωσης	9
1.2.2. Πόσιμο Νερό	10
1.2.3. Επιφανειακά Ύδατα	10
1.2.4. Υπόγεια Ύδατα	11
1.2.5. Φυσικό Μεταλλικό Νερό	12
1.2.6. Επιτραπέζιο νερό	12
1.2.7. Νερό πηγής	13
1.2.8. Νερό Ύδρευσης	13
1.2.9. Σύστημα Ύδρευσης	13
1.3. Επεξεργασία Δικτύου Ύδρευσης	14
1.4. Εμφιαλωμένο νερό	16
1.4.1. Διαδικασία επεξεργασίας εμφιαλωμένου νερού	17
1.4.2. Συσκευασία εμφιαλωμένου νερού	17
2. Σκοπός της εργασίας	18
3. Νομοθεσία	19
3.1. Νομοθεσία νερού	19
3.1.1. Νομοθεσία νερού ανθρώπινης κατανάλωσης	19
3.1.2. Νομοθεσία φυσικού μεταλλικού νερού	23
3.2. Απαιτούμενες Αναλύσεις Νερού	24
3.2.1. Φυσικοχημικές παράμετροι	24
3.2.2. Μικροβιολογικές παράμετροι	30
3.2.3. Οργανοληπτικές παράμετροι	31
3.3. Επίπεδα παρακολούθησης ποιότητας νερού	32
4. Οργανοληπτικός Έλεγχος Νερού	34
4.1. Οργανοληπτικός Έλεγχος Γενικά	34
4.2. Οι ανθρώπινες αισθήσεις και η σημασία τους στην οργανοληπτική αξιολόγηση	36
4.2.1. Ανθρώπινες αισθήσεις	36
4.2.2. Οι 5 βασικές γεύσεις	36
4.3. Αρχές ορθής πρακτικής οργανοληπτικού ελέγχου	37
4.4. Μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου	38

4.4.1.	Λοκίμες διάκρισης	38
4.4.2.	Δυναμικές μέθοδοι	40
4.4.3.	Περιγραφικές μέθοδοι	44
4.4.4.	Κλίμακες (Scaling)	45
5.	Μέθοδοι οργανοληπτικής αξιολόγησης εφαρμοσμένες στο νερό	48
5.1.	Συσχέτιση Flavor Threshold Test, Flavor Rating Scale και Flavor Profile Analysis σε σχέση με τη χημική σύσταση του νερού	48
5.2.	American Public Health Association standard methods	51
5.3.	Οργανοληπτική αξιολόγηση νερού με χρήση n- Εξανάλης	54
5.4.	Νεότερες οργανοληπτικοί μέθοδοι για την αξιολόγηση του νερού	57
5.5.	Διεθνές πρότυπο ISO 13299:2003	60
Συμπεράσματα		63
Βιβλιογραφία		66

Περιεχόμενα εικόνων

<i>Εικόνα 1</i>	<i>Κύκλος νερού</i>	<i>8</i>
<i>Εικόνα 2</i>	<i>Διαδικασία καθαρισμού νερού δικτύου ύδρευσης</i>	<i>15</i>
<i>Εικόνα 3</i>	<i>Παράμετροι που αφορούν τις τοξικές ουσίες</i>	<i>20</i>
<i>Εικόνα 4</i>	<i>Ενδεικτικές Παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται ώστε να καθίσταται νερό ανθρώπινης κατανάλωσης</i>	<i>21</i>
<i>Εικόνα 5</i>	<i>Ενδείξεις και κριτήρια που προβλέπονται στο άρθρο 9 Παράγραφος 2,Παράρτημα ΙΙΙ Ο.80/777/ΕΟΚ</i>	<i>23</i>
<i>Εικόνα 6</i>	<i>Διαβάθμιση σκληρότητας</i>	<i>26</i>
<i>Εικόνα 7</i>	<i>Ακρίβεια και πιστότητα</i>	<i>35</i>
<i>Εικόνα 8</i>	<i>Παράδειγμα καμπύλης χρόνου έντασης</i>	<i>41</i>
<i>Εικόνα 9</i>	<i>9-point hedonic scale</i>	<i>43</i>
<i>Εικόνα 10</i>	<i>Οι δύο διαδικασίες με τις οποίες λαμβάνει χώρα η κλίμακα.</i>	<i>46</i>
<i>Εικόνα 11</i>	<i>Κριτήρια αξιολόγησης χρησιμοποιούμενων μεθόδων για την οργανοληπτική αξιολόγηση δειγμάτων νερού και αποτελέσματα ανά μέθοδο</i>	<i>49</i>
<i>Εικόνα 12</i>	<i>Συγκεντρώσεις κατωφλίου οσμής για διάφορα χημικά συστατικά σε πόσιμο νερό</i>	<i>50</i>
<i>Εικόνα 13</i>	<i>Βαθμολογίες έντασης n-Εξανάλης από 4 πάνελ δοκιμαστών</i>	<i>55</i>
<i>Εικόνα 14.</i>	<i>Κόριες εντυπώσεις και αποτυπώσεις των υπόλοιπων δειγμάτων νερού αναλογικά στον χάρτη των προτύπων, βάσει της μεταλλικότητας τους</i>	<i>58</i>

Περιεχόμενα πινάκων

<i>Πίνακας 1 Νομοθετικά όρια μικροβιολογικών παραμέτρων</i>	<i>19</i>
<i>Πίνακας 2 Δοκιμαστική παρακολούθηση νερού</i>	<i>32</i>
<i>Πίνακας 3 Συμπληρωματική παρακολούθηση νερού</i>	<i>33</i>
<i>Πίνακας 4 Αριθμοί κατωφλίου οσμής</i>	<i>52</i>
<i>Πίνακας 5 Αριθμοί κατωφλίου οσμής</i>	<i>53</i>

1. Εισαγωγή

1.1. Λίγα λόγια για το νερό

1.1.1. Βασικά στοιχεία

Το νερό, είναι η περισσότερο διαδεδομένη ανόργανη χημική ένωση στην επιφάνεια της Γης. Καλύπτει το 70,9% του πλανήτη μας, στη φύση του οποίου, το νερό υπάρχει στην αέρια (υδρατμός), στην υγρή και στη στερεή κατάσταση (πάγος) (Reece et al., 2013). Το νερό, το οποίο είναι χημικά καθαρό, σε θερμοκρασία 25°C και υπό πίεση 1 atm – δηλαδή σε κανονικές συνθήκες-, βρίσκεται σε μια δυναμική ισορροπία υγρού - αερίου, με κύρια φάση την υγρή. Δεν έχει οσμή και η γεύση του είναι γενικά ουδέτερη, είναι άχρωμο και διαυγές, όμως όταν βρίσκεται σε βαθιά στρώματα, εμφανίζει μια γαλάζια χροιά. Πολλές ουσίες διαλύονται σε αυτό. Γι' αυτό χαρακτηρίζεται ως «παγκόσμιος διαλύτης». Λόγω, όμως, αυτής της τεράστιας ικανότητας διάλυσης που διαθέτει, υπάρχει στη φύση σε σχετικά καθαρή μορφή σπάνια, με αποτέλεσμα κάποιες ιδιότητες των διαλυμάτων του ή και του φυσικού νερού να μην ταυτίζονται με τις αντίστοιχες της ίδιας της χημικά καθαρής ένωσης. Για παράδειγμα το φυσικό νερό είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, ενώ το χημικά καθαρό νερό πρακτικά είναι μονωτής (Ebbing & Gammon, 2002).

Φυσικά, υπάρχουν και σημαντικές ουσίες που είναι δυσδιάλυτες, ή/και τελείως αδιάλυτες στο νερό, όπως τα λίπη, τα έλαια και άλλες μη πολικές ουσίες. Το νερό βρίσκεται με φυσικό τρόπο και στις τρεις κανονικές καταστάσεις της ύλης και είναι απαραίτητο για όλα τα είδη ζωής της γης. Οι άνθρωποι και τα ζώα έχουν στο σώμα τους 55-78% νερό κατά βάρος, 90% στα κύτταρα. Χημικά, το νερό είναι μια πολύ σταθερή χημική ένωση, αλλά ταυτόχρονα και αρκετά δραστική (Gerald,2011).

Τα μόρια του νερού είναι πολύ πολικά και σχηματίζουν διαμοριακούς δεσμούς υδρογόνου, τόσο μεταξύ τους όσο και με μόρια διαλυμένων σε αυτό ουσιών, όπως για παράδειγμα των αλκοολών. Επίσης, πολλές τυχόν διαλυμένες σε αυτό ηλεκτρολυτικές ενώσεις, όπως οξέα, βάσεις και άλατα, δίστανται πλήρως ή μερικώς, ενώ τα ιόντα που προκύπτουν επιδιαλυτώνονται, δηλαδή σχηματίζουν ένυδρα σύμπλοκα. Λόγω της ύπαρξης δεσμών υδρογόνου ανάμεσα στα μόρια του νερού υπάρχουν κάποιες μοναδικές ιδιότητες, όπως είναι το γεγονός ότι στη στερεή κατάσταση έχει μικρότερη πυκνότητα σε σύγκριση με την υγρή αντίστοιχη, η σχετικά υψηλή θερμοκρασία βρασμού (100 °C), σε σύγκριση με τη

σχετικά μικρή μοριακή μάζα του, και η υψηλή του θερμοχωρητικότητα. Παρουσιάζει ιδιότητες τόσο οξέος όσο και βάσης. Αυτοϊονίζεται μερικώς, διστάμενο σε υδρογονοκατιόντα (H⁺) και υδροξυλανιόντα (OH⁻). Αυτό κανονικοποιεί τις συγκεντρώσεις αυτών των ιόντων στο νερό. (Ebbing & Gammon, 2002).

Το 96,5% του νερού της Γης βρίσκεται στους ωκεανούς (και τις θάλασσες), 1,7% στα υπόλοιπα επιφανειακά νερά (λίμνες, ποτάμια, έλη, κ.τ.λ.), 1,7% στις παγωμένες σπηλιές της Ανταρκτικής και της Γροιλανδίας, 0,001% ως υγρασία της ατμόσφαιρας και σε σύννεφα. Μόνο το 2,5% του νερού της Γης είναι «γλυκό» και το 98,8% του πόσιμου νερού βρίσκεται στα υπόγεια ύδατα. Λιγότερο από 0,3% του γλυκού νερού της Γης βρίσκεται σε ποτάμια, λίμνες και στην ατμόσφαιρα, ενώ ακόμα μικρότερο ποσοστό (0,003%) περιέχεται στα σώματα των βιολογικών όντων και σε ανθρώπινης παραγωγής προϊόντα.

(Gleick, 1993)

Το νερό στη Γη κινείται συνέχεια μέσω μιας φυσικής ανακύκλωσης που ονομάζεται κύκλος του νερού και περιλαμβάνει την εξάτμιση, τη μεταφορά της υγρασίας, τη συμπύκνωση, την κατακρήμνιση, η οποία μπορεί να γίνει με βροχή, χιόνι ή χαλάζι και την αποστράγγιση με την οποία το μεγαλύτερο ποσοστό επιστρέφει στις θάλασσες. Η εξάτμιση και η μεταφορά υγρασίας συνεισφέρουν στις κατακρημνίσεις πάνω από την ξηρά.

(Baroni et al,2008)

Το να χαρακτηρίζεται το πόσιμο νερό ασφαλές, έχει ζωτική σημασία τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τις υπόλοιπες μορφές ζωής. Τις τελευταίες δεκαετίες στα περισσότερα μέρη του κόσμου υπάρχει πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό, αλλά 1.000.000.000 άνθρωποι ακόμη δεν έχουν πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό και πάνω από 2.500.000.000 δεν έχουν επαρκή πρόσβαση σε αποχέτευση (MDG Report, 2008). Το νερό έχει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία, αφού λειτουργεί ως ένας διαλύτης για μια ευρεία ποικιλία χημικών ουσιών, αλλά και στις εγκαταστάσεις βιομηχανικής ψύξης και για στις μεταφορές άλλων ουσιών. Το 70% του γλυκού νερού που χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους πηγαίνει στην αγροτική παραγωγή. Λόγω της ζωτικής του φύσης, η σημασία του για κάθε οικονομία είναι αναντικατάστατη. Θέμα αποτελεί η διαχείριση του νερού λόγω της άνιση κατανομής του στη Γη, παίρνοντας προεκτάσεις τόσο γεωπολιτικές, γεωοικονομικές όσο και γεωστρατηγικές (Baroni et al, 2008).

1.1.2. Θρεπτικότητα νερού

Το νερό είναι το πλέον σημαντικό και αναντικατάστατο θρεπτικό συστατικό για τον άνθρωπο. Όταν δεν υπάρχει επαρκής πρόσληψη αυτού, γρήγορα δημιουργούνται προβλήματα σε αυτόν. Δύο με τέσσερις ημέρες χωρίς νερό, ο οργανισμός αδυνατεί να αποβάλει τις ουσίες που κανονικά θα έπρεπε κανονικά να αποβάλλει με τα ούρα και οδηγείται σε υπογλυκαιμία. (<http://www.greenfacts.org/en/water-resources/index.htm>)

Ο άνθρωπος προσλαμβάνει νερό από τα διάφορα ποτά που καταναλώνει καθώς και από τις στερεές τροφές. Θετικά δρα και το νερό που παράγεται στον οργανισμό από τις μεταβολικές του αντιδράσεις. Αντίθετα, το νερό που αποβάλλεται με τα ούρα, τα κόπρανα, το νερό που αποβάλλεται από το δέρμα και τέλος η ποσότητα που αποβάλλεται από τους πνεύμονες έχει αρνητική επίδραση στο ισοζύγιο πρόσληψης και αποβολής ύδατος του ανθρώπου. Η ελάχιστη κατανάλωση νερού που μπορεί να εξασφαλίσει την υγεία του ανθρώπου είναι τα 2.0L την ημέρα. Τέτοια κατανάλωση μπορεί να επιτευχθεί εύκολα με μία ισορροπημένη διατροφή (EFSA,2013).

1.1.3. Η χρησιμότητα του νερού και η επάρκειά του

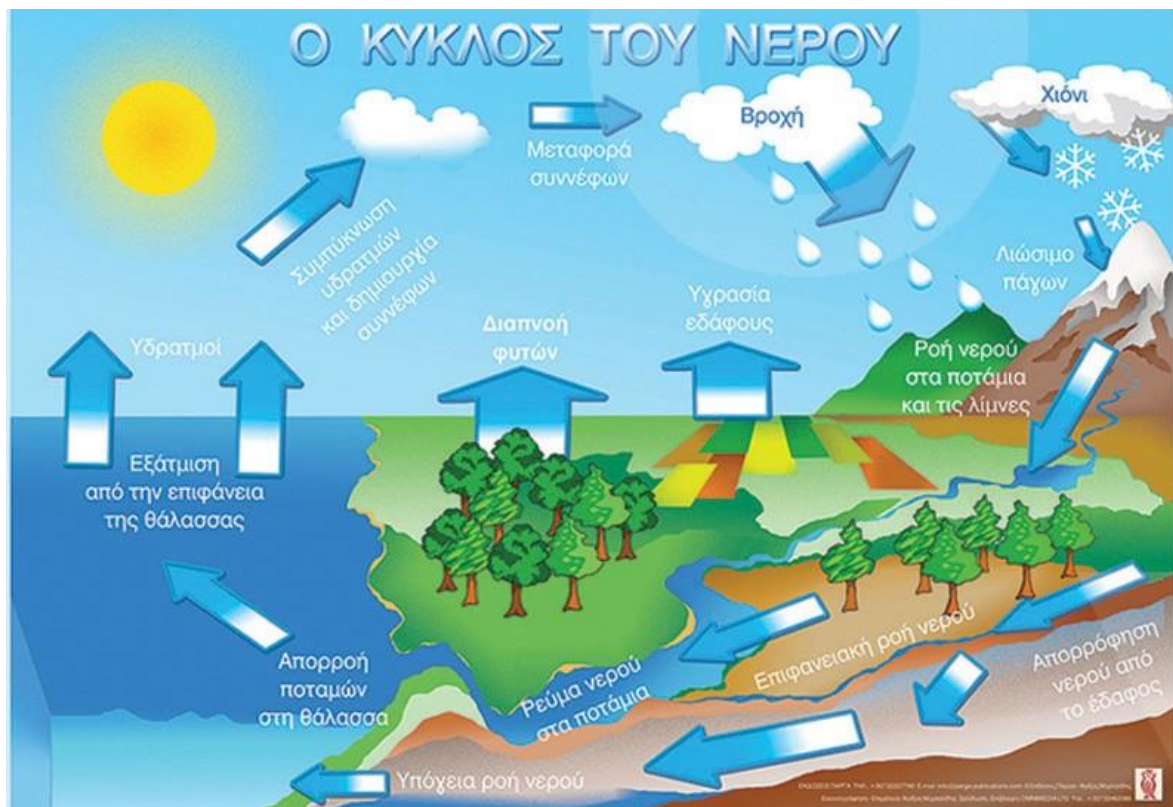
Από την αρχαιότητα έχει αναγνωριστεί το πόσο σπουδαίο ρόλο παίζει το νερό τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα ζώα και τα φυτά, ενώ χρησιμοποιείται για την ύδρευση των πόλεων, την άρδευση των καλλιεργειών, τη βιομηχανία και την ανάπτυξη του τουρισμού. (<http://www.unwater.org/>). Η υπερθέρμανση του πλανήτη, η αύξηση της αστικοποίησης και οι αλλαγές στις χρήσεις γης δημιουργούν προβλήματα έλλειψης νερού σε παγκόσμιο επίπεδο. Ελάχιστη είναι η προσοχή που έχει δοθεί στη λειψυδρία, που αποτελεί οξυνόμενο πρόβλημα σε κάποιες περιοχές της Ευρώπης και μάλλον θα επιδεινωθεί, μιας και η κλιματική αλλαγή αποτελεί σημαντική απειλή για τους υδατικούς πόρους. Η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων έχει μειωθεί σημαντικά τον τελευταίο αιώνα, ως αποτέλεσμα της υπεράντλησης, της ρύπανσης από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, της εισροής θαλασσινού νερού στις παράκτιες περιοχές (υφαλμύριση), ενώ, ταυτόχρονα, η πίεση για περισσότερο νερό –για διάφορες χρήσεις– είναι συνεχώς αυξανόμενη. Τα Ηνωμένα Έθνη προχώρησαν στην έκδοση της απόφασης A/64/L.63/Rev.1 (Ιούλιος 2010), σύμφωνα με την οποία, τόσο η πρόσβαση σε νερό, όσο και σε υπηρεσίες αποχέτευσης, αποτελούν θεμελιώδες ανθρώπινο δικαίωμα (UN,2010). Το Σύνταγμα της Ελλάδας

κατοχυρώνει το δικαίωμα των πολιτών σε καθαρό περιβάλλον, καθαρούς και επαρκείς φυσικούς πόρους και καθαρό, άφθονο νερό (<http://www.parliament.gr>). Η γεωργική κατανάλωση νερού είναι αναμενόμενο να είναι μεγαλύτερη στις χώρες της Νότιας Ευρώπης, καθώς η άρδευση συντελεί στην αύξηση της παραγωγής. Οι βιομηχανίες με τη μεγαλύτερη κατανάλωση νερού είναι οι χημικές βιομηχανίες, οι βιομηχανίες χάλυβα και σιδήρου, η μεταλλουργία, και η βιομηχανία πολτού και χαρτιού (<http://geografia.fcsh.unl.pt/>). Από το 1980 και μετά, υπάρχει μείωση στη βιομηχανική κατανάλωση νερού, η οποία έχει να κάνει με τον οικονομικό ανασχεδιασμό και τις τεχνολογικές βελτιώσεις του εξοπλισμού. Το νερό χρησιμοποιείται και στην ενεργειακή παραγωγή σαν μέσο ψύξης. Αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας απαιτούνται, για παράδειγμα, στη βιομηχανία τροφίμων, ενώ χαλαρότερες προδιαγραφές ποιότητας νερού απαιτούνται, όταν το νερό χρησιμοποιείται για ψύξη σταθμών παραγωγής ενέργειας (π.χ. χρήση θαλασσινού νερού).

(Κανακούδης, Β. & Γσιτσιφλή, Σ. 2015)

1.1.4. Ο κύκλος του νερού

Το φυσικό νερό περιέχει σχεδόν πάντοτε διαλυμένα ανόργανα άλατα, αέρια και άλλες ουσίες, πολλές φορές και οργανικές. Σχηματίζεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών που παράγονται από την εξάτμιση του νερού των ποταμών, των λιμνών και των θαλασσών που πέφτει ως βροχή, χιόνι ή χαλάζι.



Εικόνα 1 Κύκλος νερού (<https://www.deyamp.gr/oikologia-periballon-nero/o-kuklos-tou-nerou/>)

Η διαδικασία του κύκλου του νερού είναι η εξής:

Εξάτμιση του νερού από τις επιφάνειες των θαλασσών, τις υπόλοιπες υδάτινες επιφάνειες αλλά και τη διαπνοή της βιόσφαιρας στην ατμόσφαιρα. Συμπύκνωση σε σύννεφα, τα οποία περιέχουν σταγονίδια ή και παγοκρυστάλλους και κατακρήμνιση του νερού από αυτά με τις μορφές των διαφόρων μετεωρολογικών φαινομένων (βροχή, χιόνι, χαλάζι). Αποστράγγιση, δηλαδή, επιστροφή στους ωκεανούς, σε άλλες υδάτινες επιφάνειες και στη βιόσφαιρα. Η δροσιά είναι σταγονίδια νερού που συμπυκνώνονται όταν υψηλής συγκέντρωσης υδρατμοί έρθουν απευθείας σε επαφή με ψυχρό έδαφος. Αν το έδαφος είναι πολύ ψυχρό, μπορεί η δροσιά να μετατραπεί σε πάχνη, με την κρυστάλλωση των σταγονιδίων σε μικρούς παγοκρυστάλλους. Ένα ποσοστό των κατακρημνίσεων συσσωρεύεται σε ρυάκια ή και σε χειμάρρους που τελικά ενώνονται σε ποταμούς. Ένα μαθηματικό μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσομοιάσει τη ροή των χειμάρρων και των ποταμών και να υπολογίσει παραμέτρους ποιότητας του ύδατος ονομάζεται «μοντέλο υδρολογικής μεταφοράς». Μέσω της αποσάθρωσης και της διάβρωσης, οι κατακρημνίσεις μεταβάλλουν το σχήμα του περιβάλλοντός μας, σχηματίζοντας κοιλάδες και δέλτα, που παρέχουν εύφορα εδάφη που χρησιμοποιούνται ως

πληθυσμιακά κέντρα. Κάποιο ποσοστό του βρόχινου νερού παγιδεύεται για κάποιες χρονικές περιόδους, π.χ. σε λίμνες. Σε μεγάλα υψόμετρα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χειμώνα, και πολύ βόρεια ή και πολύ νότια, το χιόνι συσσωρεύεται σε παγοκαλύμματα, στρώματα χιονιού και παγετώνες. Επίσης κάποιο νερό διηθείται από το έδαφος και πηγαίνει σε υδροφορείς, δηλαδή υπόγεια αποθέματα νερού. Αυτό το υπεδάφειο νερό αργότερα κυλά πίσω στην επιφάνεια από τις πηγές, ή και πιο θεαματικά, από τις θερμές πηγές και τους θερμοπίδακες. Το υπεδάφειο νερό μπορεί επίσης να εξαχθεί τεχνητά με πηγάδια. Αυτή η αποθήκευση νερού είναι σημαντική, εφόσον το «γλυκό» νερό είναι ζωτικό για τους ανθρώπους και τα υπόλοιπα έμβια όντα της ξηράς. Σε πολλά μέρη του κόσμου, όμως, αυτή η παροχή είναι ανεπαρκής.

(<https://water.usgs.org>)

1.2. Είδη νερού

1.2.1. Νερό Ανθρώπινης Κατανάλωσης

Ως νερό ανθρώπινης κατανάλωσης ορίζεται: α) το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο, ή σε φιάλες ή δοχεία. β) το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών, που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (άρθρο 2 Οδηγίας 98/83/ΕΚ).

Η οδηγία αυτή υιοθετήθηκε για την αναπροσαρμογή της οδηγίας 80/778/ΕΟΚ, και ίσχυε έως 25/12/2003. Με τη νέα οδηγία της ΚΥΑ το 2017, όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787 (L260,7.10.2015) οι παράμετροι και οι τιμές διαφόρων ουσιών που περιέχονται στο νερό επανεξετάστηκαν και καθορίστηκαν νέες τιμές και ανώτατα επιτρεπτά όρια λόγω διάφορων παραγόντων συμπεριλαμβανομένων τις πιο πρόσφατες καθοδηγητικές τιμές του Π.Ο.Υ., τις γνωμοδοτήσεις της συμβουλευτικής επιτροπής της Ε.Ε. καθώς και την επιστημονική γνώση, εξέλιξη και εμπειρία. Σύμφωνα λοιπόν με αυτά, υιοθετήθηκαν οι εξής τροποποιήσεις:

- I. Προστέθηκαν νέες παράμετροι
- II. Τροποποιήθηκαν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για ορισμένες παραμέτρους
- III. Καταργήθηκε σημαντικός αριθμός παραμέτρων

IV. Άλλαξε ο τρόπος κατάταξης των παραμέτρων και δημιουργήθηκαν πίνακες παραμέτρων με ενδεικτικές παραμέτρους, και με παραμέτρους με άμεση σημασία για την προστασία της ανθρώπινης υγείας

V. Καθιερώθηκαν νέα επίπεδα ελέγχων και απαιτήσεων (Τσάκνης, 2018)

1.2.2. Πόσιμο Νερό

Είναι το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, είτε στη φυσική του κατάσταση, είτε μετά από επεξεργασία, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο ή συσκευασμένο σε φιάλες ή δοχεία.

(Τσάκνης, 2018)

1.2.3. Επιφανειακά Ύδατα

Σαν επιφανειακά ύδατα ορίζονται τα εσωτερικά ύδατα, εκτός των υπόγειων υδάτων· τα μεταβατικά και τα παράκτια ύδατα εκτός εάν πρόκειται για τη χημική τους κατάσταση, οπότε περιλαμβάνουν και τα χωρικά ύδατα.

Ως εσωτερικά Ύδατα , χαρακτηρίζεται το σύνολο των στάσιμων ή των ρεόντων επιφανειακών υδάτων και όλα τα υπόγεια ύδατα που βρίσκονται προς την πλευρά της ξηράς σε σχέση με τη γραμμή βάσης από την οποία μετράται το εύρος των χωρικών υδάτων.

(Άρθρο 2 Οδηγίας 2000/60/ΕΚ)

Σαν συνέπεια των ορισμών αυτών θα αναφερθούν μια σειρά ορισμών - κατηγοριών που σχετίζονται με τα επιφανειακά ύδατα , όπως αυτοί δόθηκαν στην Οδηγία 2000/60/ΕΚ:

(i)Ποταμός : Είναι το σύστημα εσωτερικών υδάτων, το οποίο ρέει, κατά πλείστων, στην επιφάνεια του εδάφους αλλά το οποίο μπορεί, για ένα μέρος της διαδρομής του, να ρέει και υπογείως.

(ii)Λίμνη : Είναι το σύστημα στάσιμων εσωτερικών επιφανειακών υδάτων

(iii)Μεταβατικά ύδατα : Είναι το σύστημα επιφανειακών υδάτων πλησίον του στομίου ποταμών τα οποία είναι εν μέρει αλμυρά λόγω της γεινιάσής τους με παράκτια ύδατα αλλά τα οποία επηρεάζονται ουσιαστικά από ρεύματα γλυκού νερού.

(iv)Παράκτια ύδατα : Είναι τα επιφανειακά ύδατα που βρίσκονται στην πλευρά της ξηράς μιας γραμμής, κάθε σημείο της οποίας βρίσκεται σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου προς τη θάλασσα από το πλησιέστερο σημείο της γραμμής βάσης από την οποία μετράται το

εύρος των χωρικών υδάτων και τα οποία, κατά περίπτωση, εκτείνονται μέχρι του απώτερου ορίου των μεταβατικών υδάτων.

(v) Τεχνικό υδάτινο σύστημα : Είναι ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων που δημιουργείται με δραστηριότητα του ανθρώπου

(vi) Ιδιαίτερος τροποποιημένο υδατικό σύστημα : Είναι ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων του οποίου ο χαρακτήρας έχει μεταβληθεί ουσιαστικά λόγω φυσικών αλλοιώσεων από τις δραστηριότητες του ανθρώπου και το οποίο ορίζεται από το κράτος μέλος.

(vii) Σύστημα επιφανειακών υδάτων : Είναι ένα διακεκριμένο και σημαντικό στοιχείο επιφανειακών υδάτων, όπως π.χ. μια λίμνη, ένας ταμιευτήρας, ένα ρεύμα, ένας ποταμός ή μια διώρυγα, ένα τμήμα ρεύματος, ποταμού ή διώρυγας, μεταβατικά ύδατα ή ένα τμήμα παράκτιων υδάτων.

1.2.4. Υπόγεια Ύδατα

Σαν υπόγεια ύδατα ορίζονται το σύνολο των υδάτων που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στη ζώνη κορεσμού και σε άμεση επαφή με το έδαφος ή το υπέδαφος.

(Άρθρο 2 Οδηγίας 2000/60/ΕΚ)

Σαν συνέπια του ορισμού αυτού, θα αναφερθούν κάποιοι επιπλέον βασικοί ορισμοί που σχετίζονται με τα υπόγεια ύδατα, όπως αυτοί δόθηκαν στην Οδηγία 2000/60/ΕΚ :

(i) Υδροφόρος ορίζοντας : Είναι το υπόγειο στρώμα ή στρώματα βράχων ή άλλες γεωλογικές στοιβάδες επαρκώς πορώδεις και διαπερατές ώστε να επιτρέπουν είτε σημαντική ροή υπόγειων υδάτων είτε την άντληση σημαντικών ποσοτήτων υπόγειων υδάτων.

(ii) Σύστημα υπόγειων υδάτων : Είναι ο συγκεκριμένος όγκος υπόγειων υδάτων εντός ενός ή περισσότερων υδροφόρων οριζόντων.

(iii) Καλή κατάσταση υπόγειων υδάτων : Είναι η κατάσταση υπόγειου υδατικού συστήματος που χαρακτηρίζεται τουλάχιστον «καλή», τόσο από ποσοτική όσο και από χημική άποψη.

(iv) Ποσοτική κατάσταση : Είναι η έκφραση του βαθμού στον οποίο ένα σύστημα υπόγειων υδάτων επηρεάζεται από άμεσες και έμμεσες αντλήσεις

(v) Διαθέσιμοι πόροι υπόγειων υδάτων : Είναι ο μακροπρόθεσμος μέσος ετήσιος ρυθμός γενικής ανατροφοδότησης ενός συστήματος υπόγειων υδάτων μείον τον μακροπρόθεσμο μέσο ετήσιο ρυθμό ροής που απαιτείται για την επίτευξη των στόχων οικολογικής ποιότητας για τα συναφή επιφανειακά ύδατα οι οποίοι ορίζονται στο άρθρο 4 της Οδηγίας

2000/60/ΕΚ, για την αποφυγή οποιασδήποτε σημαντικής μείωσης της οικολογικής κατάστασης των υδάτων αυτών και για την αποφυγή οποιασδήποτε σημαντικής ζημίας των συναφών χερσαίων οικοσυστημάτων.

1.2.5. Φυσικό Μεταλλικό Νερό

Ως φυσικό μεταλλικό νερό ορίζεται Ένα νερό βακτηριολογικά υγιές, κατά την έννοια του άρθρου 5 της Οδηγίας 90/777/ΕΟΚ, που έχει σαν καταγωγή μια υδάτινη φλέβα ή ένα υπόγειο στρώμα και προέρχεται από μια πηγή αξιοποιούμενη από μια ή περισσότερες διεξόδους φυσικές ή κατόπιν διατρήσεως.

Διακρίνεται από το σύνηθες πόσιμο νερό από:

(α) τη φύση του, χαρακτηριζόμενη από την περιεκτικότητά του σε ανόργανα άλατα, και ιχνοστοιχεία

(β) την αρχική καθαρότητά του,

χαρακτηριστικά που και τα δύο έχουν διατηρηθεί ανέπαφα λόγω της υπόγειας καταγωγής αυτού του νερού που έχει διατηρηθεί μακριά από κάθε κίνδυνο μόλυνσεως.

(Οδηγία 80/777/ΕΟΚ).

1.2.6. Επιτραπέζιο νερό

Ως επιτραπέζιο νερό αναφέρεται το κοινό πόσιμο νερό, είτε υπόγειας προέλευσης, το οποίο πριν διατεθεί στην κατανάλωση υφίσταται σειρά φυσικοχημικών επεξεργασιών προκειμένου να απαλλαγεί από μικρόβια ή στοιχεία ακατάλληλα για την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού και εμφιαλώνεται. Δεν είναι απαραίτητα εμπλουτισμένο με μεταλλικά στοιχεία.

(wipedia, παραγωγική διαδικασία εμφιάλωση νερού, Αναστασοπούλου,2008)

1.2.7. Νερό πηγής

Ως νερό πηγής, ορίζεται το νερό προς ανθρώπινη κατανάλωση στη φυσική του μορφή, το οποίο έχει εμφιαλωθεί στην πηγή και πληρεί τις προϋποθέσεις υγείας και επισήμανσης της νομοθεσίας.(Οδηγία 2009/54/ΕΚ). Το νερό πηγής διαφέρει από το φυσικό μεταλλικό νερό, καθώς οι φυσικοχημικές παράμετροί του (η σύστασή του) δεν ακολουθούν αυτές του φυσικού μεταλλικού νερού, αλλά του επιτραπέζιου, δηλαδή του κοινού πόσιμου νερού(www.pigiolymprou.gr).

Στη χώρα μας, υπάρχει ένας πολύ μεγάλος αριθμός πηγών. Μεγάλη ποικιλία των νερών που αναβλύζουν από το υπέδαφος κατά κύριο λόγο για την φυσικοχημική τους σύσταση. Αυτό το νερό χρησιμοποιείται είτε για «λουτροθεραπεία» είτε για πόση.

Θερμομεταλλικές, χαρακτηρίζονται οι πηγές με υψηλή θερμοκρασία νερού ή υψηλά διαλυμένα άλατα ή αέρια (παραδείγματα χάρη υδροθείο, ιώδιο, ραδιενεργές ουσίες). Ανάλογα με τη θερμοκρασία τους, οι πηγές κατηγοριοποιούνται σε ψυχρές, υπόθερμες, μεσόθερμες και υπέρθερμες. Ενώ, με βάση τη χημική τους σύσταση, χωρίζονται σε απλές θερμικές πηγές, ακρατοπηγές, οξυπηγές, αλκαλικές πηγές και πηγές αλκαλικών γαιών (Λέκκας, 1996).

1.2.8. Νερό Ύδρευσης

Ως νερό ύδρευσης, ορίζεται το νερό μέσω δημόσιων επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας, εμπορικούς οργανισμούς, κοινωφελείς προσπάθειες ή άτομα, συνήθως μέσω συστήματος αντλιών και αγωγών νερού (www.wikipedia.gr).

1.2.9. Σύστημα Ύδρευσης

Ως σύστημα ύδρευσης ορίζεται το εξωτερικό και εσωτερικό υδραγωγείο. Στο εξωτερικό υδραγωγείο περιλαμβάνονται τόσο οι θέσεις όσο και οι μηχανισμοί συλλογής του πόσιμου νερού που είναι οι πηγές, οι γεωτρήσεις, οι ποταμοί, οι λίμνες, οι αγωγοί μεταφοράς προς τις δεξαμενές συγκέντρωσης, τα διυλιστήρια, οι μηχανισμοί καθαρισμού και οι αγωγοί μεταφοράς στην πόλη ή τις πόλεις και οικισμούς του Δήμου. Είναι ένα έργο μεγάλο τις περισσότερες φορές μιας και το πόσιμο νερό κυρίως σε μεγάλες πόλεις που απαιτείται για την κατανάλωση, συγκεντρώνεται από πολύ μακριά και πολλές πηγές. Μικροί Δήμοι και Οικισμοί συχνά συναντούν δυσκολίες στην εύρεση και επεξεργασία του νερού, και για το λόγο αυτό έχουν συσταθεί στην Ελλάδα αρκετοί σύνδεσμοι Δήμων και Κοινοτήτων. Είναι

σημαντικό να ελέγχουμε ανά πάσα στιγμή το δίκτυο των αγωγών, τις αποθηκευμένες ποσότητες νερού, τις παροχές των πηγών, αλλά και την ποιότητα του νερού. Στα εσωτερικό υδραγωγείο περιλαμβάνονται οι αγωγοί που διατρέχουν την πόλη και σ' αυτούς συνδέονται οι παροχές των καταναλωτών. Εδώ, αν και οι δυνατότητες εφαρμογής αυτοματισμών είναι πολύ μεγαλύτερες, ακόμη δεν εφαρμόζονται γιατί υπάρχουν δυσκολίες που οφείλονται σε παλαιά δίκτυα μη καταγεγραμμένα με σαφήνεια και ακρίβεια ή ακόμη και η πλήρης άγνοια των θέσεων και παροχών των αγωγών, αλλά και κυρίως στην αδυναμία των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης να τους οργανώσουν.

(Γ.Καριώτης & Ε.Παναγιωτόπουλος, 2010).

1.3. Επεξεργασία Δικτύου Ύδρευσης

Προτού το φυσικό νερό φτάσει στο σπίτι του εκάστοτε καταναλωτή, πραγματοποιούνται φυσικές διαδικασίες καθαρισμού, ώστε να μετατραπεί σε πόσιμο. Η διαδικασία της μετατροπής, γίνεται στα διυλιστήρια νερού. Το φυσικό νερό, συγκεντρώνεται σε λίμνες όχι φυσικές και ύστερα μεταφέρεται στις δεξαμενές καθίζησης. Αρχικά, γίνεται προ-χλωρίωση του νερού. Με την προσθήκη χλωρίου καταστρέφονται τα περισσότερα μικρόβια που υπάρχουν στο νερό. Εκεί, γίνεται προσθήκη θειικού αργιλίου $Al_2(SO_4)_3$. Το θειικό αργίλιο βοηθάει τα στερεά σωματίδια που υπάρχουν στο νερό να ενωθούν και να δημιουργήσουν μεγαλύτερα και βαρύτερα σωματίδια, που λέγονται κροκίδες. Έτσι, ενώνονται οι παραπάνω κροκίδες και γίνονται μεγαλύτερες και βαρύτερες. Στη συνέχεια, το νερό, μεταφέρεται στα φίλτρα διήθησης τα οποία είναι κατασκευασμένα από στρώματα χαλικιών και άμμου και ανθρακίτη. Το νερό περνά μέσα από αυτά τα ειδικά φίλτρα τα οποία κατακρατούν τα πολύ μικρά και ελαφρά σωματίδια που δεν έγιναν κροκίδες και βγαίνει σχεδόν καθαρό. Στο νερό μετά από τα φίλτρα προστίθεται μικρή ποσότητα χλωρίου για την απαλλαγή από τα όποια μικρόβια υπάρχουν στο νερό. Έτσι το νερό στους αγωγούς φτάνει 100% καθαρό (<https://www.eydap.gr>).

Η επεξεργασία του Νερού



Εικόνα 2 Διαδικασία καθαρισμού νερού δικτύου ύδρευσης (<https://www.eydap.gr/userfiles/47614413-661a-4fba-ba7c-a14f00cfa261/Σταγονούλης%20-%20Βιβλίο.pdf>)

Ένα σύστημα ύδρευσης μιας περιοχής, αποτελείται από υποσυστήματα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους αλληλένδετα. Αυτά είναι τα εξής

- i. Σύστημα υδροληψίας ή συλλογής νερού. Σχετίζεται με τη συλλογή του νερού από τις πηγές.
 - ii. Σύστημα καθαρισμού ή κατεργασίας. Το νερό αποκτά τα κατάλληλα οργανοληπτικά, φυσικοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά για να καταναλωθεί.
 - iii. Σύστημα μεταφοράς και αποθήκευσης (εξωτερικό υδραγωγείο). Το νερό, μεταφέρεται από την υδροληψία στις εγκαταστάσεις καθαρισμού.
 - iv. Σύστημα διανομής (εσωτερικό υδραγωγείο). Το δίκτυο των σωληνώσεων για τη διανομή του νερού στους καταναλωτές σε ποσότητα και πίεση που επαρκεί.
- (Χατζηθεοδώρου, 2006)

1.4. Εμφιαλωμένο νερό

Στη χώρα μας, υπάρχουν πολλές μικρομεσαίες αλλά και μεγάλες επιχειρήσεις, οι οποίες δραστηριοποιούνται στην εμφιάλωση νερού. Κάποιες εμφιαλώνουν νερό και το διανέμουν σε όλη την Ελλάδα, άλλες σε τοπική εμβέλεια, ενώ υπάρχουν και βιομηχανίες που εμφιαλώνουν νερό για λογαριασμό τρίτων. Τα τελευταία χρόνια, η ζήτηση για εμφιαλωμένο νερό έχει αυξηθεί, καθώς είναι η πιο εύκολη πρόσβαση για νερό κυρίως σε εργασιακούς χώρους. Ένας ακόμη λόγος της αύξησης ζήτησης εμφιαλωμένου νερού, είναι η προσπάθεια όλο και περισσότερων Ελλήνων καταναλωτών να στραφούν σε έναν τρόπο ζωής πιο υγιεινό.

Πολλοί καταναλωτές, δεν προτιμούν το νερό του δικτύου, παρόλο που νομοθετικά είναι κατάλληλο. Δυο από τους κυριότερους λόγους που απωθούν τους καταναλωτές από την πόση νερού δικτύου, είναι η σκληρότητα, η οποία σε αρκετές περιοχές είναι αυξημένη, και η προσθήκη χλωρίου, που δίνουν στο νερό μια οσμή «χλωρίνης» όπως οι ίδιοι αναφέρουν. Ένα μικρό ποσοστό των καταναλωτών, προτιμά το εμφιαλωμένο νερό, λόγω νοσημάτων που μπορεί να έχουν οι ίδιοι. Σύμφωνα με οικονομικές πηγές, ο μεγαλύτερος όγκος ετήσιων πωλήσεων είναι μεταξύ των μηνών Απριλίου και Οκτωβρίου, στην κύρια δηλαδή τουριστική περίοδο της χώρας. Οι τουρίστες καταναλωτές, έχουν ευκολότερη πρόσβαση σε εμφιαλωμένα νερά κυρίως σε τουριστικές περιοχές, παραλίες, ακόμα και σε εστιατόρια που συνηθίζεται να προσφέρουν δωρεάν ή επί πληρωμή εμφιαλωμένο μπουκάλι ενός λίτρου, τόσο σε πλαστικές όσο και σε γυάλινες φιάλες (ICAP,2008).

1.4.1. Διαδικασία επεξεργασίας εμφιαλωμένου νερού

Η γεύση και η ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού, εξαρτάται από την επεξεργασία που υφίσταται. Κυριότερος και βασικότερος σκοπός της επεξεργασίας του νερού, είναι η παραγωγή ενός καθαρού, άοσμου, άγευστου και άχρωμου προϊόντος. Η ελάχιστη επεξεργασία που πραγματοποιείται, είναι διήθηση, για την απομάκρυνση στερεών ουσιών, και η απολύμανση, για την εξόντωση βακτηρίων. Η απολύμανση, μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με τη χρήση UV ακτινοβολίας είτε με τη χρήση όζοντος. Με τις μεθόδους αυτές, οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ευρώπη, αποφεύγονται παραπροϊόντα χλωρίωσης, όπως THM, τα οποία είναι ιδιαίτερος επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία.

Τα φυσικά μεταλλικά νερά, συνήθως, δεν χρειάζονται μεγάλη επεξεργασία. Αυτό συμβαίνει λόγω της συλλογής τους από τον υδροφόρο ορίζοντα όπου τα χαρακτηριστικά του προστατεύουν την ποιότητα νερού στην πηγή του. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η πηγή τέτοιου νερού ενδεχομένως να χρειάζεται μεγαλύτερη επεξεργασία, λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων μετάλλων.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι επεξεργασίας πόσιμου νερού πριν την εμφιάλωσή τους. Σε όλους όμως, μετά τη συλλογή, γίνεται διήθηση για την απομάκρυνση στερεών ουσιών. Για να χαρακτηριστεί ένα εμφιαλωμένο νερό ως «φυσικό», το επόμενο στάδιο είναι η απολύμανση και η άμεση εμφιάλωση. Στα υπόλοιπα εμφιαλωμένα νερά, μετά τη διήθηση και πριν την απολύμανση, πραγματοποιούνται οι διαδικασίες αποσκλήρυνσης, αντίστροφης όσμωσης και ενδεχομένως προσθήκη μεταλλικών στοιχείων (Ferrier C, 2001).

1.4.2. Συσκευασία εμφιαλωμένου νερού

Το υλικό του μπουκαλιού, παίζει σημαντικό ρόλο. Η συσκευασία, καθορίζει σε πολλές περιπτώσεις τους πιθανούς ρυπαντές του νερού, όπως και την πώλησή του. Το πιο σύνηθες υλικό που χρησιμοποιείται είναι το πλαστικό, με κύριες κατηγορίες τα PET, PETE και το PVC. Σημαντική είναι και η χρήση της γυάλινης επιστρέψιμης συσκευασίας, ενώ μικρό μέρος εμφιαλώνεται σε μπουκάλια αλουμινίου (ICAP, 2013).

2. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να γίνει μια βιβλιογραφική επισκόπηση πάνω στις μεθόδους οργανοληπτικού ελέγχου που βρίσκουν εφαρμογή στην αξιολόγηση, τον χαρακτηρισμό και την τελική κατάταξη του πόσιμου νερού. Σε ένα δεύτερο επίπεδο θέλαμε να κάνουμε μια συσχέτιση των υπαρχόντων μεθόδων οργανοληπτικής αξιολόγησης νερών με τις υπάρχουσες φυσικοχημικές αναλύσεις και τους ποιοτικούς δείκτες στους οποίους αυτές αντιστοιχούν, πάντα λαμβάνοντας υπόψιν την σχετική υπάρχουσα νομοθεσία. Έτσι, θέλαμε να αναδείξουμε πώς σχετίζονται και αλληλοσυμπληρώνονται οι μέθοδοι χημικής ποιοτικής ανάλυσης-οι οποίες κυρίως έχουν να κάνουν με τα χημικά στοιχεία και την ποιότητα του νερού- με τις διάφορες οργανοληπτικές μεθόδους, με απώτερο σκοπό την διαφοροποίηση και τον χαρακτηρισμό διαφορετικών δειγμάτων νερού.

3. Νομοθεσία

3.1. Νομοθεσία νερού

Στη συγκεκριμένη εργασία, η νομοθεσία του νερού ενσωματώνεται σαν ξεχωριστό κεφάλαιο, καθώς είναι σημαντικό το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση να πληροί συγκεκριμένες προδιαγραφές έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ανθρώπινη υγεία και να έχει αποδεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

3.1.1. Νομοθεσία νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Για το κάθε είδος νερού, έχουν επιβληθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, βάσει αντίστοιχων οδηγιών, συνθήκες και νομοθετικά όρια. Στη συνέχεια, παρατίθενται τα όρια αυτά για τα νερά ανθρώπινης κατανάλωσης για το νερό που πωλείται σε φιάλες ή δοχεία όπως αυτά έχουν ορισθεί από την Οδηγία 98/83/ΕΚ, η οποία τροποποιήθηκε από την Οδηγία 2015/1787/ΕΕ και αναφέρονται στην Κοινή Υπουργική Απόφαση, η οποία αναρτήθηκε στην Εφημερίδα την Κυβερνήσεως την 19η Σεπτεμβρίου 2017.

Παράμετρος	Παραμετρική Τιμή
Εντερόκοκκοι	0/250mL
Ps. aeruginosa	0/250mL
Αριθμός αποικιών σε 22°C	100/mL
Αριθμός αποικιών σε 37°C	20/mL
E. coli	0/250mL

Πίνακας 1 Νομοθετικά όρια μικροβιολογικών παραμέτρων

Οι τιμές ανώτατης συγκέντρωσης πρέπει να μετρούνται μέσα σε 12 ώρες που ακολουθούν τη συσκευασία, ενώ το νερό των δειγμάτων θα πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία 5 ± 3 °C κατά τη διάρκεια των 12 ωρών.

Για νερό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης τουριστικών εγκαταστάσεων, ξενοδοχείων, φυλακών, στρατοπέδων καθορίζεται επιπλέον η παράμετρος Legionella με παραμετρική τιμή 1000 cfu/L, ενώ για των νοσοκομείων, κλινικών και οίκων ευγηρίας η παράμετρος Ps.aeruginosa θα πρέπει να έχει τιμή 0 cfu/100mL.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Ακρυλαμίδιο	0,10	μg/L
Αντιμόνιο	5,0	μg/L
Αρσενικό	10	μg/L
Βενζόλιο	1,0	μg/L
Βενζο-α-πυρένιο	0,010	μg/L
Βόριο	1,0	mg/L
Βρωμικά	10	μg/L
Κάδμιο	5,0	μg/L
Χρώμιο	50	μg/L
Χαλκός	2,0	mg/L
Κυανιούχα	50	μg/L
1,2 -διχλωροαιθάνιο	3,0	μg/L
Επιχλωρυδρίνη	0,10	μg/L
Φθοριούχα	1,5	mg/L
Μόλυβδος	10	μg/L
Υδράργυρος	1,0	μg/L
Νικέλιο	20	μg/L
Νιτρικά	50	mg/L
Νιτρώδη	0,50	mg/L
Παρασιτοκτόνα	0,10	μg/L
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	μg/L
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	μg/L
Σελήνιο	10	μg/L
Τετραχλωροαιθέριο και Τριχλωροαιθέριο	10	μg/L
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	μg/L
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	μg/L

Εικόνα 3 Παράμετροι που αφορούν τις τοξικές ουσίες βασιζόμενες στην οδηγία αριθ. 71/354/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε τελευταία (Κ.Υ.Α, ΔΥΓ2/Γ.Π/38295/2007)

Στη συνέχεια αναφέρονται οι παράμετροι της δοκιμαστικής παρακολούθησης. Σκοπός αυτής είναι να παρέχονται σε τακτική βάση, στοιχεία τόσο για την οργανοληπτική, όσο και για την μικροβιολογική και τη χημική ποιότητα του νερού που διατίθεται στον άνθρωπο για κατανάλωση. Επίσης, να παρέχονται πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του νερού, αν και εφόσον γίνεται, ώστε να διαπιστωθεί αν το νερό τηρεί τις σχετικές παραμετρικές τιμές της Οδηγίας με βάση μερικές απλές δοκιμές (Τσάκνης 2018).

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Αργίλιο	200	μg/L	
Αμμώνιο	0,50	mg/L	
Χλωριούχα	250	mg/L	Σημείωση 1
<i>Clostridium perfringens</i> (συμπεριλαμβανομένων των σπορίων)	0	Αριθμός / 100 ML	Σημείωση 2
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Αγωγιμότητα	2500	μS cm ⁻¹ στους 20 οC	Σημείωση 1
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	≥6,5 και ≥9,5	Μονάδες pH	Σημειώσεις 1 και 3
Σίδηρος	200	μg/l	
Μαγγάνιο	50	μg/l	
Οσμή	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Οξειδωσιμότητα	5,0	mg/LO ₂	Σημείωση 4
Θειικά	250	mg/L	Σημείωση 1
Νάτριο	200	mg/L	
Γεύση	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Αριθμός αποικιών σε 22ο C και 37οC	Άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Κολοβακτηριοειδή	0	Αριθμός / 100 mL	Σημείωση 5
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	Άνευ ασυνήθους μεταβολής		Σημείωση 6
Υπολειμματικό χλώριο		mg/L	Σημείωση 8
Θολότητα	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		Σημείωση 7

Εικόνα 4 Ενδεικτικές Παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται ώστε να καθίσταται νερό ανθρώπινης κατανάλωσης (KYA B'3282/19092017)

Επεξήγηση σημειώσεων εικόνας 4

Σημείωση 1: Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό.

Σημείωση 2: Η παράμετρος αυτή χρειάζεται να μετράται μόνον όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακό νερό. Σε περίπτωση μη τήρησης της παραμετρικής αυτής τιμής οι αρμόδιες Αρχές εξετάζουν την παροχή νερού για να εξασφαλίσουν ότι δεν υπάρχει ενδεχόμενος κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία λόγω της παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών, όπως π.χ. *Cryptosporidium*. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών στην έκθεση που υποβάλλουν σύμφωνα με το άρθρο 12 παράγραφος 2.

Σημείωση 3: Για το μη ανθρακούχο νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η κατώτατη τιμή μπορεί να μειώνεται σε 4,5 μονάδες pH. Για το νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία και έχει φυσική περιεκτικότητα σε ή είναι τεχνητά εμπλουτισμένο με διοξείδιο του άνθρακα, η κατώτατη τιμή μπορεί να είναι μικρότερη.

Σημείωση 4: Η παράμετρος αυτή δεν χρειάζεται να μετράται εφόσον αναλύεται η παράμετρος ολικού οργανικού άνθρακα.

Σημείωση 5: Για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η μονάδα είναι: αριθμός /250 mL. Σημείωση 6: Η παράμετρος αυτή δεν χρειάζεται να μετράται για παροχές κάτω των 10.000 m³ ημερησίως.

Σημείωση 7: Σε περίπτωση επεξεργασίας επιφανειακών υδάτων, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές επιδιώκουν παραμετρική τιμή που δεν υπερβαίνει την 1,0 NTU (νεφελομετρική μονάδα θολερότητας) στο νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Σημείωση 8: Σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 9της παρούσας και την Υ.Μ.5673/4.12.57 (ΦΕΚ 5/Β/1958)

Η ποσότητα του χλωρίου που προστίθεται στο πόσιμο νερό, θα πρέπει να είναι τόση ώστε να παρέχει υπόλειμμα χλωρίου στο νερό και στα ακραία σημεία του δικτύου ύδρευσης τουλάχιστον 0,2ppm. Ο τρόπος που θα γίνεται η χλωρίωση, θα πρέπει να εξασφαλίζει τη δράση του χλωρίου μέσα στο νερό τουλάχιστον 20 λεπτά πριν φθάσει στον καταναλωτή.

(ΚΥΑ Β'3282/19092017)

3.1.2. Νομοθεσία φυσικού μεταλλικού νερού

Ένδειξεις	Κριτήρια
Άνόργανα άλατα σε ίχνη ή χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα	Ή περιεκτικότητα σε άνόργανα άλατα, υπολογισμένη ως σταθερό υπόλειμμα δεν είναι ανώτερη από 500 mg/l
Λίαν χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα	Ή περιεκτικότητα σε άνόργανα άλατα υπολογισμένη ως σταθερό υπόλειμμα δεν είναι ανώτερη από 50 mg/l
Πλούσιο σε άνόργανα άλατα	Ή περιεκτικότητα σε άνόργανα άλατα υπολογισμένη ως σταθερό υπόλειμμα είναι ανώτερη από 1500 mg/l
*Οξινο άνθρακικό	Ή περιεκτικότητα σε δξινο άνθρακικό είναι ανώτερη από 600 mg/l
Θειϊκό	Ή περιεκτικότητα σε θειϊκά είναι ανώτερη από 200 mg/l
Χλωριοϋχο	Ή περιεκτικότητα σε χλώριο είναι ανώτερη από 200 mg/l
Άσβεστοϋχο	Ή περιεκτικότητα σε ασβέστιο είναι ανώτερη από 150 mg/l
Μαγνησιοϋχο	Ή περιεκτικότητα σε μαγνήσιο είναι ανώτερη από 50 mg/l
Φθοριοϋχο ή περιέχει φθόριο	Ή περιεκτικότητα σε φθόριο είναι ανώτερη από 1 mg/l
Σιδηροϋχο ή περιέχει σίδηρο	Ή περιεκτικότητα σε σίδηρο δισθενή είναι ανώτερη από 1 mg/l
Ύπόξινο	Ή περιεκτικότητα σε ελεύθερο διοξειδίο του άνθρακα είναι ανώτερη από 250 mg/l
Νατριοϋχο	Ή περιεκτικότητα σε νάτριο είναι ανώτερη από 200 mg/l
Κατάλληλο για τήν έτομασία βρεφικων τροφων	—
Κατάλληλο για δίαιτα πτωχή σε νάτριο	Ή περιεκτικότητα σε νάτριο είναι κατώτερη από 20 mg/l
Δύναται νά έχει καθαρτική δράση	—
Δύναται νά έχει διουρητική δράση	—

Εικόνα 5 Ενδείξεις και κριτήρια που προβλέπονται στο άρθρο 9 Παράγραφος 2, Παράρτημα ΙΙΙ Ο.80/777/ΕΟΚ

3.2. Απαιτούμενες Αναλύσεις Νερού

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία της ΚΥΑ (Β'3282/19092017), για το πόσιμο νερό πρέπει να εξετάζονται τόσο φυσικοχημικές όσο και οργανοληπτικές παράμετροι, οι οποίες πρέπει να έχουν τιμές εντός των ορίων

Ακόμη, υπάρχουν και μικροβιακοί παράγοντες, οι οποίοι όμως δεν θα αναλυθούν στην συγκεκριμένη εργασία, καθώς δεν αποτελούν κριτήριο που διαφοροποιεί τα δείγματα νερού, μιας και απαιτείται απουσία αυτών για να χαρακτηριστεί ένα δείγμα νερού ως ανθρώπινης κατανάλωσης.

3.2.1. Φυσικοχημικές παράμετροι

Θερμοκρασία

Επηρεάζει τη διαλυτότητα του οξυγόνου και άλλων συστατικών, το μεταβολισμό των υδρόβιων οργανισμών αλλά και τη διαδικασία διάσπασης των οργανικών ουσιών που υπάρχουν. Ακόμη, επηρεάζει τη γεύση του. Όσο πιο μεγάλη θερμοκρασία έχει, τόσο λιγότερο εύγευστο είναι, διότι, εκδιώκονται τα διαλυμένα σε αυτό αέρια. Το νερό, είναι πιο ευχάριστο σε γεύση σε θερμοκρασία μεταξύ 5 έως 15°C. Όταν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη των 15 °C πολλαπλασιάζονται τα μικρόβια, εάν φυσικά υπάρχουν μέσα στο νερό. Επίσης, δεν μπορεί να διαλύει εύκολα αέρια και αυξάνεται η διαλυτότητα σε στερεά. Τέλος, αυξάνεται το ποσοστό απαιτούμενου χλωρίου και αναπτύσσονται με μεγαλύτερη ευκολία άλγη που προκαλεί δυσάρεστη οσμή και γεύση (Τσάκνης 2018).

Αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού, μετρά την ικανότητα αυτού να μεταφέρει ηλεκτρικά φορτία και εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, τη συγκέντρωση, την ευκινησία, το σθένος και τη θερμοκρασία (Τσάκνης 2018).

Η αγωγιμότητα συνδέεται με την αλατότητα, δηλαδή την περιεκτικότητα του νερού σε αλάτι (NaCl) που ορίζεται ως «συνολική ποσότητα των στερεών ουσιών σε γραμμάρια που περιέχονται σε 1 kg θαλασσινό νερό, όταν όλα τα ανθρακικά (CO³²) έχουν μετατραπεί σε οξείδια, τα βρωμιούχα (Br⁻) και ιωδιούχα (I⁻) έχουν αντικατασταθεί από χλωριούχα (Cl⁻) ιόντα και έχει οξειδωθεί όλη η οργανική ύλη (Νταρακάς, 2010).

Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου- Οξύτητα (pH)

Το pH εκφράζει τη συγκέντρωση των κατιόντων υδρογόνου του δείγματος. Όταν ένα δείγμα έχει τιμές μικρότερες από 7, τότε υπερέχουν τα ιόντα υδρογόνου, ενώ σε τιμές μεγαλύτερες των 7 υπερέχουν τα ιόντα υδροξυλίου (Τσάκνης 2018). Οι τιμές που παίρνει το pH είναι από 0 έως 14, με το 7 να αντιπροσωπεύει τα ουδέτερα δείγματα. Πολλοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν το pH. Μερικοί από αυτούς είναι η θερμοκρασία, η αλατότητα, η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου, η μεταβολική δραστηριότητα υδρόβιων οργανισμών, η αποσύνθεση οργανικών ουσιών και άλλα. Στα φυσικά νερά, οι τιμές κυμαίνονται από 4 έως 9, με πιο κατάλληλες τις 6,5 με 8,5 (Νταρακάς, 2010).

Χλωριούχα

Τα χλωριούχα στη φύση, είναι ευρέως διαδεδομένα ως άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Προέρχονται από τη διάβρωση πετρωμάτων και μπορεί να προκύψουν από τη χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιοχημικά απόβλητα ή από διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές. Δεν βλάπτουν τον οργανισμό του ανθρώπου, αλλά όσο πιο μεγάλη συγκέντρωση έχουν τόσο πιο γλυφή γεύση δίνουν στο πόσιμο νερό (Τσάκνης 2018).

Θειικά

Τα θειικά εντοπίζονται σε ύδατα κυρίως επιφανειακά και υπόγεια .Μπορεί να προέρχονται από νερό βροχής, τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων ή αιτίες που σχετίζονται με τον άνθρωπο (Ζανάκη 2001).

Ασβέστιο

Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τη διάβρωση των πετρωμάτων, όπως του ασβεστόλιθου και του γύψου. Εμποδίζουν τη διάβρωση μεταλλικών σωλήνων . Οι διαταραχές που προκαλούν στον άνθρωπο δεν είναι ιδιαίτερα έντονες και για το λόγο αυτό δεν υπάρχει ανώτατο αποδεκτό όριο (Τσάκνης 2018).

Μαγνήσιο

Συστατικό που συμβάλλει μαζί με τα άλατα ασβεστίου στην ολική σκληρότητα του νερού. Βρίσκεται σε αφθονία και είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών. Όταν θερμανθεί σχηματίζει ιζήματα στις σωληνώσεις και τους λέβητες. Στον άνθρωπο, συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 125ppm, μπορεί να προκαλέσουν διάρροιες (Τσάκνης 2018).

Σκληρότητα

Ο όρος σκληρότητα αναφέρεται στο σύνολο των αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου, με ιόντα χλωρίου, θειικά, ανθρακικά και υδρογονανθρακικά. Τα κατιόντα ασβεστίου και μαγνησίου αποτελούν την παροδική σκληρότητα του νερού, η οποία ονομάζεται και ανθρακική σκληρότητα και ισούται με την ανθρακική αλκαλικότητα. Απομακρύνεται με το βρασμό. Τα υπόλοιπα, αποτελούν την μόνιμη σκληρότητα του νερού. Η ολική σκληρότητα μπορεί να μετρηθεί σε διάφορα συστήματα , με τα πιο σύνηθες τους αμερικάνικους (ppm), τους γερμανικούς (°d)και τους γαλλικούς βαθμούς (°f) (Τσάκνης 2018).

°F	°D	ppm	Διαβάθμιση σκληρότητας
0 – 7	0 – 4	0 - 70	πολύ μαλακό νερό
7 – 15	4 – 8	70 - 150	μαλακό (πόσιμο νερό)
15 – 32	8 – 18	150 - 320	μέτρια σκληρό νερό
32 – 55	18 – 30	320 - 550	σκληρό νερό
> 55	> 30	> 550	πολύ σκληρό νερό

Εικόνα 6 Διαβάθμιση σκληρότητας (ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ. Open Science -Βουρλιώτης, et. Αl,2020).

Κάλιο

Το κάλιο αποτελεί συστατικό όλων των φυσικών νερών. Δεν έχουν αναφερθεί ιδιαίτερα αρνητικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία (Νταρακάς 2010).

Νάτριο

Το νάτριο είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Όταν βρίσκεται σε συγκεντρώσεις άνω των 200ppm αλλοιώνει τη γεύση. Στο πόσιμο νερό δεν ξεπερνά τα 20 ppm. Είναι σημαντικό για την γεωργία, καθώς μεγάλη συγκέντρωση επηρεάζει αρνητικά τη διαπερατότητα του εδάφους. Σημαντικό και στην ανθρώπινη υγεία. Σε χρόνιες καρδιακές παθήσεις, για παράδειγμα, πρέπει το νερό να είναι χαμηλό σε νάτριο (Νταρακάς 2010).

Ιχνοστοιχεία

Απαραίτητα σε μικρές ποσότητες για τη ζωή. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις όμως, γίνονται τοξικά. Παραδείγματος χάρη, ο σίδηρος, δίνει στο νερό γεύση. Όμως, προκαλεί βλάβες, όπως αιμοχρωμάτωση στους ιστούς. Άλλα ιχνοστοιχεία που βρίσκονται στο πόσιμο νερό, είναι το μαγγάνιο, το αργίλιο, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, το κάδμιο, το χρώμιο, ο μόλυβδος και το αρσενικό (Νταρακάς 2010).

Αμμωνία

Δεν είναι άμεση η επιρροή της αμμωνίας στην υγεία του ανθρώπου, αλλά είναι ένας δείκτης για ρύπανση από κοπρανώδεις ουσίες. Όταν εντοπίζεται στο πόσιμο νερό σε συγκέντρωση μεγαλύτερη των 0,2ppm αρχίζει να δημιουργεί δυσάρεστη οσμή και γεύση, ενώ μειώνει και την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Τέλος, συμβάλλει στο σχηματισμό νιτρικών αλάτων στα συστήματα ύδρευσης (Νταρακάς 2010).

Νιτρώδη και Νιτρικά ιόντα

Η οξειδωση των αζωτούχων ενώσεων καταλήγει στο στάδιο των νιτρικών ιόντων. Μικρή συγκέντρωση αυτών υπάρχει στα νερά. Η αύξηση αυτών, συνεπάγεται με ρύπανση λόγω

λιπασμάτων ή λυμάτων και αποβλήτων (Ζανάκη 2001). και τα δύο σχηματίζουν στο στομάχι καρκινογόνες νιτροζοενώσεις (Νταρακάς 2010).

Υπολειμματικό Χλώριο

Η χλωρίωση, αποτελεί τρόπο απολύμανσης του πόσιμου νερού. Μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας καθαρό χλώριο σε αέρια μορφή ή με ενώσεις χλωρίου. Όταν το χλώριο διαλύεται στο νερό σχηματίζεται υποχλωριώδες οξύ και υδροχλωρικό οξύ. Το υποχλωριώδες οξύ έχει μικροβιοκτόνο δράση, και όταν υπάρχει αμμωνία στο δείγμα αντιδρά ώστε να σχηματιστούν μονοχλωραμίνες, διχλωραμίνες ή τριχλωραμίνες. Τα ιόντα Cl^- , ClO_3^- , ClO_2^- χαρακτηρίζονται ως ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο και οι χλωραμίνες ως δεσμευμένο υπολειμματικό χλώριο. Ο προσδιορισμός του υπολειμματικού χλωρίου συμβάλει στο να διαπιστωθεί αν έχει εφαρμοστεί επαρκείς χλωρίωση του νερού (Ζανάκη 2001).

Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)

Ο ολικός οργανικός άνθρακας υπολογίζεται κυρίως στα υγρά απόβλητα, αλλά και στα νερά ώστε να ελεγχθεί ότι δεν υπάρχει επιμόλυνση. Άμεση μέτρηση οργανικής ύλης στα απόβλητα. Είναι ανεξάρτητη από το βαθμό οξείδωσης της ύλης και δεν γίνεται καταμέτρηση των στοιχείων που δεσμεύονται σε οργανικά μόρια και ανόργανα στοιχεία, τα οποία σχετίζονται με την απαίτηση οξυγόνου (Ζανάκη, 2001).

Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο υπολογίζεται κυρίως στα υγρά απόβλητα, αλλά και στα νερά ώστε να ελεγχθεί ότι δεν υπάρχει επιμόλυνση. Η ισοδύναμη ποσότητα που απαιτείται για την οξείδωση οργανικών ενώσεων δειγμάτων νερού, που πραγματοποιείται σε ισχυρά όξινο περιβάλλον. Έτσι, μπορεί να εκτιμηθεί η ρύπανση στα επιφανειακά νερά. Επίσης, συμβάλει στον έλεγχο και στο σχεδιασμό των συστημάτων βιολογικού καθαρισμού λυμάτων και αποβλήτων (Ζανάκη, 2001).

Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD)

Είναι το μέτρο εκτίμησης του ρυπαντικού φορτίου των ρυπασμένων υδάτων. Σχετίζεται με την ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνεται από τα αερόβια μεσόφιλα βακτήρια σε πέντε ημέρες. Έτσι, οξειδώνονται χημικά και βιολογικά οργανικές ουσίες που εντοπίζονται σε ορισμένο όγκο δείγματος ακάθαρτων νερών (Ζανάκη, 2001).

Στερεές ουσίες

Οι ολικές στερεές ουσίες (Total Solids-TS), διακρίνονται σε ολικά αιωρούμενα (Total Suspended Solids- TSS) και σε ολικά διαλυμένα στερεά (Total Dissolved Solids- TDS). Με τα διαλυμένα στερεά, μετριούνται όλα τα ιόντα που υπάρχουν σε διάλυση στο νερό (Νταρακάς 2010).

3.2.2. Μικροβιολογικές παράμετροι

Οι μικροοργανισμοί χωρίζονται σε κατηγορίες, οι οποίες αναφέρονται ως βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, φύκια, έλμινθες και μαλακόστρακα.

Στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, ένας από τους πιο συνηθισμένους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία έχει σχέση με τη μόλυνση που μπορεί να συμβεί είτε άμεσα από ανθρώπινα είτε ζωικά εκκρίματα, όπως κόπρανα. Έτσι, μπορεί να υπάρξουν μολύνσεις και μεταδόσεις εντερικών ασθενειών (WHO, 2011).

Υπάρχουν και άλλοι τρόποι μετάδοσης ασθενειών που σχετίζονται με μικροβιολογικές παραμέτρους, όπως για παράδειγμα με νερό που χρησιμοποιείται σε πισίνες κολύμβησης (Olstadt, 2007).

Στην παράγραφο περί νομοθετικών ορίων, αναφέρθηκαν τα όρια των μικροβίων που μπορεί να βλάψουν τον ανθρώπινο οργανισμό. Να σημειωθεί πως τα κολοβακτηρίδια, δε θα πρέπει να εντοπίζονται, κάτι το οποίο δεν μπορεί να συμβαίνει πάντα. Σημαντικό για την προστασία της δημόσιας υγείας, είναι η προστασία των υπόγειων υδάτων από μικροβιακή μόλυνση (Krameretal., 1996).

Σαν δείκτης επιμόλυνσης από κόπρανα είναι η παρουσία του E.coli. Γενικά, η εξέταση για συγκεκριμένα παθογόνα περιορίζεται σε αδρό έλεγχο ποιότητας νερού. Κυρίως, για να ελεγχθεί μικροβιολογικά ένα νερό, θα πρέπει οι παράμετροι που θα ελεγχθούν, να μετρηθούν οι ίδιοι ή συστατικά τους. Αυτό όμως, δε σημαίνει ότι οι οργανισμοί αυτοί ανιχνεύονται ζωντανοί ή σε μολυσματική μορφή (WHO,2011).

3.2.3. Οργανοληπτικές παράμετροι

Χρώμα

Με την ανάλυση του χρώματος, εξετάζεται το πραγματικό χρώμα ενός δείγματος νερού, μετά την απομάκρυνση της θολερότητας, κάτι που μπορεί να συμβεί είτε με διήθηση είτε με φυγοκέντριση. Η μέτρηση μπορεί να γίνει οπτικά μέσω πρότυπης χρωματικής κλίμακας ή φωτομετρικά (Τσάκνης 2018).

Θολερότητα

Είναι η ιδιότητα σκέδασης του φωτός που σχετίζεται με την παρουσία αιωρούμενων σωματιδίων σε ένα υγρό (DanielC. Harris 2017). Είναι ένα χαρακτηριστικό αρνητικό για ένα δείγμα νερού, τόσο για αισθητικούς λόγους όσο και πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με την υγεία. Τα αιωρούμενα στερεά, μπορεί να σχετίζονται με την μεταφορά και ανάπτυξη μικροοργανισμών. Η μέτρησή της γίνεται με τη βοήθεια θολερόμετρου (Μήτρακας,2001). Ως μονάδες μέτρησης είναι οι μονάδες θολερότητας (NTU) (Nephelometric Turbidity Units) ή σε mg/L διοξειδίου του πυριτίου (SiO₂), η οποία σχετίζεται με την θολερότητα που προκαλείται εξ' αιτίας περιεκτικότητας 1 mg SiO₂ σε 1 λίτρο νερού (Νταρακάς, 2010).

Οσμή & Γεύση

Η μη επιθυμητή οσμή και γεύση μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα που να έχουν σχέση με το από που προέρχονται, την επεξεργασία και τον τόπο που γίνεται αυτή, καθώς και με το δίκτυο διανομής του (Μήτρακας 2001). Λόγω των διαλυμένων αλάτων (TDS) και αερίων που περιέχουν, δηλαδή ασβέστιο, νάτριο, μαγνήσιο, οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα, όπως επίσης και το χλώριο, το οποίο χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό μέσο (Τσάκνης 2018). Ανάλογα με το είδος του νερού, υπάρχουν και διαφορετικές αιτίες γεύσης και οσμής, όπως για παράδειγμα, στα επιφανειακά νερά, η αποικοδόμηση φυτικών υλικών και προϊόντα μεταβολισμού των μικροοργανισμών. Από την άλλη, στα υπόγεια νερά, οφείλεται κυρίως στο υδρόθειο που περιέχεται σε αυτά, το οποίο σχετίζεται με την αναγωγή των θειικών από αναερόβιες βιολογικές διεργασίες. (Μήτρακας,2001). Το όργανο που χρησιμοποιείται είναι η ανθρώπινη μύτη και οι γευστικοί κάλυκες στο ανθρώπινο στόμα, αλλά υπάρχουν και άλλες τεχνικές (Τσάκνης,2018).

3.3. Επίπεδα παρακολούθησης ποιότητας νερού

Για την ποιότητα του νερού, μπορεί να υπάρξει παρακολούθηση σε τρία επίπεδα:

Δοκιμαστική παρακολούθηση

Αξιολόγηση σε τακτική βάση με λήψη στοιχείων για την οργανοληπτική, μικροβιολογική και χημική ποιότητα του νερού που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση, όπως επίσης, και πληροφορίες για το πόσο αποτελεσματική μπορεί να είναι η εκάστοτε επεξεργασία του νερού, για να ελεγχθεί αν τηρούνται οι τιμές των παραμέτρων που δίνονται από τον κανονισμό, με απλές δοκιμασίες (Τσάκνης,2018).

<p>Cl.perfingens (Σημείωση 2)</p> <p>Ολικά κωλ/δή</p> <p>E. coli</p> <p>Ps. aeruginosa (Σημείωση 4)</p> <p>Κοινοί μεσόφιλοι μ.ο.</p>	<p>Μικροβιολογικές Μέθοδοι</p>
<p>Χρώμα</p> <p>Οσμή</p> <p>Γεύση</p>	<p>Οργανοληπτικές Μέθοδοι</p>
<p>Θολερότητα</p> <p>Αγωγιμότητα</p> <p>Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)</p> <p>Νιτρώδη άλατα (Σημείωση 3)</p> <p>Αμμώνιο</p> <p>Σίδηρος (Σημείωση 1)</p> <p>Αργίλιο (Σημείωση 1)</p> <p>Υπολειμματικό χλώριο (Σημείωση 5)</p>	<p>Ηλεκτροχημικές Μέθοδοι</p>

Πίνακας 2 Δοκιμαστική παρακολούθηση νερού (Βασισμένος στην οδηγία αριθ. 71/354/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε Κ.Υ.Α, ΔΥΓ2/Γ.Π/38295/2007)

Σημείωση 1: Απαιτείται μόνον όταν χρησιμοποιείται σαν κροκιδωτικό.*

Σημείωση 2: Απαιτείται μόνον όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακό νερό.*

Σημείωση 3: Απαιτείται μόνον όταν για απολύμανση γίνεται χλωραμίνωση.*

Σημείωση 4: Απαιτείται μόνον για νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή δοχεία.

Σημείωση 5: Απαιτείται μόνον όταν για απολύμανση χρησιμοποιείται η μέθοδος της χλωρίωσης.

(Οδηγία αριθ. 71/354/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε Κ.Υ.Α, ΔΥΓ2/Γ.Π/38295/2007)

Ελεγκτική παρακολούθηση

Παροχή απαραίτητων πληροφοριακών στοιχείων που απαιτούνται για να διαπιστωθεί εάν όλες οι παραμετρικές τιμές της Οδηγίας τηρούνται ορθά. Υπόκεινται όλες οι παράμετροι που έχουν άμεση σχέση για την προστασία της Δημόσιας Υγείας. (Τσάκνης,2018)

Συμπληρωματική παρακολούθηση

Διενεργείται κατά περίπτωση, όταν υπάρχουν βάσιμοι λόγοι ότι οι ουσίες ή οι μ.ο. αυτών, πιθανολογείται ότι υπάρχουν στο νερό. και αποτελούν ενδεχόμενους κίνδυνους για την υγεία του ανθρώπου. Οι παράμετροι της συμπληρωματικής παρακολούθησης έχουν παραμετρική τιμή ίση με το μηδέν και οι παράμετροι αυτοί είναι οι εξής:

Σαλμονέλες Παθογόνοι σταφυλόκοκκοι Βακτηριοφάγοι Εντεροϊοί E.coliO:157 Καμπυλοβακτηρίδιο	Παθογόνα Βακτήρια
Παράσιτα Φύκη Μορφοποιημένα στοιχεία	Μικροοργανισμοί

Πίνακας 3 Συμπληρωματική παρακολούθηση νερού (Βασισμένος στην οδηγία αριθ. 71/354/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε Κ.Υ.Α, ΔΥΓ2/Γ.Π/38295/2007 & Τσάκνης,2018)

4. Οργανοληπτικός Έλεγχος Νερού

4.1. Οργανοληπτικός Έλεγχος Γενικά

Σύμφωνα με τον ορισμό του Ινστιτούτου Τεχνολόγων Τροφίμων στις ΗΠΑ, Οργανοληπτικός έλεγχος είναι ο επιστημονικός κλάδος που χρησιμοποιείται για να προκαλέσει, να μετρήσει, να αναλύσει και να ερμηνεύσει αντιδράσεις στα χαρακτηριστικά των τροφίμων, όπως αυτά γίνονται αντιληπτά στις αισθήσεις της όρασης, της όσφρησης, της γεύσης, της αφής και της ακοής (Stone & Sidel 1993).

Επεξηγώντας τους όρους που χρησιμοποιούνται στον παραπάνω ορισμό, γίνεται αντιληπτή η ξεχωριστή σημασία του καθενός. Συγκεκριμένα, το να προκαλέσει είναι η αναφορά στον τρόπο σχεδιασμού, προετοιμασίας και παρουσίασης των δειγμάτων στο δοκιμαστή, ώστε να απαλειφθεί η παραποίηση των αποτελεσμάτων. Το να μετρήσει, αναφέρεται στην μετατροπή των αντιδράσεων των δοκιμαστών σε αριθμητικά και εν συνεχεία στατιστικά δεδομένα, το οποίο έχει να κάνει με τον τρίτο όρο του ορισμού, δηλαδή το να αναλύσει. Τέλος, να ερμηνεύσει έχει να κάνει με την αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Γρηγοράκης & Τσάκνης 2014).

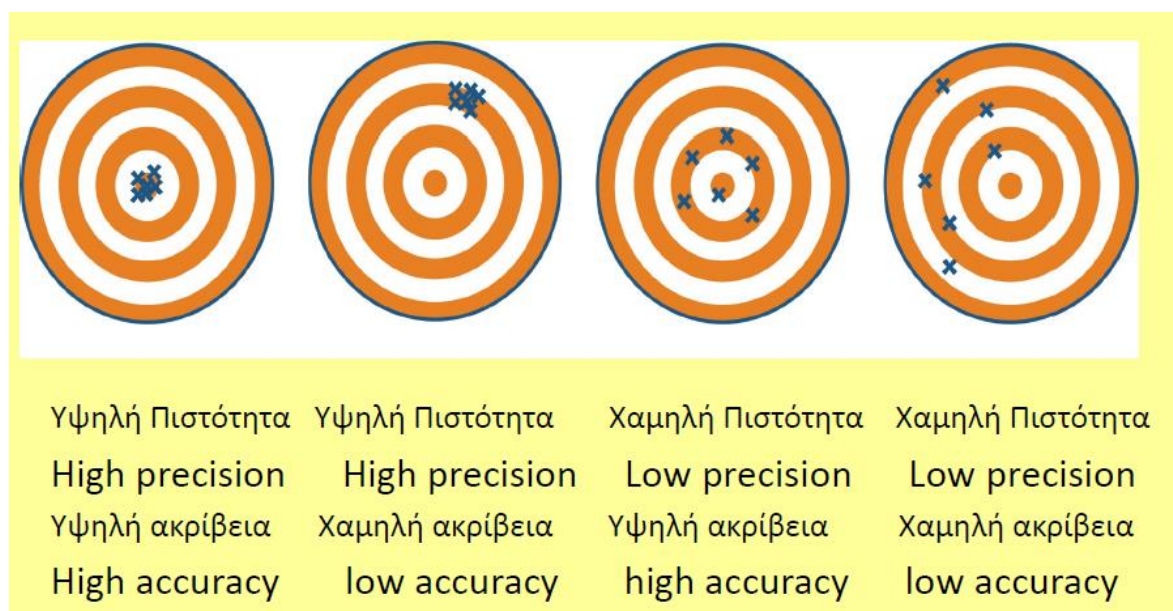
Για την ιστορία, η οργανοληπτική αξιολόγηση είναι γένος της βιομηχανίας. Γεννήθηκε προς το τέλος της δεκαετίας του 1940 λόγω της τότε ταχείας ανάπτυξης της βιομηχανίας καταναλωτικών προϊόντων και κυρίως της βιομηχανίας τροφίμων. Το πώς θα εξελιχθεί η οργανοληπτική αξιολόγηση, θα εξαρτηθεί από διάφορους παράγοντες, με κυριότερο την προετοιμασία και την εκπαίδευση των ανθρώπων (Elaine Skinner, 1989).

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του νερού είναι μια από της σημαντικότερες παραμέτρους όταν αυτό προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Σύμφωνα με την ΚΥΑ και την οδηγία 98/83/EK, για τις παραμέτρους της οσμής και της γεύσης δεν καθορίζεται μέθοδος ανάλυσης, παραπέμπουν όμως σε οργανοληπτικές μεθόδους ανάλυσης. Η οσμή και η γεύση, συμπεριλαμβάνονται τόσο στη δοκιμαστική όσο και στην ελεγκτική παρακολούθηση, κάτι που σημαίνει ότι πρέπει να ελέγχονται σε τακτική βάση σύμφωνα με τα χρονικά διαστήματα που ορίζει η νομοθεσία.

Για να διαπιστευθεί ένα εργαστήριο, πρέπει να είναι πιστοποιημένο με το ISO 17025 και να συμμορφώνεται με αυτό. Επίσης, πρέπει να διαθέτει κατάλληλο αριθμό δοκιμαστών ανάλογα με τις μεθόδους που εφαρμόζει. Οι δοκιμαστές, θα πρέπει να είναι εκπαιδευμένοι

στις γενικές αρχές του οργανοληπτικού ελέγχου και στις απαιτήσεις των μεθόδων που εφαρμόζονται. Η απόδοσή τους, πρέπει να ελέγχεται μέσω εσωτερικών επιθεωρήσεων και διεργαστηριακών ελέγχων (Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης, 2016).

Όπως και οι χημικές αναλύσεις, έτσι και ο οργανοληπτικός έλεγχος, χρησιμοποιεί κάποιες αρχές ως βασικές του αρχές, που σχετίζονται ή /και προέρχονται από την επιστήμη των τροφίμων, τη φυσιολογία του ανθρώπου και την ψυχολογία του, όπως και την στατιστική επιστήμη. Στόχος των μεθόδων αυτού του ελέγχου είναι η αντικειμενικότητα. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να πληρούνται οι προϋποθέσεις όλων των μεθόδων μετρήσεων. Θα πρέπει δηλαδή, να είναι ακριβείς, αξιόπιστες και έγκυρες. Φυσικά, συσχετισμός θα πρέπει να υπάρχει και με την αντίληψη των καταναλωτών σχετικά με τα τρόφιμα (Γρηγοράκης & Τσάκνης 2014).



Εικόνα 7 Ακρίβεια και πιστότητα (Διαλέξεις Σ. Κουσίσης ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», ΠΑΔΑ, 2019)

Η εκτίμηση της γεύσης, δε δύναται να καταμετρηθεί με αναλυτικά όργανα. Είναι σχέση μεταξύ τρόφιμου/ποτού και καταναλωτή (Von Sudow, 1971).

Πολλές φορές, ο δοκιμαστής, δεν είναι σε θέση να αναφέρει ή να καταγράψει τι γεύση έχει το προϊόν που εξετάζεται. Για παράδειγμα, σε οργανοληπτική αξιολόγηση βρεφικών τροφών, ο αξιολογητής, θα μπορούσε να είναι ο τελικός καταναλωτής, δηλαδή ένα βρέφος. Σε αυτή την περίπτωση, οι αντιδράσεις του βρέφους, θα μπορούσαν να είναι αρκετές ώστε να βγουν τα απαραίτητα συμπεράσματα (Διαλέξεις Ε. Κουσίση ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», ΠΑΔΑ, 2020).

4.2. Οι ανθρώπινες αισθήσεις και η σημασία τους στην οργανοληπτική αξιολόγηση

4.2.1. Ανθρώπινες αισθήσεις

Οι ανθρώπινες αισθήσεις είναι η όραση, η ακοή, η όσφρηση, η γεύση και η αφή.

Η αφή μπορεί να διαχωριστεί σε διαφορετικά συστήματα και τύπους.

Η όραση, έχει σαν αισθητήριο όργανο το μάτι και μπορεί να ξεχωρίσει χρώμα, φωτεινότητα και θολερότητα ή διαύγεια. Οποιοδήποτε χρώμα μπορεί να δομηθεί από τα 3 βασικά χρώματα, δηλαδή το μπλε, το πράσινο και το κόκκινο. Αν ένα τρόφιμο έχει λάθος χρώμα, τότε αυτό εκλαμβάνεται ως αλλοιωμένο ή χαλασμένο (Διαλέξεις Ε. Κουσίση ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», ΠΑΔΑ, 2020).

Η ακοή έχει ως αισθητήριο όργανο το αυτί και αντιλαμβάνεται την ένταση, το ύψος και τη χροιά του ήχου.

Η γεύση, έχει ως ερέθισμα χημικές ενώσεις σε υγρό διάλυμα, με αισθητήριο όργανο τους γευστικούς κάλυκες, οι οποίοι βρίσκονται στη γλώσσα, την επιγλωττίδα, το εσωτερικό του στόματος και τον άνω οισοφάγο (Διαλέξεις Ε. Κουσίση ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», ΠΑΔΑ, 2020).

. Ξεχωριστοί κάλυκες σε όλες τις περιοχές της γλώσσας, περιέχουν κύτταρα τα οποία αποκρίνονται στις 5 βασικές γεύσεις (Lindemann, 2001).

Η όσφρηση είναι μια από τις δύο χημικές αισθήσεις του ανθρώπου. Έχει σχέση με την ικανότητα αντίληψης και αναγνώρισης της οσμής πτητικών μορίων, τα οποία βρίσκονται στο περιβάλλον και μεταφέρονται στο οσφρητικό επιθήλιο με τον εισπνεόμενο αέρα. Όλοι οι οσφρητικοί υποδοχείς είναι πρωτεΐνες παραπλήσιας δομής, όμως διαφέρουν σε λεπτομέρειες. Αυτό, τις κάνει να είναι μοναδικές οντότητες και μας κάνει να καταλάβουμε γιατί γίνονται ενεργές από διαφορετικά οσμηρά μόρια (Διαλέξεις Β. Λουγκοβόης, ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», ΠΑΔΑ, 2020).

4.2.2. Οι 5 βασικές γεύσεις

i. Ξινό: Οφείλεται κατά κύριο λόγο στα H^+ των οξέων, τα οποία όμως, δεν καθορίζουν από μόνα τους την οξύτητα. Σημαντική είναι και η επιρροή και του υπολοίπου μορίου του οξέος στο γευστικό ερέθισμα επιπρόσθετα από αυτό που οφείλεται στα υδρογονοκατιόντα.

ii. Γλυκό: Σχετίζεται κυρίως με τα σάκχαρα και τα παράγωγα αυτών.

- iii. Αλμυρό: Έχει να κάνει με υδατοδιαλυτά άλατα. Τα περισσότερα εξ αυτών, προκαλούν πολύπλοκες γεύσεις, όπως είναι το αλμυρό-πικρό και το αλμυρόξινο. Μόνο το NaCl δίνει καθαρά αλμυρή γεύση.
- iv. Πικρό: Είναι παράγωγο πολλών κατηγοριών χημικών ενώσεων, όπως για παράδειγμα, η κινίνη, η καφεΐνη και η στρυχνίνη.
- v. Umami: Χαρακτηρίζεται ως νόστιμη και συνδέεται με την L μορφή του γλουταμινικού νατρίου και με ορισμένα νουκλεοτίδια. Η εμφάνισή της, γίνεται κατά κύριο λόγο σε προϊόντα ιχθυερών, κρέατος, μανιταριών και σε τρόφιμα πλούσια σε γλουταμινικό οξύ. (Διαλέξεις Β. Λουγκοβόης, ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», ΠΑΔΑ,2020)

4.3. Αρχές ορθής πρακτικής οργανοληπτικού ελέγχου

Για την οργάνωση και την πραγματοποίηση κάθε οργανοληπτικής δοκιμής, θα πρέπει να υπάρξει μια σειρά ορθών πρακτικών. Έτσι, θα πρέπει να ετοιμαστεί μια λίστα με τις παραμέτρους που θα πρέπει να διευθετηθούν πριν και κατά τη διάρκεια της δοκιμής από τον υπεύθυνο της δοκιμής. Ο χώρος της δοκιμής, είναι μια αίθουσα που έχει διαμορφωθεί κατάλληλα, ώστε οι δοκιμαστές να έχουν τις κατάλληλες συνθήκες. Δηλαδή, μια αίθουσα απομακρυσμένη από θόρυβο και οσμές με ανεξάρτητο χώρο παρασκευής και προετοιμασίας των δειγμάτων. Οι τοίχοι και οι οροφή, θα πρέπει να μην έχουν κουραστικά χρώματα με θερμοκρασία περίπου στους 20°C και φωτισμό στην επιφάνεια της δοκιμής 300-500 lux. Ο κάθε ένας δοκιμαστής πρέπει να είναι απομονωμένος, ενώ οι θάλαμοι θα μπορούσαν να διαθέτουν βρύση, νεροχύτη και αυτόνομο φωτισμό. Σε ορισμένες περιπτώσεις θα μπορούσε να υπάρχει για τον κάθε δοκιμαστή οθόνη υπολογιστή και ποντίκι. Γενικότερα, ο κάθε θάλαμος αναλόγως το είδος της δοκιμής και του δείγματος μπορεί να είναι διαμορφωμένος διαφορετικά.

Οι δοκιμαστές χωρίζονται σε κατηγορίες. Τυχαίοι, όταν πρόκειται για άτομα που χρησιμοποιούνται για δοκιμή χωρίς κανένα απολύτως κριτήριο προηγούμενης επιλογής. Αντίθετα, επιλεγμένοι, όταν έχουν επιλεγεί με συγκεκριμένα κριτήρια και τέλος, εκπαιδευμένοι ή ειδικοί δοκιμαστές. Σε αυτή την κατηγορία, οι δοκιμαστές που έχουν επιλεγεί, έχουν εκπαιδευτεί και ουσιαστικά, παίζουν τον ρόλο του αναλυτικού οργάνου. Ο αριθμός των απαιτούμενων δοκιμαστών, αλλάζει κατά περίπτωση και εξαρτάται από τον σκοπό και τον τύπο της δοκιμής.

Στα δείγματα, θα πρέπει να μην υπάρχουν διαφορές πέραν των προγραμματισμένων, ο φωτισμός, αν το ζητάει η περίπτωση, θα πρέπει να γίνεται με λάμπες μονοχρωματικής ακτινοβολίας. Το μέγεθος και το σχήμα, θα πρέπει να προσδιορίζεται ανάλογα με τους σκοπούς της δοκιμής, τη συνηθισμένη μερίδα, τα χαρακτηριστικά και την ευελιξία διαμόρφωσης του προϊόντος. Επίσης, τα δείγματα θα πρέπει να είναι στη θερμοκρασία σερβιρίσματος.

Τα δοχεία, κατά γενικό κανόνα, πρέπει να είναι βολικά στη διαδικασία, να μην επηρεάζουν αρνητικά τις οργανοληπτικές ιδιότητες των δειγμάτων, να μπορούν να φέρουν κωδικοποίηση και να είναι οικονομικά. Επίσης, όλα τα δοχεία θα πρέπει να είναι όμοια σε μέγεθος και σχήμα.

Πριν από την έναρξη της διαδικασίας, οι δοκιμαστές λαμβάνουν σαφείς και ακριβείς οδηγίες. Σαφείς θα πρέπει να είναι και οι οδηγίες που θα πάρει το τεχνικό προσωπικό.

Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες μπορεί να είναι είτε με ερώτηση επιλογής, διαβαθμισμένες ερωτήσεις ή ερωτήσεις ανοιχτού άκρου.

Οι δοκιμαστές πρέπει να ακολουθούν κανόνες για να συμμετάσχουν. Σε αυτούς τους κανόνες, αναφέρεται αρχικά ότι οι δοκιμές πρέπει να γίνονται μια ώρα μετά από γεύματα ή άσκηση με αποφυγή γευμάτων με καρυκεύματα. Δοκιμαστές που ασθενούν ή είναι αναστατωμένοι δεν πρέπει να συμμετάσχουν. Τέλος, θα πρέπει να γίνεται καλό πλύσιμο χεριών με άοσμο σαπούνι και απαγορεύεται η χρήση αρωματισμένων καλλυντικών ή αποσμητικών (Lawless & Heymann, 2010).

4.4. Μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου

4.4.1. Δοκιμές διάκρισης

Οι δοκιμές διάκρισης χρησιμοποιούνται όταν θέλουμε να προσδιορίσουμε εάν δυο δείγματα έχουν αισθητές διαφορές (Amerine et al, 1965). Σε δυο δείγματα που έχουν χημικές διαφορές μπορεί να μην γίνονται αισθητές από τους καταναλωτές. Οι δοκιμές διάκρισης χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

Δοκιμή διαφοροποίησης κατά ζεύγη(ή σύγκρισης ζεύγους)

Χρησιμοποιείται για να διαπιστωθεί αν υπάρχει οργανοληπτική διαφορά μεταξύ δυο τροφίμων όμοιων μεταξύ τους. Στην απλή διαφορά σύγκρισης ζεύγους, δίνονται στους

δοκιμαστές σαν ένα ζεύγος και ζητείται από αυτούς να αναγνωρίσουν αν είναι όμοια ή διαφορετικά, ενώ στη δοκιμή κατευθυνόμενης διαφοράς, ζητείται από τους δοκιμαστές να επιλέξουν ποιο από τα δυο έχει πιο έντονο κάποιο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό.

Τριγωνική δοκιμή

Χρησιμοποιείται όταν μια αλλαγή σε κάποια συστατικά ή στάδιο ή διαδικασία της παραγωγής στο τρόφιμο δεν μπορεί να χαρακτηριστεί σαν απλή αλλαγή σε μία οργανοληπτική ιδιότητα. Εδώ οι δοκιμαστές, καλούνται να εντοπίσουν ποιο από τα τρία δείγματα που τους δίνονται είναι διαφορετικό. Είναι η πιο ευαίσθητη μέθοδος των δοκιμών σύγκρισης κατά ζεύγους και απαιτεί λιγότερους δοκιμαστές.

Δοκιμή Duo-Trio

Οι δοκιμαστές λαμβάνουν ένα γνωστό δείγμα ή δείγμα αναφοράς ή δείγμα μάρτυρας, και ένα ζεύγος άγνωστων δειγμάτων. Οι δοκιμαστές πρέπει να επιλέξουν το άγνωστο δείγμα που είναι ίδιο με το δείγμα μάρτυρα. Η μέθοδος αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε λαμβάνοντας όλοι οι δοκιμαστές ένα σταθερό δείγμα μάρτυρα (Duo-Trio με σταθερό δείγμα αναφοράς) ή οι μισοί έχουν ως μάρτυρα το ένα άγνωστο δείγμα και οι άλλοι μισοί το άλλο (Duo-Trio με μεταβλητό δείγμα αναφοράς).

Δοκιμή n- εναλλακτικών υποχρεωτικών επιλογών (n-AFC)

Σχετίζεται με την τριγωνική δοκιμή, με τη διαφορά ότι γίνεται γνωστό το είδος του χαρακτηριστικού που διαφέρει.

Δοκιμή A-not-A test

Χρησιμοποιείται όταν υπάρχει ανομοιογένεια στο δείγμα μάρτυρα. Οι δοκιμαστές παρατηρούν το δείγμα μάρτυρα μέχρι να ανιχνεύσουν κάποια διαφορά. Έπειτα τους δίνονται ένα-ένα τα άγνωστα και πρέπει να απαντήσουν με A ή με not-A αν είναι ίδια ή όχι αντίστοιχα με το δείγμα μάρτυρα.

Δοκιμή δυο από πέντε

Οι δοκιμαστές λαμβάνουν πέντε δείγματα εκ των οποίων τα δυο είναι διαφορετικά από τα υπόλοιπα τρία και καλούνται να βρουν τα δυο όμοια.

ABX Δοκιμή διάκρισης

Ουσιαστικά είναι η Duo-Trio ανάποδα. Δηλαδή, οι δοκιμαστές λαμβάνουν 2 δείγματα αναφοράς και ένα άγνωστο και πρέπει να βρουν ποιο δείγμα μάρτυρας είναι ίδιο με το άγνωστο.

(Lawless & Heymann,2010)

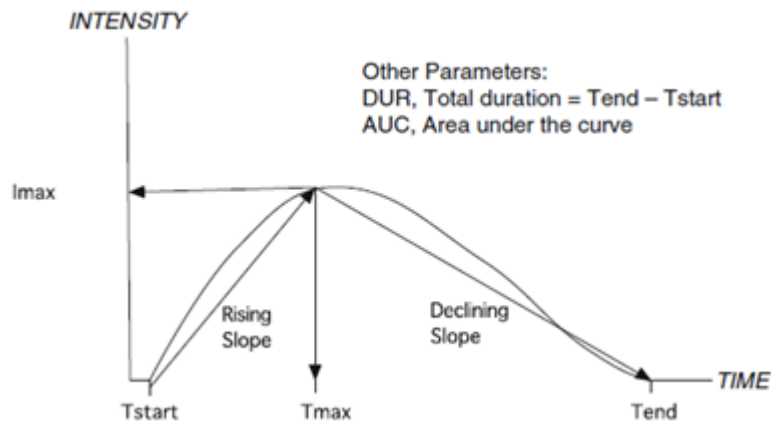
4.4.2. Δυναμικές μέθοδοι

Σχέσης Χρόνου - Έντασης

Οι μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου σχέσης χρόνου-έντασης είναι μια ιδιαίτερη μορφή μεθόδου καταγραφής της διαβάθμισης της έντασης ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών, η οποία διενεργείται είτε σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα είτε σε συνεχόμενη ροή.

Η δυναμική φύση των γευστικών αισθήσεων/ ερεθισμάτων αναδεικνύεται με τις διαδικασίες της μάσησης, της αναπνοής, της παραγωγής σάλιου, των κινήσεων της γλώσσας και της κατάποσης (Dijksterhuis, 1996). Οι μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου σχέσης χρόνου-έντασης παρέχουν την δυνατότητα στους δοκιμαστές να αξιολογούν τα λαμβανόμενα ερεθίσματα κατά τη ροή του χρόνου. Επιπλέον, μπορούν να αποκομίσουν πλήθος εξειδικευμένων δεδομένων για κάθε δείγμα, όπως η μέγιστη προσλαμβάνουσα ένταση I_{max} , ο χρόνος μέγιστης προσλαμβάνουσας έντασης T_{max} , ο ρυθμός και η καμπύλη της αύξησης της έντασης μέχρι το μέγιστο σημείο, ο ρυθμός και η καμπύλη της μείωσης της έντασης μέχρι τα μισά της μέγιστης έντασης και εντέλει μέχρι το τελικό σημείο μηδενισμού, το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη (AUC), τέλος η συνολική χρονική διάρκεια του ερεθίσματος (DUR/D_{total}). Δεδομένα, που στο σύνολο τους, δίνουν μια χαρακτηριστική «υπογραφή» (signature), μια μοναδική ταυτότητα ,η οποία περιγράφει το εκάστοτε δείγμα.

Παρακάτω, φαίνονται παράδειγμα καμπύλης χρόνου-έντασης και των παραμέτρων της, όπως και επίσης επεξηγηματικός πίνακας των παραμέτρων που εξάγονται από την καμπύλη.



Εικόνα 8 Παράδειγμα καμπύλης χρόνου έντασης και κοινές παράμετροι καμπύλης που εξάγονται από την εγγραφή, Lawless & Heymann, 2010

Υπάρχουν τέσσερις βασικές μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου σχέσης χρόνου έντασης, η μέτρηση σε καθορισμένα/διακεκομμένα διαστήματα (*Discrete or Discontinuous Sampling*), η συνεχούς καταμέτρησης και η συνεχούς καταμέτρησης δύο ή περισσότερων ερεθισμάτων ταυτόχρονα (*Continuous Tracking*), και η μέτρηση επικρατέστερων χαρακτηριστικών στον χρόνο (*Temporal Dominance of Sensations*).

Temporal Dominance of Sensations

Έγκειται στην καταμέτρηση της έντασης βάσει χρόνου επικρατούντων ερεθισμάτων που ξεδιπλώνονται ανά τον χρόνο κατά την κατανάλωση προϊόντος.

Η βασική ιδέα είναι να παρουσιάζεται στην οθόνη του δοκιμαστή ένα σύνολο προκαθορισμένων χαρακτηριστικών συγκεντρωμένων όλων μαζί, καθώς και κλίμακα αξιολόγησης της έντασης ξεχωριστά για το καθένα. Ο δοκιμαστής καλείται μετά την πρώτη γουλιά ή μπουκιά να επιλέξει αμέσως από τα δεδομένα χαρακτηριστικά το «επικρατέστερο» στην ένταση/αίσθηση και να το αξιολογήσει στην αντίστοιχη κλίμακα. Ο υπολογιστής συνεχίζει και καταγράφει το δεδομένο μέχρι κάτι να αλλάξει είτε σε ένταση είτε να επιλεγεί νέο επικρατέστερο χαρακτηριστικό. Έτσι δημιουργείται μια λεπτομερής καταγραφή χρόνου - έντασης - ανά χαρακτηριστικό- ανά δοκιμαστή. Καταγραφές διαφορετικών δοκιμαστών έχει νόημα να μελετηθούν συνολικά για στατιστικά συμπεράσματα, μόνο αν παρθεί συγκεντρωτικό άθροισμα των τιμών τους ή αν μελετηθούν ποσοστιαία οι τιμές ανά τους δοκιμαστές, κι αυτό γιατί όπως είναι λογικό κάθε δοκιμαστής αξιολογεί σε διαφορετικούς χρόνους, διαφορετικά χαρακτηριστικά, άρα η σύγκριση στατιστικά των δεδομένων ως έχει είναι δύσκολη.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι α) πιο αποτελεσματική από άποψη χρόνου και κόστους από ότι οι κλασσικές μέθοδοι σχέσης έντασης – χρόνου, μιας και στον ίδιο χρόνο μετρούνται πολλαπλά χαρακτηριστικά, β) είναι σχετικά απλή διαδικασία που δεν απαιτεί πολλή – ή σχεδόν καθόλου- εκπαίδευση, γ) δίνεται μια πιο λεπτομερής εικόνα των χαρακτηριστικών ενός δείγματος σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους σχέσης έντασης – χρόνου.

(Lawless & Heymann,2010)

4.4.3 Μέθοδοι Προτίμησης – Αποδοχής

Προτίμησης

Γίνονται από το καταναλωτικό κοινό και περιλαμβάνουν επιλογή -που εμπεριέχει σύγκριση μεταξύ δύο ή περισσότερων προϊόντων- του προϊόντος της μεγαλύτερης αρέσκειας του καταναλωτή. Μπορεί να είναι προτίμησης μεταξύ ζεύγους προϊόντων (*paired preference test*), κατάταξης (*ranking*), κλίμακας χειρότερου-καλύτερου(*best-worst scaling*), μοτίβο «καμιάς προτίμησης» (*no-preference option*).

Paired preference test

Ο καταναλωτής καλείται να συγκρίνει δύο ή παραπάνω προϊόντα και να επιλέξει αυτό της μεγαλύτερης αρεσκείας του.

Ranking

Ο καταναλωτής καλείται να κατατάξει βάσει της προτίμησής του ένα σύνολο προϊόντων από το καλύτερο στο χειρότερο.

Best -Worst scaling

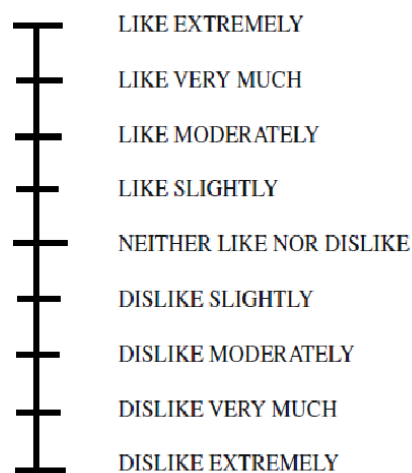
Ή αλλιώς μέθοδος «Μέγιστης Διαφοράς» (Maximum Difference) είναι η τεχνική που ο καταναλωτής καλείται μεταξύ από παραπάνω από δύο προϊόντα να επιλέξει ποιο του αρέσει περισσότερο και ποιο λιγότερο.

No forced preference: μπορεί σε σύγκριση δύο προϊόντων να δίνεται η επιλογή μη έκφρασης κάποιας προτίμησης ή έκφρασης ίσης προτίμησης έμμεσα.

(Sarah E. Kemp et.al, 2018).

Αποδοχής

Εναλλακτική στις μεθόδους επιλογής που αξιολογεί την ελκυστικότητα του προϊόντος στον καταναλωτή με χρήση κλίμακας βαθμών αρέσκειας ή δυσαρέσκειας (κλίμακα αποδοχής/*Acceptability Scaling*). Δεν είναι απαραίτητη η σύγκριση/επιλογή μεταξύ δύο εναλλακτικών, η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και σε ένα μόνο προϊόν με την έννοια κλίμακας αρέσκειας (*hedonic scale*). Οι κλίμακες αυτές μπορεί να έχουν την μορφή κλίμακας γραμμής με διάφορες παραλλαγές, όπως κλίμακα τριών σημείων (3-point scale), 5 σημείων (5-point scale), 7 σημείων (7-point scale), όπου ο χαρακτηρισμός ξεκινάει από την μέγιστη δυσαρέσκεια και φτάνει στην μέγιστη αρέσκεια, με ίσο-διαστημικές διαβαθμίσεις ανάλογες του βαθμού αποδοχής του προϊόντος από τον καταναλωτή, και 9 σημείων (9-point hedonic scale), κλίμακα Just About Right. Συνήθως στο κέντρο της κλίμακας είναι το ουδέτερο, όπου περιγράφεται με μεγαλύτερη ακρίβεια φραστικά και αναλογικά τον βαθμό αποδοχής.



Εικόνα 9 9-point hedonic scale

Κλίμακα «Just About Right» (JAR): δημοφιλής κλίμακα που συνδυάζει καταγραφή έντασης και προτίμησης/αποδοχής. Είναι δύο πόλων, με αντίθετα άκρα και κεντρικό σημείο που αντιπροσωπεύει το «όπως πρέπει να είναι», δηλαδή το «just right» ή «just about right». Μπορεί να είναι τριών σημείων, 9 σημείων ή να δίνει και κατευθύνσεις.

(Sarah E. Kemp et.al, 2018).

4.4.3. Περιγραφικές μέθοδοι

Οι περιγραφικές μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου επιτρέπουν στον δοκιμαστή να δώσει πλήρη περιγραφή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ενός προϊόντος, να αναγνωρίσει κεκαλυμμένη σύσταση ή μεθόδους επεξεργασίας που έχει υποστεί το προϊόν, όπως και να αναδείξει σημαντικά χαρακτηριστικά που παίζουν ρόλο στην κλίμακα αποδοχής του. Ακολουθούν παραδείγματα τέτοιων μεθόδων.

Flavor Profile

Οργανοληπτικός έλεγχος που διενεργείται από εκπαιδευμένο πάνελ με χρήση προκαθορισμένου λεξιλογίου για την περιγραφή του προϊόντος. Αξιολογείται η συνολική γεύση καθώς και αναδυόμενες γεύσεις επιμέρους συστατικών του. Δίνεται εικόνα των λαμβανόμενων γεύσεων, των εντάσεών τους, της σειράς που αναδύονται, των επιγεύσεών τους και της συνολικής εντύπωσης του προϊόντος (Alejandra M. Muñoz and Patricia A. Keane, 2018).

Quantitative Descriptive Analysis (Ποσοτική Περιγραφική Ανάλυση)

Βελτιωμένη μορφή των παραπάνω με χρήση κλιμάκων γραμμής για την αξιολόγηση από τους δοκιμαστές και με διορθωμένη βαρύτητα στο λεξιλόγιο (Sarah E. Kemp et.al, 2018).

Texture Profile

Οργανοληπτικός έλεγχος που περιγράφει τα στάδια της υφής του προϊόντος, από την πρώτη μπουκιά/γουλιά, μέχρι την πλήρη μάσηση και κατάποση.

(Lawless & Heymann, 2010).

Sensory Spectrum

Οργανοληπτικός έλεγχος προϊόντος με μη προκαθορισμένο λεξιλόγιο από το πάνελ αλλά με χρήση στανταρισμένων όρων και με χρήση προκαθορισμένης και βαθμονομημένης κλίμακας πολλαπλών σημείων (Clare Dus et. Al, 2018).

Free-Choice Profiling

Οργανοληπτικός έλεγχος προϊόντος, όπου ο κάθε δοκιμαστής είναι ελεύθερος να περιγράψει με δικούς του όρους, να αξιολογήσει τα χαρακτηριστικά που τον ενδιαφέρουν με τους τρόπους και την κλίμακα που θέλει (Pieter H. Punter ,2018).

4.4.4. Κλίμακες (Scaling)

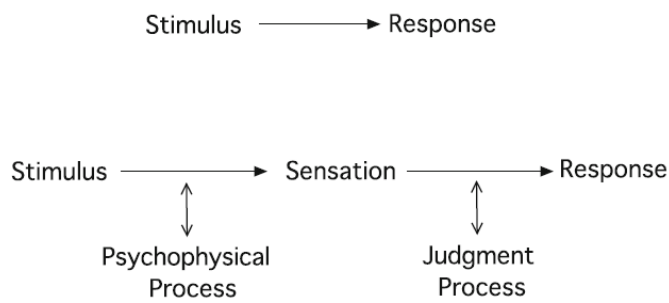
Περιλαμβάνει την αίσθηση ενός προϊόντος ή ερεθίσματος και κατόπιν την γένεση απόκρισης, η οποία αντικατοπτρίζει το πώς το άτομο εκλαμβάνει την ένταση ή το σθένος μιας ή περισσοτέρων αισθήσεων που γεννώνται από το προϊόν.

(Sarah E. Kemp,2018)

Η κλίμακα είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για να δείξει διαφορές ή βαθμιαίες διαφορές μεταξύ προϊόντων (Lawless & Heymann,2010). Αυτές οι διαφορές είναι συνήθως μεγαλύτερες από το Κατώφλι Αντίληψης (-όπου είναι το εύρος συγκέντρωσης μιας ουσίας κάτω από το οποίο η οσμή και η γεύση της ουσίας δεν γίνεται καθόλου αντιληπτή υπό κανονικές συνθήκες, και πάνω από το οποίο, άνθρωποι με κανονική ευαισθησία όσφρησης και γεύσης θα ανίχνευαν την παρουσία της ουσίας - και το Κατώφλι Διαφοράς -όπου είναι η ελάχιστη διαφορά συγκέντρωσης μιας ουσίας που είναι ανιχνεύσιμη από κάποιον με κανονική ευαισθησία όσφρησης και γεύσης

(Διαλέξεις Ε. Κουσίση ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων»,ΠΑΔΑ,2020).

Η κλίμακα γίνεται συνήθως με δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι με ομάδες απλών καταναλωτών, από τους οποίους γεννάται άμεση απόκριση σύμφωνα με την ένταση του γνώρισματος που τους ζητείται να αξιολογήσουν. Εδώ δεν χρειάζεται κάποια εκπαίδευση ή κάποιο «καλιμπράρισμα» στο δοκιμαστικό κοινό. Μετράται κατευθείαν η απόκριση της ψυχοφυσικής λειτουργίας. Ο δεύτερος τρόπος είναι με πάνελ εξειδικευμένων δοκιμαστών, οι οποίοι λειτουργούν σαν μετρικά όργανα κατόπιν εκπαίδευσης πάνω στο ζητούμενο γνώρισμα/ερέθισμα και κατανόησής του. Επίσης, συχνά τους παρέχεται κάποιο πρότυπο αναφοράς, βάσει του οποίου καλούνται να περιγράψουν- αξιολογήσουν το πόσο απέχει -ως προς το ζητούμενο γνώρισμα- το προσδιοριζόμενο προϊόν. Στην δεύτερη περίπτωση, δηλαδή, εστιάζεται περισσότερο στην περιγραφή των χαρακτηριστικών του προϊόντος παρά στην αίσθηση-απόκριση που αυτό προκαλεί (Lawless & Heymann,2010).



Εικόνα 10 Οι δύο διαδικασίες με τις οποίες λαμβάνει χώρα η κλίμακα. Στην πρώτη, φυσική διαδικασία μεταφράζεται απευθείας το εξωτερικό ερέθισμα σε αισθητηριακή αντίδραση και αυτή καταγράφεται. Η δεύτερη μπορεί να περιγραφεί ως η κατόπιν επεξεργασία μετάφραση της παραπάνω διαδικασίας σε κάποια καταληκτική αντίδραση. Η ψυχοφυσική διαδικασία επεξεργασίας

μπορεί να επηρεαστεί ή να τροποποιηθεί από φυσικές διαδικασίες όπως η προσαρμογή και η συγκάλυψη. Η διαδικασία κρίσης μπορεί να επηρεαστεί ή να τροποποιηθεί με γνωστικές διαδικασίες όπως συναφείς παραμέτρους, χρήση αριθμών και άλλες διαφοροποιήσεις αντίδρασης. (Lawless & Heymann,2010)

Επίσης, η κλίμακα έχει διάφορους τύπους υποκατηγοριών, όπως οι ονομαστικές κλίμακες / κλίμακες κατηγορίας-ετικέτας (*nominal scaling/category scales*), οι τακτικές κλίμακες /κλίμακες σειράς κατάταξης (*ordinal scaling / ranking*), οι κλίμακες διαστημάτων /διαβάθμισης (*interval scaling*) και οι κλίμακες αναλογίας (*ratio scaling*)

Κλίμακα κατηγορίας

Τα προϊόντα χαρακτηρίζονται (πιθανόν και με αριθμούς) βάσει κατηγορίας με την έννοια της «ετικέτας» (π.χ. «καλό», «μέτριο», «κακό») χωρίς να υπάρχει συσχετισμός με άλλο προϊόν, δηλαδή άμεση σύγκριση. Παράδειγμα αποτελεί η κλίμακα κατηγορίας (*Category Scales*), όπου οι επιλογές αντίδρασης για τον προσδιορισμό έντασης ή προτίμησης είναι διακριτές και παρουσιάζονται κάθετα ή οριζόντια ως ακέραιοι αριθμοί, κουτάκια επιλογής, λεκτικές φράσεις κ.ά. (Lawless & Heymann,2010 Σημειώσεις).

Κλίμακα Σειράς Κατάταξης

Τα προϊόντα ταξινομούνται σύμφωνα με την ένταση συγκεκριμένου ζητούμενου χαρακτηριστικού, και οι αριθμοί ή οι θέσεις που τους απονέμονται, υποδεικνύουν την σειρά κατάταξης μεταξύ του συνόλου των δειγμάτων ως προς αυτό το χαρακτηριστικό. Υπάρχει δηλαδή εδώ η έννοια της σύγκρισης μεταξύ προϊόντων, χωρίς όμως να υπάρχουν πιο συγκεκριμένα στοιχεία (ένταση, αναλογία κλπ.) σχετικά με το ζητούμενο χαρακτηριστικό ή όχι μόνο, για το κάθε προϊόν ξεχωριστά. Παράδειγμα τέτοιας κλίμακας είναι το «*Ranking*» (Lawless & Heymann,2010).

Κλίμακα Διαβάθμισης

Οι αριθμοί στην συγκεκριμένη κλίμακα αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένα διαστήματα/ αποστάσεις -συνήθως ίσες μεταξύ τους- πάνω στο σύνολο της κλίμακας. Άρα δίνοντας στο

προϊόν συγκεκριμένο βαθμό n, του αποδίδονται n-πολλαπλάσια βαθμών της κλίμακας ως προς το ζητούμενο χαρακτηριστικό. Κλίμακα διαβάθμισης αποτελεί και η κλίμακα γραμμής (*Line Scaling*), όπου κατά μήκος μιας γραμμής -με συνήθως σημειωμένα τα άκρα της ως μικρότερο και μέγιστο όριο- σημειώνεται το σημείο που αντιπροσωπεύει αναλογικά την ένταση του ζητούμενου χαρακτηριστικού, ως η αντίστοιχη απόσταση από το - «χαμηλότερο» συνήθως- άκρο της κλίμακας. Διαφορετικό παράδειγμα κλίμακας διαστημάτων αποτελεί επίσης και η κλίμακα προτίμησης 9 σημείων (9-points hedonic scale) με 9 διακριτά ίσα διαβαθμισμένες φράσεις (Lawless & Heymann,2010).

Κλίμακα Αναλογίας

Πιο αναβαθμισμένη μορφή κλίμακας, όπου το «μηδέν» είναι καθορισμένο και σταθερό και μη τυχαίο, και οι αριθμοί υποδεικνύουν αληθείς και συγκεκριμένες σχετικές αναλογίες πάνω στην κλίμακα. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η κλίμακα εκτίμησης μεγέθους (*Magnitude Estimation*), όπου ο δοκιμαστής καλείται να βαθμολογήσει την ένταση ενός ερεθίσματος αναλογικά με την ένταση ενός άλλου ερεθίσματος. Για παράδειγμα, αν ένα ερέθισμα έντασης B ακολουθήσει ένα ερέθισμα με διπλή από αυτό ένταση, που είχε βαθμολογηθεί με 20, το ερέθισμα έντασης B θα πρέπει να βαθμολογηθεί με 10. Στην συγκεκριμένη μέθοδο, μπορεί να δοθεί πρότυπο ερέθισμα με προκαθορισμένη τιμή, ως δείγμα αναφοράς, σύμφωνα με το οποίο θα αξιολογηθούν αναλογικά τα υπόλοιπα ερεθίσματα ή μπορεί να επιλέξει ο δοκιμαστής ένα από τα ερεθίσματα ως πρότυπο αναφοράς βάσει του οποίου θα αξιολογήσει τα υπόλοιπα ερεθίσματα (Lawless & Heymann,2010).

5. Μέθοδοι οργανοληπτικής αξιολόγησης εφαρμοσμένες στο νερό

5.1. Συσχέτιση Flavor Threshold Test, Flavor Rating Scale και Flavor Profile Analysis σε σχέση με τη χημική σύσταση του νερού

Είναι γνωστό ότι μπορούν να υπάρξουν διάφορες διακυμάνσεις στην γεύση του νερού, ανάλογα με την προέλευσή του (νερό βρύσης, διάφορα εμφιαλωμένα κλπ.). Οι Bruvold και Pangborn αρχικά το 1966 και στη συνέχεια το 1989, έδειξαν κάτι που έδειξαν και οι Bruvold και Gaffey (1969), ότι η συγκέντρωση των μεταλλικών στοιχείων στο νερό αποτελεί καλό δείκτη πρόβλεψης της γεύσης και της ποιότητας του νερού. Δηλαδή, έδειξαν ότι η γεύση του νερού και η αποδοχή του από το κοινό σχετίζονται άμεσα με την συγκέντρωση των μεταλλικών στοιχείων και των άλλων χημικών συστατικών, που είναι διαλυμένα σε αυτό, η οποία ποικίλει μεταξύ νερών διαφορετικής προέλευσης, εμφιαλωμένων ή νερών βρύσης. Σύγκριναν τρεις μεθόδους οργανοληπτικού ελέγχου βάσει των παρακάτω δέκα κριτηρίων αξιολόγησης: κριτήρια επιλογής δοκιμαστών, απαιτήσεις εκπαίδευσης δοκιμαστών, προετοιμασία δείγματος, προσδιορισμός με κατώφλι ανίχνευσης, συσχετισμός χημικών και οργανοληπτικών δεδομένων, χρήση οργάνων καταγραφής, χρήση έρευνας καταναλωτών, χρήση προτύπων αναφοράς, αξιοπιστία, εγκυρότητα (Εικόνα 11), για να καταλήξουν σε συμπεράσματα για την καταλληλότητα και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου ως προς τα διάφορα ζητούμενα χαρακτηριστικά.

Οι μέθοδοι ήταν οι εξής τρεις, το Flavor Threshold Test (FTT), το Flavor Rating Scale (FRS) και το Flavor Profile Analysis (FPA).

Κριτήρια αξιολόγησης	Flavor threshold test (FTT)	Flavor rating scale (FRS)	Flavor profile analysis (FPA)
Κριτήρια επιλογής δοκιμαστών	Ανεπτυγμένο και λογικό	Ανεπτυγμένο και λογικό	Ανεπτυγμένο και λογικό
Απαιτήσεις εκπαίδευση δοκιμαστών	Περιορισμένη εφαρμογή στη μέθοδο	Περιορισμένη εφαρμογή στη μέθοδο	Απαιτείται εκτενής κατάρτιση για την αναγνώριση και την αξιολόγηση της έντασης και του ερεθίσματος
Προετοιμασία δείγματος	Δύσχρηστη προετοιμασία σειράς αραιώσεων για κάθε δοκιμαστή	Το δείγμα πρέπει να είναι ασφαλές για Ανθρώπινη κατανάλωση, δεν απαιτούνται αραιώσεις	δεν απαιτούνται αραιώσεις
Προσδιορισμός με κατώφλι ανίχνευσης	Κατάλληλη εφαρμογή της μεθόδου ορίων	Μη δυνατή	Ακατάλληλη
Συσχετισμός χημικών και οργανοληπτικών δεδομένων	Μη εφικτό ή πιθανό	Εφικτό και έχει γίνει για μεταλλικά στοιχεία	Ακατάλληλο για αξιολόγηση σχέσης έντασης-χρόνου
Χρήση οργάνων καταγραφής	Κατάλληλη αλλά δύσχρηστη και χρονοβόρα	Μη εφικτό	Πολύ καλά εφαρμόσιμη χρήση για όλη τη διαδικασία
Χρήση έρευνας καταναλωτών	Μη εφικτό	Εφικτό και έχει γίνει σε δυο βασικές έρευνες	Μη εφικτό
Χρήση προτύπων αναφοράς	Λογική και καλά αναπτυγμένη	Λογική και αναπτυγμένη	Ούτε λογική ούτε αναπτυγμένη μεθοδολογία
Αξιοπιστία	Όχι καλά ερευνημένη	3 τύποι της αξιοπιστίας έχουν ερευνηθεί	2 τύποι της αξιοπιστίας έχουν ερευνηθεί
Εγκυρότητα	Όχι καλά ερευνημένη	2 τύποι της προγνωστικής εγκυρότητας έχουν ερευνηθεί	1 τύπος της προγνωστικής εγκυρότητας έχει ερευνηθεί

Εικόνα 11 Κριτήρια αξιολόγησης χρησιμοποιούμενων μεθόδων για την οργανοληπτική αξιολόγηση δειγμάτων νερού και αποτελέσματα ανά μέθοδο: Από τους, William H. Bruvold & Rose Marie Pangborn, *A critical review of methods used for the sensory evaluation of water quality* 1989

Αρχικά, χρησιμοποίησαν το Flavor Threshold Test (FTT) – δοκιμή κατωφλιού γεύσης, το οποίο βασίζεται σε μια κλασική ψυχοφυσική μέθοδο προσδιορισμού με κατώφλι

ανίχνευσης. Είναι κατάλληλο για τον καθορισμό των απόλυτων ορίων ή/και των ορίων ανίχνευσης. Προτείνεται ως πεδίο εφαρμογής, ο καθορισμός του μέγιστου επιπέδου ρύπων για χημικά συστατικά που παράγουν άσχημες γεύσεις στο νερό. Αποτελέσματα μιας τέτοιας εφαρμογής της μεθόδου φαίνεται στο παρακάτω πίνακα (Εικόνα 12).

Chemical	No. of panelists	No. of observations	Threshold odor level ^a (ppm)	
			Avg.	Range
Acetic acid	9	9	24.3	5.07—81.2
Acetone	12	17	40.9	1.29—330
Acetophenone	17	154	0.17	0.0039—2.02
Acrylonitrile	16	104	18.6	0.0031—50.4
Allyl chloride ^b	10	10	14,700	3,660—29,300
<i>n</i> -Amyl acetate	18	139	0.08	0.0017—0.86
Aniline	8	8	70.1	2.0—128
Benzene ^c	13	18	31.3	0.84—53.6
<i>n</i> -Butanol	32	167	2.5	0.012—25.3
<i>p</i> -Chlorophenol	16	24	1.24	0.02—20.4
<i>o</i> -Cresol	13	21	0.65	0.016—4.1
<i>m</i> -Cresol	29	147	0.68	0.016—4.0
Dichloroisopropylether	8	8	0.32	0.017—1.1
2-4 Dichlorophenol	10	94	0.21	0.02—1.35
Dimethylamine	12	29	23.2	0.01—42.5
Ethylacrylate	9	9	0.0067	0.0018—0.0141
Formaldehyde	10	11	49.9	0.8—102
2-Mercaptoethanol	9	9	0.64	0.07—1.1
Mesitylene ^c	13	19	0.027	0.00024—0.062
Methylamine	10	10	3.33	0.65—5.23
Methyl ethyl pyridine	16	20	0.05	0.0017—0.225
Methyl vinyl pyridine	8	8	0.04	0.015—0.12
β -Naphthol ^c	14	20	1.29	0.01—11.4
Octyl alcohol	10	10	0.13	0.0087—0.56
Phenol	12	20	5.9	0.016—16.7
Pyridine	13	130	0.82	0.007—7.7
Quinoline	11	17	0.71	0.016—4.3
Styrene ^c	16	23	0.73	0.02—2.6
Thiophenol ^b	10	10	13.5	2.05—32.8
Trimethylamine	10	10	1.7	0.04—5.17
Xylene ^c	16	21	2.21	0.26—4.13
<i>n</i> -Butyl mercaptan	8	94	0.006	0.001—0.06

^a Threshold values based upon pure substances.

^b Threshold of a saturated aqueous solution. Solubility data not available.

^c Dilutions started with saturated aqueous solution at room temperature; solubility data obtained from literature for correction back to pure substances.

Εικόνα 12 Συγκεντρώσεις κατωφλίου οσμής για διάφορα χημικά συστατικά σε πόσιμο νερό (William H. Bruvold & Rose Marie Pangborn, A critical review of methods used for the sensory evaluation of water quality 1989)

Στη συνέχεια, χρησιμοποίησαν το Flavor Rating Scale (FRS) – κλίμακα διαβάθμισης γεύσης. Το FRS αντιπροσωπεύει την εφαρμογή αισθητηριακής κλίμακας αξιολόγησης γεύσεων που εμπεριέχονται στο νερό. Η κλίμακα περιλαμβάνει σημεία αναφοράς κατανεμημένα σε ισοδιαστήματα, με το μεσαίο σημείο αναφοράς να είναι το ουδέτερο (μηδενικό) και να διαχωρίζει την κλίμακα σε διαστήματα αρνητικής αξιολόγησης και

θετικής αξιολόγησης, αριστερά και δεξιά του μεσαίου σημείου. Τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων είναι πολύ αξιόπιστα είτε προέρχονται από πάνελ ειδικά εκπαιδευμένων αξιολογητών, είτε από το απλό καταναλωτικό κοινό. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό ορίων ανίχνευσης και δεν ενδείκνυται για προσδιορισμό και παρακολούθηση των εργασιών μονάδας επεξεργασίας. Είναι κατάλληλο για την αξιολόγηση τελικού νερού που παρέχεται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.

Τέλος, έκαναν χρήση του Flavor Profile Analysis (FPA) – ανάλυση προφίλ γεύσης. Κι εδώ πρόκειται για αξιολόγηση με κλίμακα διαβάθμισης/αναλογίας ως προς την γεύση του νερού. Όμως, συγκεκριμένες διαδικασίες που περιλαμβάνονται σε αυτή, αυξάνουν την αξιοπιστία των αξιολογήσεων. Οι αξιολογητές λαμβάνουν εκτενή εκπαίδευση ως προς τις διαδικασίες των μεθόδων πριν τις εκτελέσουν. Τους προσδιορίζονται συγκεκριμένα τα χαρακτηριστικά που είναι προς αξιολόγηση, και ποιοτικά και ποσοτικά με προκαθορισμένη κλίμακα. Τέλος, οι αξιολογητές λειτουργούν ως ομάδα που συζητούν μεταξύ τους και με τον αρχηγό της ομάδας πώς και γιατί θα αξιολογηθεί ένα δείγμα. Όπως είναι κατανοητό το FPA δεν είναι πλήρως στανταρισμένη μέθοδος, αλλά οι διαδικασίες αξιολόγησής του δίνουν ομοιόμορφα αποτελέσματα γενικότερα μεταξύ διαφορετικών πάνελ, αξιολογητών κλπ. Το FPA είναι πολύ χρήσιμο για την παρακολούθηση και αξιολόγηση της διαδικασίας επεξεργασίας νερού. Έχει την ικανότητα να προβλέπει, επίσης, την αξιολόγηση των καταναλωτών τόσο μακροπρόθεσμα όσο και βραχυπρόθεσμα.

5.2.American Public Health Association standard methods

Στις μεθόδους της American Public Health Association (APHA) standard methods, αρχικά το 1996 και στη συνέχεια το 2000, υπάρχουν πρότυπες μέθοδοι τόσο για την οσμή όσο και για τη γεύση. Η APHA 2150, η οποία αναφέρεται στην οσμή, περιγράφει την κατευθυντήρια οδηγία για την δοκιμή αριθμού κατωφλιού αντίληψης οσμής. Για τη συγκεκριμένη διαδικασία, δεν χρειάζεται ακραία ευαισθησία. Θα πρέπει να αποφεύγεται όμως το κάπνισμα και το φαγητό ή και αρώματα και σαπούνια με έντονα αρώματα. Οι δοκιμαστές δεν πρέπει να δοκιμάζουν πολλά δείγματα και να προκαλείται κόπωση σε αυτούς. Θα πρέπει να ξεκουράζονται συχνά και σε χώρους που δεν θα υπάρχουν οσμές στην ατμόσφαιρα. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, για να είναι αποδεκτό από τον καταναλωτή θα πρέπει να μην έχει καμία οσμή ή/και γεύση.

Ο αριθμός κατωφλίου αντίληψης οσμής (Threshold Odor Number - TON), είναι η μεγαλύτερη αραιώση του δείγματος με νερό χωρίς οσμή που αποδίδει μια σίγουρα αισθητή οσμή. Δηλαδή, για την δοκιμή, φέρεται συνολικός όγκος δείγματος και νερό 200ml. Αν υπάρχει οσμή στο δείγμα, τότε ξεκινούν οι διαδοχικές αραιώσεις (π.χ. 140ml δείγμα και 60ml υπερκάθαρο νερό ή 100ml δείγμα και 100ml υπερκάθαρο νερό κοκ). Στην αραιώση που σταματά να έχει οσμή το δείγμα, εκεί σημειώνεται και ο αριθμός κατωφλίου οσμής. Για παράδειγμα, αν το δείγμα έχει οσμή στην αραιώση 50ml δείγματος και 150ml υπερκάθαρο νερό, ενώ στην αμέσως επόμενη αραιώση δεν έχει, τότε ο αριθμός κατωφλίου οσμής, σύμφωνα με τον πίνακα 4, είναι 4. Ακολουθούνται οι αραιώσεις και καταγράφεται ο αντίστοιχος TON που παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Όγκος δείγματος αραιωμένος στα 200ml	Αριθμός κατωφλίου οσμής TON	Όγκος δείγματος αραιωμένος στα 200ml	Αριθμός κατωφλίου οσμής TON
200	1	12	17
140	1.4	8.3	24
100	2	5.7	35
70	3	4	50
50	4	2.8	70
35	6	2	100
25	8	1.4	140
17	12	1	200

Πίνακας 4 Αριθμοί κατωφλίου οσμής (Threshold Odor Number - TON) που αντιστοιχούν σε διάφορες αραιώσεις, American Public Health Association standard methods (APHA) 2150, 2000

Οι αριθμοί TON έχουν υπολογιστεί από τον τύπο $TON=(A+B)/A$, όπου A ο όγκος του δείγματος και B ο όγκος του άοσμου νερού.

Ο αριθμός TON που χαρακτηρίζεται το δείγμα είναι ο τελευταίος που το νερό έχει οσμή. Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης με αριθμό μεγαλύτερο του 1, χαρακτηρίζεται ως μη αποδεκτό από τον καταναλωτή.

Η ίδια διαδικασία περιγράφεται και στην οδηγία American Public Health Association APHA 2160, που αναφέρεται στη γεύση με τους αντίστοιχους αριθμούς κατωφλίου γεύσης (Flavor Threshold Number – FTN), με τον πίνακα να διαφοροποιείται ως εξής:

Όγκος δείγματος ml	Αραιωμένος όγκος ml	Αριθμός κατωφλίου γεύσης FTN
200	0	1
100	100	2
70	130	3
50	150	4
35	165	6
25	175	8
17	183	12
12	188	17
8	192	25
6	194	33
4	196	50
3	197	67
2	198	100
1	199	200

Πίνακας 5 Αριθμοί κατωφλίου οσμής (Flavor Threshold Number - FTN) που αντιστοιχούν σε διάφορες αραιώσεις, American Public Health Association standard methods (APHA) 2160, 2000

5.3. Οργανοληπτική αξιολόγηση νερού με χρήση n- Εξανάλης

Το 2007, οι Pinar Omur-Ozbek και Andrea M. Dietrich, συνειδητοποιώντας ότι υπάρχει έλλειψη όσο αφορά σε πρότυπα αναφοράς οσμής για οργανοληπτική αξιολόγηση του νερού, εν αντιθέσει με την πληθώρα σε πρότυπα αναφοράς γεύσης, μπήκαν στην διαδικασία να αναπτύξουν πρότυπο αναφοράς για τον οργανοληπτικό έλεγχο της οσμής του νερού με n-εξανάλη. Σε μεθόδους όπου το πάνελ δοκιμαστών εκπαιδεύεται πριν την διαδικασία της αξιολόγησης (όπως το Flavor Profile analysis, FPA), πρότυπα αναφοράς οσμής και γεύσης είναι απαραίτητα στην εκπαίδευση του πάνελ και στην μετέπειτα αξιολόγηση των δειγμάτων. Η ανάπτυξη λοιπόν ενός προτύπου αναφοράς οσμής θα διευκόλυνε τα πάνελ να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν με ακρίβεια και αμεσότητα την ένταση οσμής ενός δείγματος νερού, ούτως ώστε να αποφευχθεί η έμμεση αντιστοίχιση από την ένταση της γεύσης σε ένταση της οσμής όπως γινόταν μέχρι πρότινος.

Αντικείμενο διερεύνησης λοιπόν ήταν η καταλληλότητα της n-εξανάλης ως πρότυπο αναφοράς οσμής. Κομβικά σημεία της έρευνας ήταν ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης n-εξανάλης που αντιστοιχεί στο κατώφλι ανίχνευσής της, η καταγραφή της πλοκής Weber-Fechner της n-εξανάλης, η καταγραφή προτεινόμενων τιμών συγκέντρωσης n-εξανάλης προς χρήση ως πρότυπο αναφοράς οσμής για FPA, η εκτίμηση του ποσοστού του πληθυσμού που μπορεί να ανιχνεύσει την οσμή στην προτεινόμενη συγκέντρωση του προτύπου αναφοράς, και τέλος, η αξιολόγηση της χημικής σταθερότητας της n-εξανάλης ως ένωση. Η n-εξανάλη είναι ένα πρόσθετο τροφίμων χωρίς γνωστά δυσμενή αποτελέσματα για την ανθρώπινη υγεία και έχει μια ευχάριστη χορτώδη μυρωδιά.

Ως προς την διαδικασία τώρα, επιλέχθηκαν 22 φοιτητές της σχολής του Virginia Tech και ομαδοποιήθηκαν σε 4 διαφορετικά πάνελ. Όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε μια προπόνηση 1 ημέρας για να εκπαιδευτούν στη μέθοδο Flavour Profile Analysis (FPA) σύμφωνα με το πρωτόκολλο ASTM-STP 435. Έτσι, μπόρεσαν να αναγνωρίσουν και να εξοικειωθούν με τις εντάσεις και με αρκετές μυρωδιές στο πόσιμο νερό, και κατόπιν να μπουν σε διαδικασία αξιολόγησης. Άλλη ομάδα, συμμετείχε σε μέθοδο τριγωνικής δοκιμής χωρίς όμως να εκπαιδευτούν, για να προσδιοριστεί η ικανότητα του γενικού πληθυσμού στην ανίχνευση χαμηλής συγκέντρωσης n-εξανάλης.

Έγιναν επίσης, δοκιμές χημικής σταθερότητας για να καθοριστεί η σταθερότητα της n-εξανάλης με SPME-GC/MS. Χρησιμοποιήθηκε νερό υψηλής καθαρότητας.

Τα αποτελέσματα της FPA για τέσσερα διαφορετικά πάνελ με n-εξανάλη συγκεντρώσεων από 1 έως 1000mg/L, δείχνουν ότι η n-εξανάλη αποδίδει παρόμοιες βαθμολογίες έντασης. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι τα αποτελέσματα δεν είναι διαφορετικά. Ως εκ τούτου, αξιολογείται ότι η n-εξανάλη δίνει αναπαράξιμα αποτελέσματα. Οι δοκιμαστές ανέφεραν ότι τους άρεσαν να μυρίζουν το νερό με την n-εξανάλη και κάποιιοι από αυτούς θα το έπιναν.

Conc. (μg/L)	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 4	Overall ±std. dev.
1	1	1	1	1	1.0±0
5	2	2	1.8	1.8	1.9±0.1
10	2.5	3.3	2.4	2.4	2.6±0.4
25	4	3.4	3.9	4	3.8±0.3
50	4.5	4.9	4.7	4.9	4.7±0.2
100	5.5	5	5.4	5.7	5.4±0.3
500	6.5	7.2	7	6.7	6.8±0.3
1000	7	8.2	7.5	7.3	7.5±0.5

Εικόνα 13 Βαθμολογίες έντασης n-Εξανάλης από 4 πάνελ δοκιμαστών (Pinar Omur-Ozbek και Andrea M. Dietrich, 2007)

Στην τριγωνική δοκιμή, η συγκέντρωση ήταν χαμηλή, σε επίπεδο που βρίσκεται συνήθως στο πόσιμο νερό (30mg/L). Η συγκέντρωση αυτή 30mg/l n-εξανάλης βαθμολογείται ως «αδύναμη», αλλά προτείνεται ως συγκέντρωση κατωφλίου ανίχνευσης. Μόνο 3 από τους 66 δοκιμαστές δεν μπόρεσαν να εντοπίσουν το περίεργο δείγμα, κάτι που δείχνει ότι το ευρύ κοινό είναι πολύ ευαίσθητο στην n-εξανάλη, καθώς απαιτούνται μόνο 29 στατιστικά σωστές απαντήσεις.

Άρα, συμπερασματικά, η n-εξανάλη μπορεί να ανιχνευτεί από το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού. Είναι εύκολα διαλυτή στο νερό, αποδίδοντας παρόμοιες εντάσεις μεταξύ των δοκιμαστών και αναπαραγώγιμα αποτελέσματα σε διαφορετικά πάνελ δοκιμαστών. Δεν προκαλεί κόπωση σε υψηλότερες συγκεντρώσεις ή μετά από μερικές δειγματοληπτικές αξιολογήσεις και έχει γραμμική πλοκή που δείχνει ότι η ένταση της οσμής αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης των οσμών. Για αυτούς τους λόγους λοιπόν, προτείνεται ως ιδανικό πρότυπο αναφοράς οσμής κατά την εκπαίδευση FPA πάνελ δοκιμαστών για δείγματα νερού και για την περαιτέρω αξιολόγηση των δειγμάτων και όχι μόνο, για επίτευξη μεγαλύτερης ακρίβειας και μεγαλύτερης ευχρηστίας σε όσες μεθόδους είναι εφαρμόσιμη η χρήση προτύπου αναφοράς οσμής.

Ηλεκτρονική μύτη και γλώσσα

Σύμφωνα με το άρθρο που δημοσιεύτηκε από Laszlo Sipos et.al το 2010, η ηλεκτρονική μύτη είναι ένα όργανο μίμησης της ανθρώπινης οσμής. Τόσο η γεύση όσο και η οσμή, γίνεται αντιληπτή ως συνολικό αποτύπωμα. Περιλαμβάνει συστοιχία ηλεκτρονικών χημικών αισθητήρων και κατάλληλο σύστημα αναγνώρισης προτύπων που αναγνωρίζει απλές ή σύνθετες οσμές.

Όσον αφορά τη λειτουργία της, δημιουργείται μια βάση δεδομένων με εξειδικευμένα δείγματα και γίνεται σύγκριση πτητικών συστατικών, όπως οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες και οι κετόνες. Συγκρίνονται δηλαδή, τα δείγματα με αυτά που υπάρχουν στη βάση δεδομένων που έχει προγραμματιστεί στην ηλεκτρονική μύτη. Τα μειονεκτήματά της είναι πως δεν μπορεί να ανιχνεύσει διαφορετικά μόρια που διαμορφώνουν μια οσμή, και υπάρχει ενδεχόμενο να καταγραφούν ως διαφορετικά συστατικά (D.Josic et. al, 2016).

Η ηλεκτρονική μύτη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου τροφίμων, για την ανίχνευση επιμόλυνσης, αλλοίωσης ή νοθείας, καθώς και για τον έλεγχο συνθηκών αποθήκευσης. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικά τμήματα επεξεργασίας και παραγωγής τροφίμων για τη διαχείριση της μεταβλητότητας α' υλών, την μέτρηση και τη σύγκριση της επεξεργασίας των προϊόντων (Julian W Gardner et. al, 2000).

Η ηλεκτρονική γλώσσα αποτελείται από ηλεκτρόδια λιπιδίων / πολυμερών μεμβρανών, έναν αυτόματο χειριστή (autosampler) και έναν υπολογιστή (Tran et. al, 2004).

Υπάρχουν πρότυπα αναφοράς, όπως για παράδειγμα πρότυπο Ag/AgCl, τα οποία βοηθούν στην εκτίμηση της έντασης των μετρούμενων δειγμάτων (Chen Zhao et. al, 2008).

Για κάθε μέτρηση, χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 100ml δείγματος στο οποίο εισέρχεται το ηλεκτρόδιο του οργάνου για 3 λεπτά. Το αποτέλεσμα καταγράφεται και το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται με απιονισμένο νερό για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα (Laszlo Sipos et. al, 2010).

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο οργανοληπτικού ελέγχου στο Πανεπιστήμιο Corvinus της Βουδαπέστης, χρησιμοποιήθηκε η ηλεκτρονική γλώσσα και

ένα panel δοκιμαστών με δείγματα εμφιαλωμένων νερών, νερών πηγών και νερών δικτύου. Τα αποτελέσματα, έδειξαν διαφορές μεταξύ νερών από διαφορετικές περιοχές. Στα δείγματα, πραγματοποιήθηκαν και χημικές αναλύσεις σχετικά με τα μέταλλα και τα ιόντα. Τόσο το panel όσο και στην ηλεκτρονική γλώσσα, έδειξαν να συμφωνούν για τα αποτελέσματα, τα οποία κατόπιν των χημικών αναλύσεων, έδειξαν ότι υπάρχουν και από χημικής σύστασης διαφορές. Οι συγκεντρώσεις των χλωριούχων, θειικών και μαγνησίου επιβεβαίωσαν αυτές τις διακρίσεις. Εκεί, παρατηρήθηκαν διαφορές, ανάλογα με την περιοχή του δείγματος (Rudniskaya et.al, 2009).

5.4.Νεότερες οργανοληπτικοί μέθοδοι για την αξιολόγηση του νερού

Βάσει ερευνών που πραγματοποιήθηκαν πάνω σε διαφορετικές μεθόδους οργανοληπτικού ελέγχου για τον προσδιορισμό της γεύσης του νερού από τους Eric Teillet et al. το 2010, φάνηκε η δυσκολία προσδιορισμού των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του νερού και η ανάγκη ανάπτυξης νέων μεθόδων πιο αποτελεσματικών για το ζητούμενο.

Το να περιγράψει κάποιος την γεύση του νερού είναι πρόκληση αφού υποτίθεται ότι το πόσιμο νερό δεν έχει σχεδόν καθόλου γεύση. Στην προαναφερθείσα μελέτη, εφαρμόστηκαν διαφορετικές κλασσικές μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου προκειμένου να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά του νερού και συγκρίθηκαν μεταξύ τους το Sensory Profile, το Temporal Dominance of Sensations (TDS) και το Free Sorting task. Και οι τρεις μέθοδοι εμφάνισαν μειονεκτήματα. Το Sensory Profile και το TDS δεν έδωσαν αποτελεσματική διάκριση των χαρακτηριστικών του νερού, σε αντίθεση με το Free Sorting task που έδωσε διακριτά χαρακτηριστικά αλλά δεν ήταν δυνατή η συσσωμάτωση των δεδομένων της μεθόδου προς ανάλυσή τους. Οπότε μια νέα μεθοδολογία αναπτύχθηκε με βάση την σύγκριση με σύνολο προτύπων και ονομάστηκε «Polarized Sensory Positioning», (PSP). Αυτή η μέθοδος επιτρέπει εύκολο προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του νερού χωρίς την ανάγκη μεγάλου αριθμού δειγμάτων. Τέλος, εμφανίζει νέο τύπο δεδομένων που απαιτεί ειδική μέθοδο ανάλυσης (Eric Teillet et al., 2010).

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

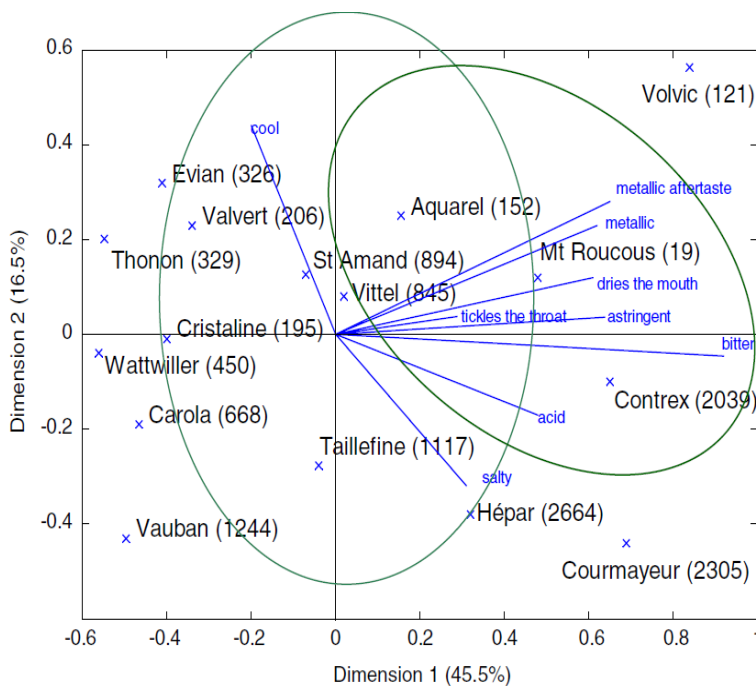
Επιλέχθηκαν νερά που κάλυπταν όλο το εύρος συγκεντρώσεων μεταλλικών στοιχείων που απαντώνται στην Γαλλία. Εμφιαλωμένα νερά επιλέχθηκαν με τα ίδια κριτήρια από γνωστές γαλλικές μάρκες νερών που κυκλοφορούν στην αγορά. Νερά βρύσης συλλέχθηκαν από διάφορες πόλεις της Γαλλίας, από το δίκτυο της Lyonnaise des Eaux.

Μεταφέρθηκαν όλα σε πλαστικά μπουκάλια της ίδιας παρτίδας. Τα νερά βρύσης αποχλωριώθηκαν παθητικά μετά από φύλαξή τους για μια βδομάδα στο ψυγείο.

Το πιο μεγάλης συγκέντρωσης μεταλλικών στοιχείων νερό ήταν ένα δείγμα της τάξης των 504mg/L. (Evian με χλώριο) Το παραπάνω δείγμα, προστέθηκε στα υπόλοιπα δείγματα ως spike δείγμα για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα της PSP μεθόδου. Κάθε δείγμα περιείχε 0,2 mg/L ελεύθερου χλωρίου.

Από παλιότερες μεθόδους, είχαν αναδειχθεί τρεις κύριες γεύσεις για το νερό, οπότε επιλέχθηκαν τρία εμφιαλωμένα νερά (Evian, Volvic, Vittel) να ταιριάζουν σε αυτά τα χαρακτηριστικά ως πρότυπα αναφοράς, οι λεγόμενοι «πόλοι», βάσει των οποίων θα αξιολογούνταν τα υπόλοιπα δείγματα.

Τα υπόλοιπα δείγματα νερών λοιπόν τοποθετήθηκαν στον χάρτη των προτύπων σε αναλογική απόσταση και κατηγορία από τους κύριους πόλους.



Εικόνα 14. Κύριες εντυπώσεις και αποτυπώσεις των υπόλοιπων δειγμάτων νερού αναλογικά στον χάρτη των προτύπων, βάσει της μεταλλικότητας τους (Eric Teillet et al., Sensory methodologies and the taste of water, 2010)

Από το σύνολο των μεθόδων και των δοκιμών του κοινού, και στα εμφιαλωμένα αλλά και στα αποχλωριωμένα νερά βρύσης προέκυψαν κάποιες κύριες εντυπώσεις και αποτυπώσεις στον χάρτη, βάσει της μεταλλικότητας των νερών. Η έλλειψη ή μη της αίσθησης του δροσερού (cool), που είναι βασικό κριτήριο προτίμησης από το κοινό. Όπως και άλλες βασικές γεύσεις που προκύπτουν βάσει μεταλλικότητας, δηλαδή πικρή και μεταλλική γεύση για νερά χαμηλής περιεκτικότητας σε μεταλλικά στοιχεία, αίσθηση ουδέτερη και φρεσκάδας για νερά μεσαίας μεταλλικότητας -που είναι και αυτά της μεγαλύτερης κοινής αποδοχής- και αλμυρή γεύση για νερά υψηλής μεταλλικότητας. Γενικότερα, το κάθε περιεχόμενο μεταλλικό στοιχείο στο εκάστοτε νερό συνεισφέρει στην γεύση του νερού διαμορφώνοντας την, για να καταλήξει κάθε τύπος νερού στην θέση που του αντιστοιχεί στον χάρτη.

Πέραν των γνωστών χαρακτηριστικών και διαδικασιών των παλιότερων μεθόδων που ήδη γνωρίζουμε, το PSP περιγράφεται ως μέθοδος όπου δεν χρειάζεται μεγάλος αριθμός δειγμάτων, δεν χρειάζεται ιδιαίτερη εκπαίδευση πάνελ και επιτρέπει την επεξεργασία και συσσωμάτωση δεδομένων και από διαφορετικά πειράματα.

(Eric Teillet et al., 2010).

5.5. Διεθνές πρότυπο ISO 13299:2003

Στο ISO 13299:2003 περιγράφεται η συνολική διαδικασία για την ανάπτυξη ενός αισθητηριακού προφίλ για τρόφιμα και νερά για να αναπτύξει ή να αλλάξει, να ορίσει, να βελτιώσει τη διάρκεια ζωής, να συγκρίνει, να καθοδηγήσει τους καταναλωτές, και τέλος, να χαρακτηρίσει ανά τύπο και ένταση των οσμών ή των γεύσεων σε ένα δείγμα νερού ή αέρα. Απαραίτητα έγγραφα αναφοράς είναι όλα όσα σχετίζονται με τις διαδικασίες του οργανοληπτικού ελέγχου και περιλαμβάνονται σε αυτό το ISO. Μερικά εξ αυτών είναι το ISO 8586, 6658:1985, 8589, 11035, 11036 και 11056. Επίσης, υπάρχουν πίνακες στους οποίους αναφέρονται οι προτεινόμενοι τομείς εφαρμογής διαφορετικών προφίλ και τα βήματα για τη δημιουργία ενός αισθητηριακού προφίλ και των σχετικών διεθνών προτύπων που χρειάζεται να ακολουθηθεί ανάλογα με το είδος της οργανοληπτικής αξιολόγησης.

Ανάλογα με την τεχνική, αναφέρονται στο ISO 13299:2003 προτεινόμενα πεδία εφαρμογής. Αυτά έχουν ως εξής:

Στο συμβατικό προφίλ, δηλαδή στην περιγραφική ανάλυση, οι εκτιμητές είναι καθισμένοι σε θαλαμίσκους και αξιολογούν κάθε δείγμα σε προκαθορισμένο σύνολο γνωρισμάτων και κλίμακας. Είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική. Κατάλληλη για εφαρμογές ρουτίνας και έρευνας. Γενικά είναι η πιο αξιόπιστη τεχνική. Τα προφίλ είναι αναπαράξιμα μέσα στο χρόνο και στο πάνελ. Αν δίνεται επαρκής εκπαίδευση και αν χρησιμοποιούνται αρκετά πρότυπα αναφοράς, τα προφίλ είναι αναπαράξιμα και μεταξύ διαφορετικών πάνελ. Ωστόσο, είναι μια ακριβή μέθοδος, εξαιτίας της απαίτησης αρκετά μεγάλων πάνελ και περιποιημένων περιοχών με θαλαμίσκους. Η επιλογή και η εκπαίδευση των δοκιμαστών είναι αρκετά χρονοβόρα.

Στο συναινετικό προφίλ, δηλαδή στο προφίλ όπου οι δοκιμαστές είναι όλοι καθισμένοι γύρω από ένα τραπέζι, οι δοκιμαστές αναπτύσσουν την δική τους ορολογία και βαθμολογία βάσει του συνόλου των δειγμάτων που τους παρουσιάζεται. Είναι κατάλληλη για οργανοληπτικό έλεγχο ρουτίνας σε ποικιλία διαφόρων προϊόντων, όπως αυτά που προσφέρονται σε ένα σούπερ μάρκετ. Επίσης, είναι χρήσιμο για μη επαναλαμβανόμενα σύνολα παρόμοιων προϊόντων. Πολλά δείγματα μπορούν να αξιολογηθούν με σχετικά μικρό κόστος σε δείγματα και σε χρόνο αξιολογητών. Τα προφίλ, όμως, που λαμβάνονται

είναι μοναδικά για συγκεκριμένο πάνελ και σετ δειγμάτων. Η ποιότητα των δεδομένων εξαρτάται πολύ από την εμπειρία και την ικανότητα του αρχηγού του πάνελ.

Προφίλ ελεύθερης επιλογής. Εδώ οι δοκιμαστές είναι σε ξεχωριστούς θαλαμίσκους και είναι ελεύθεροι να διαλέξουν τη δικιά τους ορολογία και κλίμακα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έμπειρους αξιολογητές σαν προκαταρκτικό βήμα για την ανάπτυξη όρων που θα θεωρηθούν περιγραφές. Επίσης είναι μια εναλλακτική διαδικασία στον έλεγχο καταναλωτών για ένα σύνολο προϊόντων, αποφεύγοντας την ανάγκη να αναπτύξουν απλοί καταναλωτές σύνολο χαρακτηριστικών και κλίμακας.

Στο προφίλ σχέσεως έντασης-χρόνου, οι αξιολογητές που βρίσκονται πάλι σε θαλαμίσκους, καταγράφουν την ένταση ενός χαρακτηριστικού ανά τον χρόνο. Προτείνεται σε μελέτες χαρακτηριστικών που αλλάζουν ανά τον χρόνο μέσα στο στόμα. Είναι η μόνη τεχνική που είναι διαθέσιμη να περιγράψει τα χαρακτηριστικά αυτά, μελετώντας όμως μόνο ένα ή δυο χαρακτηριστικά το πολύ κάθε φορά. Οι δοκιμαστές πρέπει να είναι εκπαιδευμένοι.

Επίσης, στο συγκεκριμένο διεθνές πρότυπο, αναφέρονται τα βήματα για τη δημιουργία αισθητήριου προφίλ και των σχετικών διεθνών προτύπων.

Για την εγκατάσταση κτιριακής υποδομής οργανοληπτικού ελέγχου σχετίζεται το ISO:8589. Για την επιλογή προϊόντων που περικλείουν το εύρος των χαρακτηριστικών που πρέπει να εμπλακούν στον οργανοληπτικό έλεγχο, γίνεται χρήση του ISO:8586-2, όπου εμπλέκονται ειδικά εκπαιδευμένοι αξιολογητές. Ενώ, το ISO:8586-1 που αναφέρεται στην επιλογή των αξιολογητών, μαζί με το ISO:5496 που αναφέρεται στην αναγνώριση των οσμών, χρησιμοποιούνται στη επιλογή και εκπαίδευση αξιολογητών για μια δοκιμή. Για την επιλογή κατάλληλων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων σχετίζονται το ISO:5492, που αφορά το λεξιλόγιο, το ISO:6564 που αφορά τα flavor profiles, το ISO:11035 που αναφέρεται στην αναγνώριση/ταυτοποίηση χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και το ISO:11036 στο προφίλ υφής. Για την επιλογή κλίμακας ή κλιμάκων έντασης για χρήση τους με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, σχετικά διεθνή πρότυπα είναι το ISO:4121 και το ISO:11056. Τα πρότυπα ISO:8586-1 και -2 που προαναφέρθηκαν, χρησιμοποιούνται και για την εκπαίδευση των αξιολογητών για χρήση των επιλεγμένων κλιμάτων και γνωρισμάτων. Για την αξιολόγηση των δειγμάτων από τους δοκιμαστές, βασικά πρότυπα είναι το ISO:6564 και το ISO:6658 που δίνει γενικές οδηγίες. Τέλος, για την έκθεση των αποτελεσμάτων, στην οποία αναλύονται τα στατιστικά δεδομένα και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την εξαγωγή συμπερασμάτων, συσχετιζόμενα διεθνή πρότυπα είναι το ISO:6564 και το ISO:11036.

Επίσης, στο πρότυπο αυτό, αναφέρονται όλα τα είδη οργανοληπτικού ελέγχου με επεξηγήσεις καθώς και τον απαιτούμενο αριθμό των δοκιμαστών για τις αντίστοιχες διαδικασίες και τους κατευθυντήριους πίνακες αυτών για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, εξαιτίας της ζωτικής σημασίας του πόσιμου νερού για τον άνθρωπο, έχουμε καταφέρει να προσεγγίσουμε και να εξασφαλίσουμε την ποιότητά του πολύπλευρα, τόσο με χημικές αναλύσεις όσο και με μεθόδους οργανοληπτικού ελέγχου.

Οι χημικές αναλύσεις που απαιτούνται για αυτό, περιγράφονται επιτακτικά από νομοθετικά όρια και διεθνή πρότυπα όπως το ISO. Η χημική σύσταση ενός δείγματος νερού είτε εμφιαλωμένου, είτε δικτύου, πηγής και άλλων, μας προδιαγράφει πέραν του αν το δείγμα είναι ασφαλές για την υγεία του ανθρώπου ή όχι, και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Τα είδη και η συγκέντρωση των ιόντων και των μεταλλικών στοιχείων που περιέχονται σε ένα δείγμα νερού (ενδείξεις των οποίων είναι για παράδειγμα η αγωγιμότητα, και η σκληρότητά τους), καθορίζουν και την γεύση αλλά και την οσμή του δείγματος νερού αυτού. Αυτό επιβεβαιώνεται και μέσω των οργανοληπτικών μεθόδων, πάντα με ορθή πρακτική αλλά και με τις κατάλληλα επιλεγμένες μεθόδους.

Η βιβλιογραφική έρευνα, έδειξε ότι η δημοσιευμένη επιστημονική έρευνα σχετικά με τις οργανοληπτικές μεθόδους για την αξιολόγηση του νερού, είναι πολύ περιορισμένη. Από τις υπάρχουσες, λοιπόν, μεθόδους υπάρχουν παλιότερες και νεότερες μέθοδοι που εφαρμόζονται στην οργανοληπτική αξιολόγηση του νερού. Κάποιες καταγράφονται με τεχνολογικά μέσα (monitoring), κάποιες όχι.

Οι παλιότερες κλασσικές μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου περιλαμβάνουν μεθόδους όπως οι δοκιμές διάκρισης, οι δυναμικές μέθοδοι, οι μέθοδοι προτίμησης - αποδοχής, οι περιγραφικές μέθοδοι, οι κλίμακας - διαβάθμισης, όπως το Flavor Rating Scale, μεθόδους ανάλυσης προφίλ γεύσης, όπως η Flavor Profile Analysis και το Sensory Profile και μεθόδους προσδιορισμού με κατώφλι ανίχνευσης, όπως το Flavor Threshold Test. Το Flavor Threshold Test (FTT) είναι κατάλληλο για τον καθορισμό των απόλυτων ορίων ή/και των ορίων ανίχνευσης. Προτείνεται ως πεδίο εφαρμογής, ο καθορισμός του μέγιστου επιπέδου ρύπων για χημικά συστατικά που παράγουν άσχημες γεύσεις στο νερό. Το Flavor Rating Scale (FRS) δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό ορίων ανίχνευσης και δεν ενδείκνυται για προσδιορισμό και παρακολούθηση των εργασιών μονάδας επεξεργασίας, είναι όμως κατάλληλο για την αξιολόγηση τελικού νερού που παρέχεται για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Το Flavor Profile Analysis (FPA), αντίθετα, είναι πολύ

χρήσιμο για την παρακολούθηση και αξιολόγηση της διαδικασίας επεξεργασίας νερού και έχει την ικανότητα να «προβλέπει» την αξιολόγηση των καταναλωτών.

Οι πιο σύγχρονες μέθοδοι οργανοληπτικού ελέγχου περιλαμβάνουν μεθόδους με χρήση πρότυπου αναφοράς, όπως το Polarized Sensory Positioning (PSP), μεθόδους προσδιορισμού με κατώφλι αντίχενωσης, όπως οι American Public Health Association standard methods (APHA standard methods) και δυναμικές μεθόδους, όπως η δυναμική μέθοδος σχέσης έντασης-χρόνου Temporal Dominance of Sensations (TDS). Πρόσφατη μελέτη, επίσης, αποτέλεσε και η ανάπτυξη προτύπου αναφοράς οσμής με n-εξανάλη με ικανοποιητικά και επαναλήψιμα αποτελέσματα, καθιστώντας το ενδεδειγμένο για εκπαίδευση πάνελ αλλά και αναλογική αξιολόγηση δειγμάτων. Το Polarized Sensory Positioning (PSP) για τον οργανοληπτικό έλεγχο γεύσης του νερού, μία από τις πιο πρόσφατα ανεπτυγμένες μεθόδους, όπου γίνεται χρήση συνόλου προτύπων αναφοράς εν προκειμένω «πόλους», επιτρέπει τον εύκολο προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του νερού χωρίς την ανάγκη μεγάλου αριθμού δειγμάτων, δεν χρειάζεται ιδιαίτερη εκπαίδευση πάνελ και επιτρέπει την επεξεργασία και καλή συσσωμάτωση δεδομένων και από διαφορετικά πειράματα. Η μέθοδος της APHA είναι ενδεδειγμένη και κατάλληλη για οργανοληπτική αξιολόγηση οσμής και γεύσης του νερού μέσω προσδιορισμού με κατώφλι αντίχενωσης.

Τέλος, έχουμε μεθόδους που προσεγγίζουν τον οργανοληπτικό έλεγχο με τεχνολογικά μέσα, όργανα δηλαδή μίμησης των ανθρώπινων αισθήσεων την ηλεκτρονική μύτη και την ηλεκτρονική γλώσσα.

Για δείγματα με εμφανή και διακριτά χαρακτηριστικά είναι ευκολότερο να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά οι περισσότερες οργανοληπτικές μέθοδοι. Προφανώς, και μπορούμε να εφαρμόσουμε σχεδόν όλων των ειδών των προαναφερθέντων μεθόδων και στο νερό, αλλά λόγω της δυσκολίας προσδιορισμού των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του νερού, αφού το πόσιμο νερό δεν έχει σχεδόν καθόλου γεύση και οσμή, κάποιες μέθοδοι φαίνονται πιο αποτελεσματικές από άλλες, όπως οι νεότερες, πιο σύγχρονες μέθοδοι που προαναφέρθηκαν.

Από όλες τις παραπάνω μεθόδους, ωστόσο, προκύπτει η κοινή βάση ότι η χημική σύσταση του νερού επικαθορίζει την γεύση και την οσμή του και σύμφωνα με αυτήν αξιολογείται. Επίσης, προκύπτει ότι σύμφωνα με την χημική σύσταση των δειγμάτων νερού και την

περιεκτικότητά τους σε ιόντα και μεταλλικά στοιχεία, το καταναλωτικό κοινό ή τα πάνελ δοκιμαστών κατατάσσουν την γεύση -και την οσμή- των διαφόρων ειδών νερών σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Δηλαδή «πικρή και μεταλλική» γεύση για νερά χαμηλής περιεκτικότητας σε μεταλλικά στοιχεία, αίσθηση «ουδέτερη και φρεσκάδας» για νερά μεσαίας μεταλλικότητας -που είναι και αυτά της μεγαλύτερης κοινής αποδοχής- και «αλμυρή» γεύση για νερά υψηλής μεταλλικότητας. Τέλος, προσδίδονται και διάφοροι επιμέρους χαρακτηρισμοί αναλόγως την σύσταση, όπως στυπτική αίσθηση, αίσθηση ξήρανσης στο στόμα, χορτώδης οσμή κλπ.

Άρα, καταληκτικά συμπεραίνουμε ότι ως πτυχές προσέγγισης οργανοληπτικές μέθοδοι ελέγχου και χημικές αναλύσεις συμπληρώνουν και αλληλοεπιβεβαιώνουν η μία την άλλη, καλύπτοντας και ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό αμφότερες. Εντέλει, και καινούργιες και παλιότερες μέθοδοι επιβεβαιώνουν τον συσχετισμό χημικής σύστασης του νερού με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του, πάντα, προφανώς αφήνοντας χώρο για περαιτέρω μελέτη και ανάπτυξη νέων πιο βελτιωμένων μεθόδων, αλλά αυτό μένει να το δείξει το μέλλον...

Βιβλιογραφία

- Stone H., Sidel J.L., 1992, Sensory evaluation practices, Academic Press, San Diego
- Ebbing, Darrell D.· Steven D. Gammon. Γενική Χημεία. Μτφρ. Νικόλαος Δ. Κλούρας (6η έκδοση). Αθήνα: Τραυλός.
- Pollack, Gerald. "Water Science". University of Washington, Pollack Laboratory. Retrieved 2011-02-05. "Water has three phases – gas, liquid, and solid; but recent findings from our laboratory imply the presence of a surprisingly extensive fourth phase that occurs at interfaces."
- Gleick, P.H., επιμ. (1993). Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources. Oxford University Press.
- «MDG Report 2008»
- Baroni, L.; Cenci, L.; Tettamanti, M.; Berati, M. (2007). «Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems». *European Journal of Clinical Nutrition* 61
- Harry , T. Lawless and Hildegard Heymann 2010 sensory evaluation of food: Principles and Practices, 2nd Edition. Springer, New York
- Morten, C. Meilgaard, Gail, V, Civille and B. Thomas Carr (2016). Sensory Evaluation Techniques, 5th edition. CRC Press, Taylor and Francis Group
- Ferrier C., “BOTTLED WATER: UNDERSTANDING A SOCIAL PHENOMENON” , WWF, 2001
- Olstadt, J., Schauer, J.J, Standridge, J. and Kluender, S. (2007) A comparison of ten USEPA approved total coliform/E. coli tests. *J Water Health*. 5(2).
- Kramer, M.H., Herwaldt, B.L., Calderon, R.L. and Juraneck, D. D. (1996) Surveillance for waterborne-disease outbreaks—United States, 1993-1994.
- Arabie, P., & Boorman, S. A. (1973). Multidimensional scaling of measures of distance between partitions. *Journal of Mathematical Psychology*, 10, 148–203.
- AWWA (1993). Flavor profile analysis: Screening and training of panelists. Denver, CO:
- American Water Works Association (AWWA) Manual AWWA.
- Bruvold, W. H., & Gaffey, W. R. (1969). Rated acceptability of mineral taste in water:

- II. Combinatorial effects of ions on quality and action tendency ratings. *Journal of Applied Psychology*, 53(4), 317–321.
- Bruvold, W. H., & Ongerth, H. J. (1969). Taste quality of mineralized water. *Journal of the American Water Works Association*, 61, 170.
- Bruvold, W. H., & Pangborn, R. M. (1966). Rated acceptability of mineral taste in water: I. *Journal of Applied Psychology*, 50(1), 22–32.
- Busing, F. M. T. A., Groenen, P. J. F., & Heiser, W. J. (2005). Avoiding degeneracy in multidimensional unfolding by penalizing on the coefficient of variation. *Psychometrika*, 70, 49–76.
- Falahee, M., & MacRae, A. (1995). Consumer appraisal of drinking water: Multidimensional scaling analysis. *Food Quality and Preference*, 6, 327–332.
- Faye, P., Brumaud, D., Durand Daubin, M., Courcoux, P., Giboreau, A., & Nicod, H. (2004). Perceptive free sorting with naive subjects: An alternative to descriptivemapping and a tool for sensory segmentation of consumers. *Food Quality and Preference*, 15, 781–792.
- Faye, P., Brumaud, D., Teillet, E., Courcoux, P., Giboreau, A., & Nicod, H. (2006). An alternative to external preference mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and Preference*, 17, 604–614.
- Giboreau, A., Navarro, S., Faye, P., & Dumortier, J. (2001). Sensory evaluation of automotive fabrics: The contribution of categorization tasks and non verbal information to set-up a descriptive method of tactile properties. *Food Quality and Preference*, 12, 311–322.
- Krasner, S. W., McGuire, M. J., & Ferguson, V. B. (1985). Tastes and odors: the flavor profile method. *Journal of the American Water Works Association*, 77(3), 34–40.
- Labbe, D., Schlich, P., Pineau, N., Gilbert, F., & Martin, N. (2009). Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. *Food Quality and Preference*, 20(3), 216–221.
- Lavit, C. (1988). *Analyse conjointe de tableaux quantitatifs*. Paris, Masson.
- Lawless, H. Y., Sheng, N., & Knoop, S. S. C. P. (1995). Multidimensional scaling of sorting data applied to cheese perception. *Food Quality and Preference*, 6, 91–98.
- Lee, S. M. S., & Young, G. A. (1995). Asymptotic iterated bootstrap confidence intervals. *Annals of Statistics*, 23, 1301–1330.

- Monrozier, R., & Danzart, M. (2001). A quality measurement for sensory profil analysis: The contribution of extended cross-validation and resampling techniques. *Food Quality and Preference*, 12, 393–406.
- Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, S., Imbert, A., et al.(2009). Construction of TDS curves and comparison with time intensity. *Food Quality and Preference*, 20(6), 450–455.
- Popper, R., & Heymann, H. (1996). Analyzing differences among products and panelists by multidimensional scaling. In T. Naes & E. Risvik (Eds.), *Multivariate analysis of data in sensory science* (pp. 159–184). Amsterdam: Elsevier.
- Schlich, P. (2000). *CAP: Control of assessor performances*. University of Missouri,Columbia: Fifth Sensometrics.
- Stampanoni, C. R. (1993). The quantitative flavor profiling technique. *Perfumer and Flavorist*, 18(6), 19–24.
- Suffet, I. H., Brady, B. M., Bartels, J. H. M., Burlingame, G. A., Yohe, T., & Mallevalle, J.
- (1988). Development of the flavor profile method into a standard method for sensory analysis of water. *Water Science and Technology*, 20(8–9), 1–8.
- Suffet, I. H., Khiari, D., & Bruchet, A. (1999). The drinking water taste and odor wheel for the millennium: Beyond geosmin and 2-methylisoborneol. *Water Science and Technology*, 40(6), 1–14.
- Teillet, E. (2009). *Perception, preference et comportement des consommateurs vis-à-vis d’eaux du robinet et d’eaux embouteillées*. Dijon, Université de Bourgogne.
- Young, F. W., & Hamer, R. M. (1987). *Multidimensional scaling: History, theory, and applications*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.
- Reece et al., 2013, p=44
- ASTM (American Society for Testing and Materials, 1996. *Sensory testing methods*. Eds. Edgar Chalmers IV & Mona Baker Wolf., 2nd Edition. Pp111
- *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*, Sarah E. Kemp, Joanne Hort, Tracey Hollowood, 2018
- οδηγία 98/83/EK
- οδηγία 80/778/EOK

- Οδηγία 2015/1787/ΕΕ
- Άρθρο 2 Οδηγίας 2000/60/ΕΚ
- Οδηγία 90/777/ΕΟΚ
- Οδηγία 2009/54/ΕΚ
- 71/354/ΕΟΚ
- Κ.Υ.Α, ΔΥΓ2/Γ.Π/38295/2007
- ΚΥΑ Β'3282/19092017
- Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης, 2016
- ΦΕΚ 5/Β/1958
- ISO 13299:2003
- ISO:17025:2018
- «European Food Safety Authority (EFSA)»
- Eric Teillet a,c,*, Pascal Schlich b, Christine Urbano a, Sylvie Cordelle a, Elisabeth Guichard, Sensory methodologies and the taste of water,2010
- wineredia, παραγωγική διαδικασία εμφιάλωση νερού, Αναστασοπούλου,2008
- WHO (2011)Guidelines for Drinking-water Quality. 4th Ed. Geneva: World Health Organization.
- Pınar Omur-Ozbek, Andrea M. Dietrich, Developing hexanal as an odor reference standard for sensory analysis of drinking water, 2012
- Rose Marie Pangborn and William H. Bruvold , A critical review of methods used for the sensory evaluation of water quality, ,1989
- Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation and chemical analysis, Laszlo Sipos a, Zoltan Kovacs b, Virag Sagi-Kiss c, Timea Csiki d, Zoltan Kokai a, Andras Fekete b, Karoly Heberger, 2012
- ICAP, 2005, «Κλαδική Μελέτη εμφιαλωμένων νερών», Αθήνα.
- ICAP, 2008, «Κλαδική Μελέτη εμφιαλωμένων νερών», Αθήνα.
- ICAP, 2013, «Κλαδική Μελέτη εμφιαλωμένων νερών», Αθήνα.
- Διαλέξεις Ελισάβετ.Κουσίση ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων»,2020,Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
- Διαλέξεις Β.Λουγκοβόης, ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», 2020,Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

- Διαλέξεις Σταμάτης Κουσίσης ΠΜΣ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων», 2019, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
- Λέκκας Θ., “Περιβαλλοντική Μηχανική Ι: Διαχείριση Υδατικών Πόρων” , Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος,, Μυτιλήνη, TECHNOGRAPH, 1996
- Κανακούδης, Β. (1998). Ο Ρόλος των Έκτακτων Περιστατικών στη Διαμόρφωση Κριτηρίων Προληπτικής Συντήρησης και Αντικατάστασης των Αγωγών στα Δίκτυα Ύδρευσης. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
- Μήτρακας, Μ. (2001). Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού, 2η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα.
- Κρίτων Γρηγοράκης & Ιωάννης Τσάκης (2014) Οργανοληπτικός έλεγχος τροφίμων, αρχές και μέθοδοι, εκδόσεις Παπασωτηρίου
- Γιάννης Τσάκης, (2018) Ποιότητα και ασφάλεια τροφίμων και ποτών, εκδόσεις Τζιόλα
- Νταρακάς, Ε. (2010) Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διεργασίες επεξεργασίας νερού, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Χατζηθεοδώρου, Χ.Δ. (2006). Συστήματα Ύδρευσης και Αποχέτευσης, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
- Ζανάκη, Κ. (2001) Έλεγχος Ποιότητας Νερού. Αθήνα: Ίων
- Καριώτης Γεώργιος, Παναγιωτόπουλος Ελευθέριος (2010), Αυτοματοποίηση στην τοπική αυτοδιοίκηση, Εκδόσεις Δίσιγμα

Ιστοσελίδες

- <http://www.greenfacts.org/en/water-resources/index.htm>
- <http://www.unwater.org>
- <http://www.parliament.gr>
- <http://geografia.fcsh.unl.pt>
- <https://www.deyamp.gr/oikologia-periballon-nero/o-kuklos-tou-nerou>
- <https://water.usgs.org>
- www.pigiolympou.gr
- www.wikipedia.gr
- <https://www.eydap.gr>

- <https://www.eydap.gr/userfiles/47614413-661a-4fba-ba7ca14f00cfa261/Σταγονούλης%20-%20Βιβλίο.pdf>