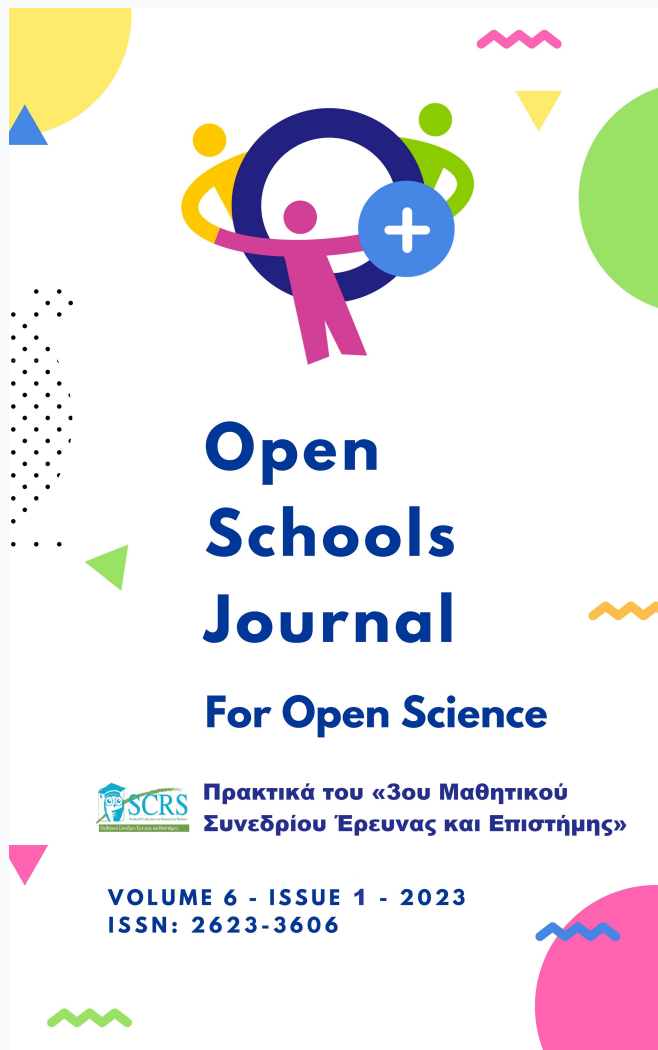


Open Schools Journal for Open Science

Vol 6, No 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»



Μελέτη της θόλωσης υδατικού διαλύματος ούζου

Σοφία-Αικατερίνη Μηχανετζή, Αργυρώ Κατσαράκη,
Δήμητρα Μπάστα, Ioannis S Chiotelis

doi: [10.12681/osj.31892](https://doi.org/10.12681/osj.31892)

Copyright © 2023, Σοφία-Αικατερίνη Μηχανετζή, Αργυρώ Κατσαράκη, Δήμητρα Μπάστα, Ioannis S Chiotelis



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

To cite this article:

Μηχανετζή Σ.-Α., Κατσαράκη Α., Μπάστα Δ., & Chiotelis, I. S. (2023). Μελέτη της θόλωσης υδατικού διαλύματος ούζου. *Open Schools Journal for Open Science*, 6(1). <https://doi.org/10.12681/osj.31892>

Μελέτη της θόλωσης υδατικού διαλύματος ούζου

Σοφία Αικατερίνη Μηχανετζή¹, Αργυρώ Κατσαράκη¹
Δήμητρα Μπάστα¹

¹ Πειραματικό Λύκειο Πανεπιστημίου Πατρών
sofia4mihanetzi@gmail.com, arqiroqr8@gmail.com demybasta@gmail.com

Επιβλέπων Καθηγητής: Χιωτέλης Ιωάννης
Φυσικός, Πειραματικό Λύκειο Πανεπιστημίου Πατρών
johnchiotelis@yahoo.gr

Περίληψη

Είναι γνωστό και περίεργο ότι το ούζο σε σύγκριση με άλλα οινοπνευματώδη ποτά εμφανίζει θόλωση κατά την προσθήκη νερού. Η ξεχωριστή αυτή συμπεριφορά οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα σε συστατικό του ούζου που δεν υπάρχει σε άλλα αντίστοιχα οινοπνευματώδη ποτά. Η σκέψη μας και η ερευνητική μας προσπάθεια εστιάστηκε στο γλυκάνισο. Μελετήσαμε τη συμπεριφορά του υδατικού διαλύματος ούζου με τη βοήθεια του νόμου Beer-Lambert. Σε ογκομετρικό σωλήνα τοποθετούμε ποσότητα ούζου και καταγράφουμε τη διείσδυση δέσμης λέιζερ μέσα στον όγκο του ούζου. Στη συνέχεια προσθέτουμε σταγόνα-σταγόνα ποσότητα νερού παρατηρώντας τη διείσδυση της δέσμης λέιζερ, ενώ σταδιακά το διάλυμα θολώνει. Στόχος μας είναι να προσεγγίσουμε πειραματικά την απορροφητικότητα σε διαφορετικές ποιότητες ούζου, που σχετίζονται με την περιεκτικότητα γλυκάνισου σε κάθε δείγμα. Επίσης, επιχειρήσαμε να απομονώσουμε το γλυκάνισο με ψύξη σε δείγμα ούζου και να δούμε τη συμπεριφορά του με προσθήκη νερού.

Λέξεις - κλειδιά: Νόμος Beer-Lambert, ούζο, γλυκάνισος, θόλωση, διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης.

Εισαγωγή

Ο νόμος Beer-Lambert, γνωστός και ως νόμος της Beer, συσχετίζει τη διάχυση του φωτός με τις ιδιότητες του υλικού μέσω του οποίου διαδίδεται το φως. Ο νόμος εφαρμόζεται συνήθως στις μετρήσεις χημικής ανάλυσης και στην κατανόηση της διάχυσης του φωτός κατά τη διέλευσή του μέσα από οπτικό μέσο.

Ο νόμος ανακαλύφθηκε από τον Pierre Bouguer το 1729, ενώ εξέταζε το κόκκινο κρασί, κατά τη διάρκεια σύντομων διακοπών στο Alentejo της Πορτογαλίας (Bouguer, Pierre 1729). <https://en.wikipedia.org/wiki/Portugal> Αποδίδεται, ωστόσο, στον Johann Heinrich Lambert, ο οποίος τον ανέφερε στο *Essai d'optique sur la gradation de la lumière* του Bouguer (Claude Jombert, Παρίσι, 1729)-και στη «Φωτομετρία» του, το 1760 (Lambert, J.H. 1760). Ο νόμος του Lambert ανέφερε ότι η εξασθένηση της έντασης του φωτός όταν διαδίδεται σε ένα μέσο είναι ανάλογη της έντασης του φωτός και του μήκους της διαδρομής. Πολύ αργότερα, το 1852, ο August Beer ανακάλυψε μια άλλη σχέση εξασθένισης. Ο νόμος του Beer αναφέρει ότι η διαπερατότητα (transmittance) του φωτός σε ένα διάλυμα παραμένει σταθερή εάν το γινόμενο της συγκέντρωσης του διαλύματος επί το μήκος της διαδρομής παραμένουν σταθερά (Beer 1852). Η σύγχρονη έκφραση του νόμου Beer-Lambert συνδυάζει τους δύο νόμους και συσχετίζει την απορρόφηση, η οποία είναι ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της διάδοσης (transmittance), τόσο με τις συγκεντρώσεις του μέσου (διαλύματος), όσο και με το πάχος του δείγματος (Ingle, D. J.; Crouch, S. R. 1988).

Νόμος Beer - Lambert

Η απορρόφηση A είναι ανάλογη προς τη συγκέντρωσή της C και δίνεται από την εξίσωση:

$$A = \epsilon b C \quad (1)$$

Όπου: C : η συγκέντρωση της ουσίας σε mol/L (M).

b : το μήκος της οπτικής διαδρομής σε cm (αντιστοιχεί στο πάχος της κυψελίδας)

ϵ : συντελεστής απορροφητικότητας (ή συντελεστής απόσβεσης) σε $M^{-1}cm^{-1}$ (η γραμμομοριακή απορροφητικότητα είναι χαρακτηριστικό της ουσίας που δηλώνει πόσο φως απορροφάτε σε συγκριμένο μήκος κύματος)

Προϋποθέσεις για να ισχύει ο νόμος του Beer - Lambert

1. Η ακτινοβολία να είναι μονοχρωματική
2. Μοναδικό φαινόμενο η απορρόφηση
3. Ομοιόμορφος όγκος του διαλύματος
4. Κάθε σωματίδιο να απορροφά ανεξάρτητα και να μην αλληλοεπιδρά με τα άλλα σωματίδια του διαλύματος

Ο νόμος του Beer εφαρμόζεται και σε υλικά που περιέχουν περισσότερα του ενός απορροφούντα συστατικά με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η ολική απορρόφηση του συστήματος δίνεται από την σχέση: $A_{ολική} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$

Σχετικά με το ούζο.

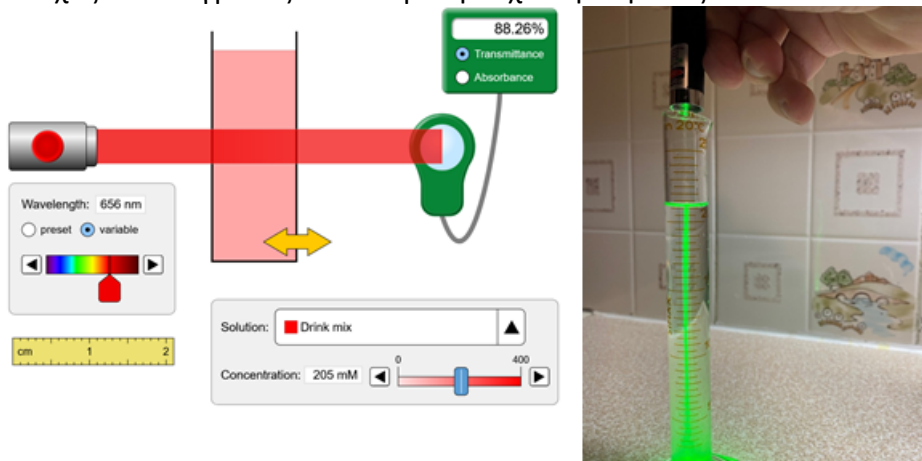
Το ούζο είναι ποτό που παράγεται από την απόσταξη κυρίως των υποπροϊόντων του κρασιού και πιο σπάνια σιτηρών και από το οινόπνευμα που προέρχεται από τα υποπροϊόντα κατεργασίας των ζαχαρότευτλων (μελάσα). Τοποθετείται σε χάλκινα καζάνια και αρωματίζεται μέσω της διαδικασίας της απόσταξης με βότανα και καρπούς, με κυρίαρχο το γλυκάνισο που του δίνει αυτή τη χαρακτηριστική γεύση. Παράγεται αποκλειστικά στην Ελλάδα, όπου και καταναλώνεται ευρέως, ενώ εξάγεται και στο εξωτερικό. Ανήκει στην κατηγορία των απεσταγμένων ανισούχων αλκοολούχων και οινοπνευματωδών ποτών. Ιδιαίτερα γνωστό είναι το ούζο που παράγεται στη Λέσβο. Ανισούχα ποτά συναντάμε και σε άλλες χώρες της Μεσογείου, όπως είναι το παστίς στη Γαλλία και η Σαμπούκα στην Ιταλία. Η παραγωγική διαδικασία του ούζου όμως, υπερέρχει από τα υπόλοιπα ανισούχα ποτά καθώς προέρχεται από απόσταξη ενώ τα περισσότερα προέρχονται από ανάμιξη ή διαβροχή των αρωματικών σπόρων. Το νησί της Λέσβου και ειδικότερα το Πλωμάρι θεωρείται η πατρίδα του ούζου. Η περιοχή έχει μακρά παράδοση στην παραγωγή του Ούζου (Ανθή Παζιάνου, 2016). Στο Πλωμάρι, το Ούζο ξεκίνησε να παράγεται το 19ο αιώνα από ελληνικές οικογένειες και αποστάζεται μέχρι και σήμερα με τον ίδιο παραδοσιακό τρόπο. Κάθε ούζο έχει τη δική του μοναδική συνταγή που υποδεικνύει ποια και σε τι ποσότητα βότανα και καρποί θα χρησιμοποιηθούν στην απόσταξη ή πόσες φορές θα περάσει το απόσταγμα από το καζάνι. Μια σωστή συνταγή εξασφαλίζει έναν

ισορροπημένο αρωματικό χαρακτήρα και ένα ωραίο γευστικό αποτέλεσμα στο ούζο.

Τα συστατικά: Η άριστη ποιότητα των συστατικών είναι απαραίτητη αν θέλουμε να πετύχουμε άριστο αποτέλεσμα. Ιδιαίτερη βαρύτητα έχουν το νερό που χρησιμοποιείται αλλά και ο γλυκάνισος, το βασικό αρωματικό συστατικό του ούζου.

Αρχή πειραματικής διάταξης

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η αρχή της πειραματικής διαδικασίας. Μονοχρωματικό φως κατευθύνεται προς το δείγμα (διάλυμα) και διέρχεται μέσα από αυτό. Με κατάλληλο ανιχνευτή καταγράφουμε την ένταση της διερχόμενης από το δείγμα, δέσμης. Η ένταση της διερχόμενης δέσμης εξαρτάται από τη συγκέντρωση του διαλύματος και το πάχος του δείγματος σε δεδομένη συχνότητα φωτός.



Εικόνα 1: Η αρχή της πειραματικής διάταξης.

Στην περίπτωση μας, ωστόσο, θα ακολουθήσουμε μια εναλλακτική πειραματική τεχνική και διαδικασία. Σε ογκομετρικό σωλήνα διοχετεύουμε το διάλυμα και κατευθύνουμε μονοχρωματική δέσμη φωτός κατακόρυφα από το χείλος του ογκομετρικού σωλήνα. Παρατηρούμε τη διείσδυση του φωτός στο εσωτερικό του διαλύματος και καταγράφουμε την ένδειξη διείσδυσης από τις χαραγές του ογκομετρικού σωλήνα. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε δέσμη φωτός που διατρέχει τον ογκομετρικό σωλήνα και θα χρησιμοποιήσουμε ως ένδειξη αναφοράς.

Πειραματική διαδικασία

Για την εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήσαμε:

- Ογκομετρικό σωλήνα των 25 ml
- Laser μήκους κύματος 532 ± 10 nm (πράσινο), ισχύος < 1 mW
- Ούζο σε θερμοκρασία δωματίου και σε θερμοκρασία συντήρησης ψυγείου.
- Καταγραφικό μέσο (κάμερα κινητού τηλεφώνου)
- Σταγονόμετρο
- Χάρακα.

Αρχικά προσαρμόζουμε σταθερά το Laser με ορθοστάτη σε σταθερό ύψος που συμπίπτει με το χείλος του δοκιμαστικού σωλήνα. Επίσης, προσαρμόζουμε σε σταθερή απόσταση το καταγραφικό μας μέσο (κινητό τηλέφωνο-κάμερα). Τοποθετούμε εντός το ογκομετρικού σωλήνα νερό και παρατηρούμε την αδιατάραχτη διέλευση του φωτός μέχρι τον πυθμένα του ογκομετρικού σωλήνα (Εικόνα 1). Στη συνέχεια τοποθετούμε εντός του ογκομετρικού σωλήνα ούζο και αρχίζουμε με ένα σταγονόμετρο να προσθέτουμε σταγόνες νερού (Εικόνα 2) παρατηρώντας τη διέλευση του φωτός μέσα από το υδατικό διάλυμα ούζου.



Εικόνα 2: Στάδια της πειραματικής διαδικασίας.

Η θόλωση του υδατικού διαλύματος ούζου θα παρατηρηθεί αρχικά με την αποτύπωση ολόκληρης της πορείας της δέσμης του πράσινου Laser (Εικόνα), λόγω εμφάνισης ικανού αριθμού σκεδαστών. Στη συνέχεια και

καθώς η θόλωση αυξάνεται δηλαδή ο αριθμός σκεδαστών πολλαπλασιάζεται, η δέσμη του πράσινου Laser εμφανίζεται να διεισδύει όλο και λιγότερο στο κυρίως σώμα του υδατικού διαλύματος ούζου (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Σταδιακή θόλωση του διαλύματος και μείωση της διείσδυσης της δέσμης φωτός στο διάλυμα.

Εκτελέσαμε σειρά πειραμάτων τόσο με ούζο σε θερμοκρασία δωματίου, όσο και με ούζο σε θερμοκρασία συντήρησης ψυγείου (~2°C). Η Καταμέτρηση που έχουμε πραγματοποιήσει είναι σε αριθμό προστιθέμενων σταγόνων νερού σε σχέση με τη διείσδυση σε εκατοστά (cm) του φωτός στο εσωτερικό του δείγματος.

Πειραματικές μετρήσεις

Στους παρακάτω πίνακες αναφέρονται τιμές σταγόνων νερού από τις οποίες πρωτοεμφανίστηκε η θόλωση μέχρι τη πλήρη θόλωση με μικρή διείσδυση του φωτός στο υδατικό διάλυμα ούζου. Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι μετρήσεις σε υδατικό διάλυμα ούζου σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ στον Πίνακα 2 φαίνονται οι μετρήσεις σε υδατικό διάλυμα ούζου σε θερμοκρασία συντήρησης ψυγείου.

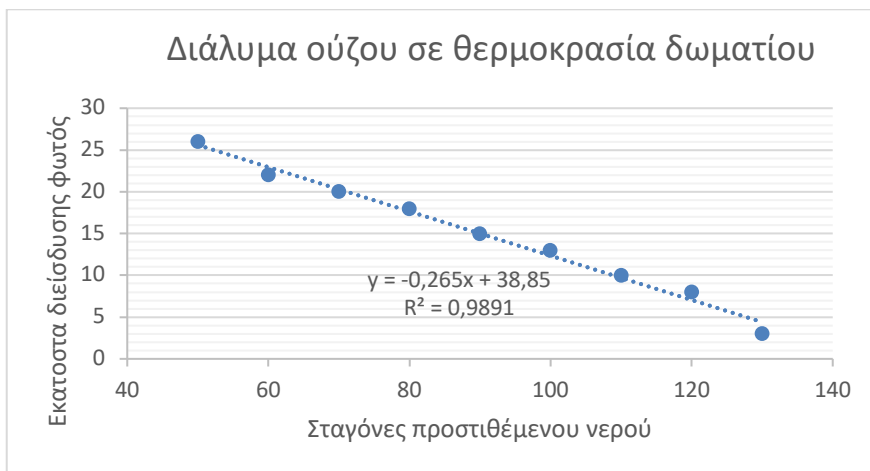
Πίνακας 1: Υδατικό διάλυμα Ούζου σε θερμοκρασία δωματίου.									
Σταγόνες νερού	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Διείσδυση (cm)	26	22	20	18	15	13	10	8	3

Πίνακας 1: Πειραματικές Μετρήσεις σε υδατικό διάλυμα ούζου σε θερμοκρασία δωματίου.

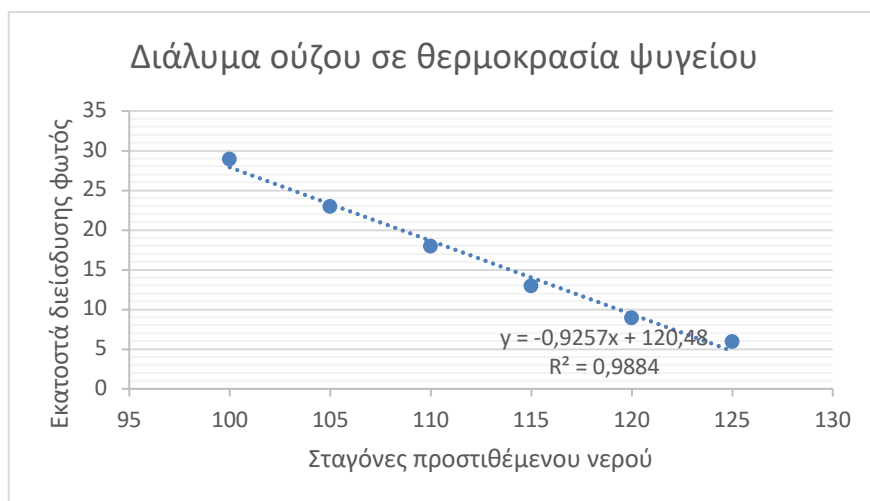
Πίνακας 2: Υδατικό διάλυμα Ούζου σε θερμοκρασία συντήρησης ψυγείου.											
Σταγόνες νερού	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Διείσδυση (cm)	29	23	18	13	9	6	4	3	3	2	2

Πίνακας 2: Πειραματικές μετρήσεις σε υδατικό διάλυμα ούζου σε θερμοκρασία συντήρησης ψυγείου.

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις των πειραματικών μετρήσεων που φαίνονται στους δύο Πίνακες.



Εικόνα 4: Πειραματικές μετρήσεις σε υδατικό διάλυμα ούζου σε θερμοκρασία δωματίου.



Εικόνα 5: Πειραματικές μετρήσεις σε υδατικό διάλυμα ούζου σε θερμοκρασία δωματίου

Συμπεράσματα

Η αρχική μας υπόθεση ότι οι μικροκρύσταλλοι γλυκάνισου ευθύνονται για τη θόλωση του ούζου επαληθεύεται. Παρατηρούμε ότι στο

μπουκαλάκι ούζου που είχε τοποθετηθεί στο ψυγείο μεγάλο μέρος από τον γλυκάνισο να είναι παγωμένος-κρυσταλλωμένος και να έχει καθιζάνει στο μπουκαλάκι. Από τη βιβλιογραφία βρήκαμε ότι ο γλυκάνισος έχει σημείο πήξεως γύρω στους 3°C (Voisin, M. 1983). Αυτό σημαίνει ότι στους 2° C της συντήρησης του ψυγείου θα έχουμε πήξη του γλυκάνισου. Βεβαίως, κατά τη διάρκεια του πειράματος θε έχουμε μερική πήξη, του γλυκάνισου, καθώς με την προσθήκη νερού και την έκθεση στο περιβάλλον, ακόμα και στο Laser η θερμοκρασία του υδατικού διαλύματος αυξάνεται. Από το μπουκαλάκι ούζου στο ψυγείο φροντίσαμε να αποσπάσουμε ούζο από το ανώτερο μέρος, αποφεύγοντας το κρυσταλλωμένο ίζημα. Καθώς, ο γλυκάνισος φαίνεται να είναι το κύριο αίτιο της θόλωσης του ούζου, σε ένα διάλυμα με μικρότερη ποσότητα γλυκάνισου η θόλωση θα επέλθει πολύ αργότερα από ότι σε ένα διάλυμα με μεγάλη ποσότητα γλυκάνισου. Αυτό ακριβώς παρατηρήσαμε και με τις δικές μας μετρήσεις, όπως φαίνεται και στα πειραματικά μας δεδομένα. Στο δείγμα που αποσπάσαμε από το μπουκαλάκι στο ψυγείο η θόλωση προέκυψε μετά από σχεδόν διπλάσιο αριθμό σταγόνων νερού σε σχέση με το ούζο στη θερμοκρασία δωματίου. Μελλοντικές σκέψεις για μελέτη είναι η μελέτη άλλων διαυγών οινοπνευματωδών ποτών (τσίπουρο, βότκα) σε αντίστοιχες συνθήκες.

Αναφορές

1. Bouguer, Pierre (1729). *Essai d'optique sur la gradation de la lumière* [Optics essay on the attenuation of light] (in French). Paris, France: Claude Jombert. pp. 16–22.
2. Lambert, J.H. (1760). *Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae* [Photometry, or, On the measure and gradations of light intensity, colors, and shade] (in Latin). Augsburg, (Germany): Eberhardt Klett.
3. Beer (1852). "Bestimmung der Absorption des rothen Lichts in farbigen Flüssigkeiten" [Determination of the absorption of red light in colored liquids]. *Annalen der Physik und Chemie* (in German). 162 (5): 78–88. doi:10.1002/andp.18521620505.
4. Ingle, J. D. J.; Crouch, S. R. (1988). *Spectrochemical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
5. ««Εδώ, στη Λέσβο, το ούζο είναι κομμάτι της κουλτούρας αυτού του τόπου», ΑΝΘΗ ΠΑΖΙΑΝΟΥ | Kathimerini». Ανακτήθηκε στις 5 Οκτωβρίου 2016.

6. Voisin, M. (1983). U.S. Patent No. 4,371,559. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.