

Rilevamento rapido mediante spettroscopia UV-Vis della adulterazione degli oli spremuti a freddo con le loro versioni raffinate

Sezione **Ingegneria Chimica**

Associate Professor Habil. Dr. Engineer Simona POPA



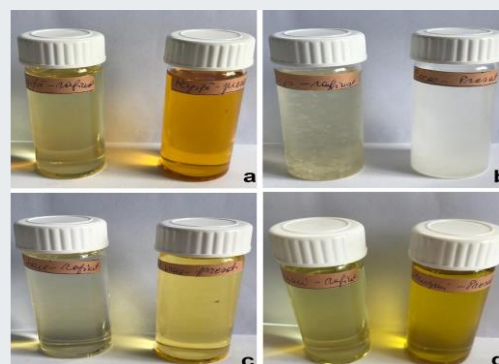
Sommario

Lo sviluppo accelerato delle politiche pubbliche europee e nazionali nel campo della sicurezza alimentare mira a proteggere la salute umana e gli interessi dei consumatori, garantendo al contempo un rapporto equo tra produttori e consumatori. L'obiettivo di questo studio è il rilevamento rapido dell'adulterazione degli oli alimentari spremuti a freddo con le loro versioni raffinate, utilizzando la spettroscopia UV-Vis. Lo studio analizza alcuni parametri fisico-chimici comuni degli oli, come densità, viscosità, indice di rifrazione, ecc., per individuare le differenze tra oli spremuti a freddo e oli raffinati, esaminando diversi oli alimentari presenti sul mercato rumeno. Sono state inoltre applicate altre metodologie analitiche, ottenendo risultati simili a quelli riportati in letteratura. L'analisi del colore, invece, si è rivelata un metodo molto efficace e rapido per distinguere un olio spremuto a freddo da uno raffinato.



BLOOMING
Inclusion and Diversity in STEAM

Visual colour difference between refined (left) and cold pressed (right) oils: (a) Canola; (b) coconut; (c) sunflower; (d) grapeseed



Absorbance spectra of cold pressed oils adulterated with refined ones (percentage of cold pressed oil): (a) Canola; (b) coconut; (c) sunflower; (d) grapeseed

PAROLE CHIAVE

Adulterazione dell'olio - è la pratica di aggiungere altri oli agli oli puri per aumentare il margine di profitto.

Spettroscopia UV-VIS - ha applicazione nella chimica analitica, specialmente nell'analisi quantitativa. Si occupa di misurare l'assorbimento della luce da parte di una sostanza o materia per ottenere informazioni sulla sua struttura e le sue proprietà

Parametri fisico-chimici per il monitoraggio dell'olio sono determinati da caratteristiche quali: densità, viscosità, indice di rifrazione, indice di acidità, ecc.

Introduzione

Negli ultimi anni, gli obiettivi della sicurezza alimentare sono aumentati. Il nuovo approccio, che mira a garantire un rapporto equo e diretto tra produttori e consumatori, è stato integrato e sviluppato a livello europeo all'interno del Green Deal del 2020. Questo piano globale punta ad allineare la produzione di alimenti sani e sicuri con la necessità di preservare l'ambiente.

I legumi e i semi rappresentano le principali fonti di oli vegetali. Alcuni oli vengono ottenuti tramite la tecnologia della spremitura a freddo, un metodo ecologico che preserva i nutrienti contenuti negli oli ed è di facile applicazione. Gli oli spremuti a freddo contengono ingredienti naturali con numerosi benefici per la salute. Nell'industria alimentare esistono diverse tecniche per ottenere oli raffinati. Tuttavia, i processi di raffinazione, pur eliminando materiali indesiderati, possono rimuovere anche componenti preziosi. Sono state riportate differenze qualitative tra oli spremuti a freddo e oli raffinati. Alcuni parametri fisico-chimici, come densità, indice di acidità, numero di perossidi, viscosità o la rilevazione mediante GC-MS (spettrometria di massa con cromatografia in fase gassosa), possono essere utilizzati per distinguere un olio spremuto a freddo da uno raffinato. La composizione degli acidi grassi negli oli vegetali influisce sulla salute umana, poiché i lipidi sono nutrienti fondamentali.

Il prezzo degli oli alimentari dipende dalla loro qualità e purezza: gli oli spremuti a freddo sono più costosi, motivo per cui l'etichettatura deve specificare se si tratta di un olio grezzo o raffinato. Tuttavia, questi oli sono spesso soggetti a frodi, essendo miscelati con oli di semi di qualità inferiore. Per contrastare la contraffazione degli oli alimentari, gli organismi internazionali di controllo qualità hanno introdotto standard e normative specifiche.

Diversi autori hanno proposto metodi per rilevare queste adulterazioni, tra cui: spettroscopia di fluorescenza tridimensionale, UV-IMS e analisi chemiometriche, metodo di quenching della fluorescenza con quantum dots rivestiti di CTAB in soluzione acquosa, analisi della diffusione dei raggi X con radiazione coerente/incoerente, spettroscopia nel vicino infrarosso combinata con tecniche chemiometriche, biosensori ottici a film sottile e scattering stimolato di Brillouin associato alla spettroscopia di assorbimento visibile. Il colore dell'olio è una proprietà importante per i consumatori e un buon indicatore della qualità dell'olio, ma questa caratteristica è stata trattata solo in pochi studi.

A nostra conoscenza, non esistono ricerche che abbiano indagato l'adulterazione degli oli spremuti a freddo con le loro versioni raffinate, né l'uso dello spazio colore CIE Lab* nella spettroscopia UV-Vis per il rilevamento delle adulterazioni. Lo scopo di questo studio è evidenziare come la spettroscopia UV-Vis sia un metodo rapido e semplice per identificare l'adulterazione degli oli spremuti a freddo con le loro versioni raffinate in diverse proporzioni, confrontandola con altri metodi noti e utilizzati.

Metodi

Nel corso di tre anni, sono stati acquistati dal mercato rumeno quattro diversi oli spremuti a freddo e le loro versioni raffinate: olio di cocco, olio di girasole, olio di vinacciolo e olio di canola. Ogni anno, tutti gli oli sono stati acquistati con gli stessi marchi per garantire la comparabilità dei risultati. Poiché le proprietà degli oli analizzati erano simili, in questo studio presentiamo un solo esempio per ciascun tipo di olio acquistato nell'ultimo anno della ricerca. I prodotti chimici utilizzati in questo studio erano di grado analitico.

La densità è stata determinata con il metodo del picnometro. L'indice di rifrazione è stato misurato utilizzando un rifrattometro Abbe-Zeiss. L'indice di acidità è stato determinato secondo il metodo ISO 660:2009, mentre il numero di perossidi è stato misurato secondo il metodo ISO 3960:2017.

La viscosità è stata misurata con un viscosimetro Brookfield CAP 2000+ L. Gli spettri FT-IR sono stati registrati con la tecnica del film su pellet di KBr, utilizzando uno spettrofotometro Jasco FT-IR-430 con una risoluzione di 4 cm^{-1} .

L'analisi del colore è stata effettuata con un colorimetro UV-Vis Cary-Varian 300 Bio dotato di sfera integratrice, utilizzando uno standard Spectralon e tre illuminanti: D65, A e F2. Tutti i dati cromatici sono stati espressi secondo le coordinate L^* , a^* , b^* , dove:

L^* rappresenta la luminosità,
 a^* indica la transizione dal verde ($-a^*$) al rosso ($+a^*$),

b^* indica la transizione dal blu ($-b^*$) al giallo ($+b^*$).



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Donne in ambito STEM - Notizie sull'autrice.

La Dr. Ing. **Simona Popa** è Professore Associato presso l'Università Politehnica di Timișoara, Romania. Da oltre 25 anni insegna corsi su Coloranti e pesticidi, Attrezzature per l'industria ecologica, Attrezzature per l'industria alimentare, Politiche alimentari, Diritto alimentare e protezione del consumatore.

Nel 2021 ha presentato la sua tesi di abilitazione dal titolo: *Analisi del colore utilizzando i parametri CIELab nella spettroscopia UV-Vis**. Ha pubblicato numerosi libri e articoli nel suo campo di ricerca e ha presentato i risultati di progetti scientifici implementati in diverse conferenze nazionali e internazionali.

I suoi principali ambiti di ricerca riguardano:

L'uso del reattore a colonna a bolle nella tecnologia chimica per la produzione di prodotti ecologici,

L'analisi del colore di materiali organici e alimentari,

L'adsorbimento di tracce di coloranti e di altri prodotti tossici dalle acque reflue.

Ogni anno svolge il ruolo di relatore scientifico per studenti di laurea triennale e magistrale, coordinando le loro tesi di laurea e master.

È membro di diverse società scientifiche e associazioni professionali nazionali:

Società Rumena di Chimica (dal 1993 a oggi),

Società Rumena di Ingegneria Chimica (dal 1993 a oggi),

Brainmap Community - UEFISCDI.

Ha inoltre due brevetti di invenzione registrati nel suo campo di attività.

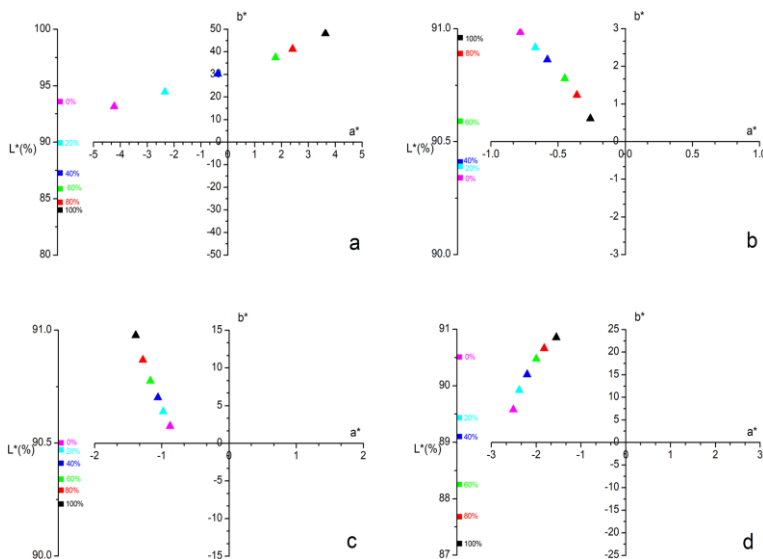


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Risultati

La ricerca sull'adulterazione degli oli spremuti a freddo con le loro versioni raffinate ha dimostrato:

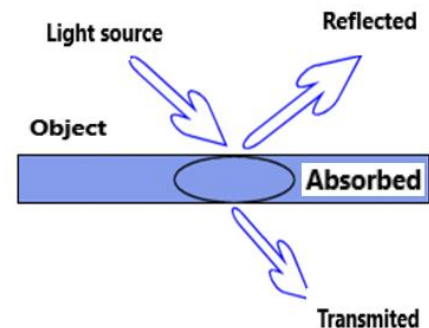
- L'utilità della spettroscopia UV-Vis, che si è rivelata un metodo rapido e semplice per rilevare l'adulterazione di alcuni oli spremuti a freddo con le loro versioni raffinate in diverse proporzioni, rispetto ad altri metodi noti e utilizzati.
- L'efficacia del metodo proposto per le autorità di tutela dei consumatori, offrendo loro uno strumento rapido per individuare l'alterazione della qualità degli oli destinati alla vendita.



CIE L*a*b* parameters of cold pressed oils adulterated with refined ones (percentage of cold pressed oil): **(a)** Canola; **(b)** coconut; **(c)** sunflower; **(d)** grapeseed.

Discussione

- Cos'è l'adulterazione alimentare?
- Cos'è la spettroscopia UV-Vis?
- Cos'è l'analisi del colore?
- Quanto sono importanti i risultati della ricerca della Dott. ssa Simona POPA nella vita di tutti i giorni?



Absorption, reflection and transmission of the light



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Conclusion

Per verificare la teoria, è stata effettuata un'analisi del colore sugli stessi quattro oli spremuti a freddo (olio di cocco, olio di girasole, olio di vinacciolo e olio di canola) e sulle loro versioni raffinate, acquistate sotto diversi marchi. Le equazioni proposte per i parametri a^* e b^* risultano simili a quelle precedenti.

Le proprietà fisico-chimiche tradizionali mostrano valori molto simili tra gli oli spremuti a freddo e le loro versioni raffinate, rendendole poco efficaci per distinguere un olio spremuto a freddo da uno raffinato o per rilevarne l'adulterazione. Al contrario, la differenza di colore tra oli spremuti a freddo e raffinati è percepibile visivamente e può essere determinata tramite spettroscopia UV-Vis. Per questo motivo, questa tecnica è stata proposta come metodo rapido per individuare l'adulterazione degli oli spremuti a freddo con quelli raffinati. Quando un olio spremuto a freddo viene adulterato con un olio raffinato, i massimi negli spettri di assorbanza tendono a scomparire all'aumentare della percentuale di olio raffinato. Per quanto riguarda i parametri CIE Lab*, sono state formulate equazioni di dipendenza per i parametri a^* e b^* in funzione della percentuale di olio spremuto a freddo presente nel prodotto, che possono essere utilizzate per calcolarne la quantità effettiva.

Questi risultati dimostrano come la ricerca possa avere applicazioni pratiche nella vita quotidiana, contribuendo a ridurre il rischio per i consumatori in un mercato in continua crescita e diversificazione, come quello rumeno.

Risorse:

Articolo originale: *Scientific Reports*, 2020, 10:16100 WOS:000577212800012 (ISI 4.379/2021 – Q1)

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-72558-7>

Pal, U. S., Patra, R. K., Sahoo, N. R., Bakhara, C. K. & Panda, M. K. Effect of refining on quality and composition of sunflower oil. *J. Food Sci. Technol.* **52**(7), 4613–4618. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1461-0> (2015).

Jing, X., Xiao-Fei, L. & Yu-Tian, W. A detection method of vegetable oils in edible blended oil based on three-dimensional fluorescence spectroscopy technique. *Food Chem.* **212**, 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.158> (2016).

13. Garrido-Delgado, R. M., Muñoz-Pérez, E. & Arce, L. Detection of adulteration in extra virgin olive oils by using UV-IMS and chemometric analysis. *Food Control* **85**, 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.10.012> (2018).

Siger, A., Józefiak, M. & Górnaś, P. Cold-pressed and hot-pressed rapeseed oil: the effects of roasting and seed moisture on the antioxidant activity, canolol, and tocopherol level. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* **16**(1), 69–81. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2017.0458> (2017).

Vingering, N., Oseredczuk, M., du Chaffaut, L., Ireland, J. & Ledoux, M. Fatty acid composition of commercial vegetable oils from the French market analysed using a long highly polar column. *Oilseeds Fats Crops Lipids* **17**(3), 185–192. <https://doi.org/10.1051/ocl.2010.0309> (2010).

Shirasawa, S., Sasaki, A., Saida, Y. & Satoh, C. A rapid method for trans-fatty acid determination using a single capillary GC. *J. Oleo Sci.* **56**(2), 53–58. <https://doi.org/10.5650/jos.56.53> (2007).



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Domande di riflessione:

1. Che cos'è l'adulterazione?

- a) l'alterazione dei parametri fisico-chimici mediante la rimozione di alcune sostanze;
- b) l'azione di rendere qualcosa di qualità inferiore mediante l'aggiunta di un'altra sostanza;
- c) il mantenimento dei parametri esistenti.

Risposta: b) l'azione di rendere qualcosa di qualità inferiore mediante l'aggiunta di un'altra sostanza



2. Che cos'è l'analisi del Colore?

- a) l'identificazione e la determinazione delle concentrazioni di sostanze che assorbono la luce;
- b) la percezione da parte dell'occhio di una o più frequenze (o lunghezze d'onda) della luce;
- c) il monitoraggio dell'assorbimento della luce mediante dispositivi spettrofotometrici.

Risposta: c) il monitoraggio dell'assorbimento della luce mediante dispositivi spettrofotometrici.



3. Che cosa è la spettroscopia UV-Vis?

- a) la misura dell'assorbimento della luce da parte di una sostanza o di una materia per ottenere informazioni sulla sua struttura e sulle sue proprietà;
- b) la determinazione quantitativa della densità di una sostanza;
- c) la determinazione quantitativa della viscosità di una sostanza.

Risposta: a) la misura dell'assorbimento della luce da parte di una sostanza o di una materia per ottenere informazioni sulla sua struttura e sulle sue proprietà.



4. Qual è il range visibile dello spettro per l'occhio umano?

- a) 380-780nm
- b) 180-380nm
- c) 780-1080nm

Risposta: a) 380-780nm



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

5. Quanto è importante la ricerca nella vita di tutti i giorni?

- a) ci aiuta a scegliere un prodotto che ne rispetti la qualità e le caratteristiche;
- b) ci aiuta ad acquistare di più;
- c) ci aiuta ad acquistare la qualità peggiore.

Risposta: a) ci aiuta a scegliere un prodotto che ne rispetti la qualità e le caratteristiche.

Titolo dell'unità didattica:

Rilevamento rapido mediante spettroscopia UV-Vis della adulterazione degli oli spremuti a freddo con le loro versioni raffinate

Obiettivi:

- Gli studenti comprenderanno il concetto di colore e come appare in diverse condizioni.
- Gli studenti impareranno come misurare i parametri del colore usando un semplice esperimento.
- Gli studenti avranno maggiore interesse per le scelte alimentari sane.

Materiali:

- Opuscolo del progetto - documenti di comunicazione;
- Computer portatile o computer con accesso a Internet;
- Proiettore per diapositive;
- Dispositivo di monitoraggio del colore;
- Materiali di diverso colore tinti con coloranti organici;
- Prodotti alimentari colorati;
- Acque reflue dell'industria delle tinture.

Informazioni generali:

Lo sviluppo del commercio della Romania in un mercato globale porta a una crescente diversità e a una rapida circolazione dei prodotti alimentari anno dopo anno. In questo contesto, il controllo della qualità di questi prodotti, per proteggere i consumatori dagli interessi di produttori e venditori orientati esclusivamente alla massimizzazione dei profitti, diventa un obiettivo fondamentale. La ricerca della Dott.ssa Simona POPA contribuisce direttamente al raggiungimento di questo obiettivo.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Introduzione (15 minuti): Il Colore

1. Inizia discutendo con gli studenti di ciò che sanno sul colore. Fai domande come:
 - Come appare il colore?
 - Qual è il significato di ogni colore?
2. Introduci il concetto di colore e dei diversi fattori che influenzano il colore.
3. Quali sono i dispositivi di monitoraggio del colore?
4. In che modo il colore influenza le nostre scelte quando si tratta di acquistare prodotti alimentari?
 - Forse il colore dimostra l'alterazione di un prodotto?

Attività - Misura del Colore di differenti prodotti (30 minuti):

1. Dividere gli studenti in piccoli gruppi.
2. Fornire a ogni gruppo un prodotto colorato.
3. Spiegare a ogni gruppo come utilizzare il dispositivo di monitoraggio del colore.
4. Spiegare a ogni gruppo come preparare acqua colorata utilizzando un colorante noto.
5. Quindi, spiegare agli studenti come utilizzare materiale di adsorbimento per eliminare il colorante da quest'acqua.
6. Misurare i parametri di colore dell'acqua e del materiale di adsorbimento all'inizio e alla fine del processo di adsorbimento.
7. Dopo aver completato l'esperimento, ogni gruppo condivide i propri risultati con la classe utilizzando una lavagna a fogli mobili o una lavagna bianca per creare una mappa visiva dei diversi risultati.

Discussione (15 minuti):

1. Condurre una discussione in classe sui risultati dell'esperimento. Discutere eventuali variazioni nelle misurazioni tra i gruppi e le ragioni di tali differenze.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

2. Sottolineare che il colore è una proprietà di materiali diversi misurata in condizioni diverse.
3. Introdurre il concetto di metamerismo, ovvero che lo stesso oggetto ha colori diversi sotto illuminanti diversi.

Conclusione (10 minuti):

1. Riassumi i punti chiave della lezione: il concetto di colore e come misurarlo.
2. Discuti le applicazioni pratiche della misurazione del colore.
3. Assegna un semplice compito a casa relativo al colore, come prestare attenzione a come i fogli assorbenti utilizzati nel bucato assorbono e intrappolano i coloranti sciolti nell'acqua di lavaggio, proteggendo i vestiti dai danni causati dalle sbavature di colore.

Valutazione:

- Valutare le presentazioni di gruppo e la partecipazione all'attività pratica. Valutare la comprensione degli studenti attraverso la partecipazione di gruppo, l'accuratezza delle misurazioni e la loro capacità di misurare i parametri del colore.
- Sfidare gli studenti a esplorare come il colore varia sotto diverse fonti di illuminazione, come i prodotti alimentari, progettando ulteriori esperimenti.