

# Alimentazione funzionale: sperimentazione di arricchimento di Magnesio in ortive

written by Rivista di Agraria.org | 3 novembre 2024  
di Ilenia Bravo



Figura 1. Cichorium Endivia var. latifolium. Trapianto in vaso ad inizio Novembre, raccolta a fine Gennaio. (Foto di Ilenia Bravo)

## Introduzione

Da sempre è universalmente riconosciuto che una corretta alimentazione è sinonimo di un buono stato di salute, ma negli ultimi anni è aumentata la consapevolezza che ad una adeguata nutrizione corrispondono specifici benefici sull'organismo umano.

Sono emersi infatti, nuovi modelli di consumo di prodotti ad alto contenuto di servizio (1) e nuovi regimi dietetici, basati su una nutrizione su misura, superando l'idea del "one-size-fits-all", ovvero di "taglia unica", in favore delle effettive esigenze nutrizionali di ogni consumatore.

Numerosi sono gli studi, in modo particolare, rivolti agli alimenti funzionali, basati cioè sull'incorporazione integrata di molecole nutraceutiche, con l'obiettivo di indurre specifiche risposte metaboliche, ridurre una fonte di rischio e concorrere ad uno stato di benessere fisico e mentale (2).

Si distinguono tre classi di alimenti: alimenti arricchiti, *free-from* e fortificati. Nel primo caso tali formulazioni prevedono l'aggiunta di nutrienti, non naturalmente presenti nell'alimento in origine, per migliorare una funzionalità specifica (es. digestiva o la capacità di apprendimento). Nella seconda categoria rientrano gli alimenti che subiscono una riduzione o una sostituzione di un ingrediente, per ridurre una fonte di rischio per la salute (es. "senza lattosio" o "senza glutine"). Gli alimenti fortificati invece, sono costituiti dall'aggiunta di un nutriente già presente in origine, per indurne l'aumento della concentrazione, della biodisponibilità e, di conseguenza, dell'effetto fisiologico.

I componenti nutrizionali che forniscono benefici terapeutici o fisiologici rispetto alle esigenze nutrizionali di base, includono un'ampia gamma di composti come peptidi bioattivi, composti fenolici, carotenoidi, lipidi, vitamine (acido folico, vit.C ed E), fibre alimentari, acidi grassi (omega 3), prebiotici e probiotici, ed infine i minerali, soprattutto, zinco, ferro e calcio (3, 4).

L'interesse per l'integrazione nelle diete di alimenti fortificati, si rivela anche una grande opportunità per l'industria alimentare, poiché le piccole e medie imprese possono trovare maggiore redditività attraverso la

commercializzazione di prodotti innovativi e funzionali (5).

Attualmente infatti, la dimensione globale del loro mercato è in aumento, con aspettative di crescita di 750 miliardi di dollari fino al 2027, a cui concorre anche l'incremento per la spesa di prodotti per la salute, a causa in particolare, dell'aumento dei casi di obesità e patologie cardiovascolari (6,7,8). Sono coinvolte diverse categorie alimentari, le più rappresentative riguardano il settore cerealicolo, tra cui pane, barrette energetiche, snack proteici, torte e biscotti ad alto valore aggiunto; e il settore delle bevande funzionali, soggetto sempre ad una maggiore richiesta da parte dei consumatori (9,10).

Le formulazioni alimentari più specifiche sono principalmente rivolte alle fasce più vulnerabili della popolazione, ovvero bambini e anziani; anche se è in aumento il settore rivolto alla nutrizione sportiva, alla gestione del controllo del peso corporeo, alla salute dell'apparato digerente, alla nutrizione clinica e alla salute cardiovascolare (7). Ad esempio, gli alimenti a base di soia, avena e mandorle, con l'aggiunta di precursori proteici biologicamente attivi, possono inibire l'enzima di conversione dell'angiotensina che riduce l'ipertensione e i livelli di colesterolo (4). Le diverse tipologie di bevande disponibili sul mercato includono bevande a base di latte, a base di frutta e verdura, ed energy drink, che fungono da veicoli di principi nutritivi ad azione energizzante e stimolante, e aiutano a sostituire gli zuccheri o ad aumentare le concentrazioni minerali in caso di deficit. La maggior parte di questi prodotti, latte fresco, bevande fermentate e yogurt, sono arricchiti con probiotici (*Lactobacillus* e *Bifidobacterium*), omega-3, minerali e micronutrienti (calcio, magnesio e ferro), con effetti sull'intestino e sul sistema immunitario (11).

L'aumento dell'attenzione verso la sostenibilità ha portato alla valorizzazione degli scarti, soprattutto provenienti dal settore agroalimentare, come fonte di composti bioattivi e ricchi di acidi grassi poli-insaturi (11). Alcuni esempi sono forniti dall'utilizzo di scarti dell'industria ortofrutticola, come bucce di prugne, melograni o agrumi, che oltre a modificare il valore nutrizionale dell'alimento, conferiscono aroma e colore; o ancora dal trattamento di estrazione di broccoli e carciofi (7).

Sebbene esistano molti studi sulla bio-fortificazione, sono ancora poche le ricerche relative all'arricchimento di micronutrienti delle verdure a foglia.

## **Materiali e Metodi**

### ***Disegno sperimentale***

In questo contesto, è stato allestito un disegno sperimentale che prevede un arricchimento di Magnesio in diverse orticole, attraverso trattamento fogliare. L'obiettivo della ricerca riguarda un approccio di bio-fortificazione tramite fertirrigazione, per individuare le singole capacità di assimilazione e la specie più sensibile all'accumulo.

Il primo saggio è stato condotto presso il CREA - IT (Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria -Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari), selezionando come prima cultivar *Cichorium Endivia var. latifolium*, comunemente conosciuta come Indivia scarola riccia, che presenta foglie frastagliate con crescita a cespo.

Il magnesio è tra i microelementi più importanti per l'organismo, interviene in diversi processi fisiologici e metabolici umani, oltre a contribuire al funzionamento dei muscoli e del sistema nervoso. La sua assimilazione deve necessariamente avvenire tramite l'assunzione di cibo, per soddisfare il fabbisogno giornaliero di 300-400 mg al giorno-1, secondo le raccomandazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità. Tuttavia, ciò non sempre coincide con le esigenze fisiologiche dell'organismo, che dipendono da vari fattori e possono aumentare in determinate situazioni di stress.

Un modo per aumentare l'assunzione di magnesio mantenendo abitudini alimentari regolari è attraverso alimenti ottenuti tramite metodi di bio-fortificazione. In particolare, la possibilità di arricchire prodotti freschi come le verdure, che rappresentano i pilastri di una dieta sana e sono una fonte di importanti composti fitochimici come fibre, vitamine e antiossidanti.

### ***Preparazione del campione***

Sono state acquistate da un rivenditore di zona 40 piantine, su cui eseguire i controlli e i diversi trattamenti. La crescita è stata monitorata per un periodo di dodici settimane, attraverso misurazione dell'altezza, del numero di foglie e del contenuto di clorofilla, dal trapianto e messa a dimora in vaso, a novembre, fino alla raccolta avvenuta a fine gennaio.

Per ogni campione sono state previste 4 repliche, per un totale di 40 vasi.

Sono stati applicati vari trattamenti con zeolite granulare e micro-granulare e magnesio solfato al 2%, tenendo conto sia delle raccomandazioni del produttore sia degli studi condotti in letteratura.

### **Analisi e trattamento post raccolta**

La raccolta è avvenuta alla dodicesima settimana dalla semina, e a distanza di due settimane dopo la seconda e ultimo trattamento fogliare, ai primi segni di massimo sviluppo vegetativo. I campioni sono stati portati nel Laboratorio di Analisi Merceologiche e Territoriali (LAMeT) dell'Università di Cassino, in condizioni refrigerate, per le successive analisi strumentali ed organolettiche.

Il trattamento post-raccolta ha comportato una serie di operazioni preliminari, come il lavaggio con acqua, per preparare i campioni per i vari test.

Per la valutazione del Mg, i campioni sono stati essiccati in un forno termostatico per la successiva analisi della sua concentrazione, determinata mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico con un sistema di grafite, previa mineralizzazione acida in forno a microonde.

I campioni sono stati quindi selezionati per l'analisi del panel di assaggiatori professionisti, nella sala di degustazione del LAMeT. È stato costruito *ad hoc* un modello di profilo sensoriale, basato sulle caratteristiche di colture simili identificate in letteratura.



Figura 2. Preparazione dei campioni per l'analisi organolettica. (Foto di Ilenia Bravo)

### **Risultati e discussione**

Lo scopo di questo studio è determinare l'effetto dell'arricchimento di magnesio, sugli aspetti fisiologici e qualitativi dell'Indivia scarola, attraverso la misurazione dei principali parametri agronomici e l'analisi del suo contenuto. In generale, dai risultati emerge che la fortificazione di questa coltura è efficace nell'aumentare il contenuto minerale e nel migliorare le caratteristiche sia nutrizionali che organolettiche, senza influenzare la

crescita della pianta.

Durante il ciclo vegetativo, sono stati condotti diversi rilievi, con l'obiettivo di rilevare eventuali effetti sulla crescita, monitorando i principali indicatori agronomici, quali altezza della pianta, numero di foglie, contenuto di clorofilla, massa fresca totale, resa media stimata ( $\text{kg m}^{-2}$ ).

Dall'analisi statistica emerge che non vi sono significative differenze tra i vari trattamenti, per cui l'applicazione di zeolite o magnesio non hanno sortito particolari effetti sulla crescita del vegetale.

Per quanto concerne la presenza del Magnesio, non sono state trovate le concentrazioni attese, probabilmente da individuarne le cause in una traslocazione a livello radicale o una interazione con altre vie metaboliche.

Dal momento che questo rappresenta ancora uno studio preliminare, si andranno ad escludere altre eventuali variabili di indagine, come ad esempio l'effetto della zeolite, alluminosilicati naturali idrati presenti nelle rocce sedimentarie, che possono essere utilizzati come ammendanti del terreno allo scopo di facilitare il miglioramento delle proprietà fisiche e chimiche e di alleviare la tossicità dei metalli pesanti.

La loro struttura porosa consente loro di ridurre la lisciviazione dei nutrienti, perché hanno selettività per i principali nutrienti essenziali, tra cui ammonio, fosfato, nitrato, potassio e solfato. Il loro utilizzo porta all'efficienza della coltivazione e dell'uso dell'acqua e, di conseguenza, alla riduzione dell'inquinamento ambientale e delle emissioni di ossidi di azoto e ammoniaca.

Per quanto riguarda invece l'analisi organolettica, emerge che i campioni trattati con Magnesio, risultano avere caratteristiche di amaro, tipiche per l'Indivia scarola, meno pronunciate rispetto ai campioni di controllo, riscontrando anche dei gradimenti sensoriali superiori (Fig. 3,4).



Fig.3. Profilo sensoriale del campione di controllo

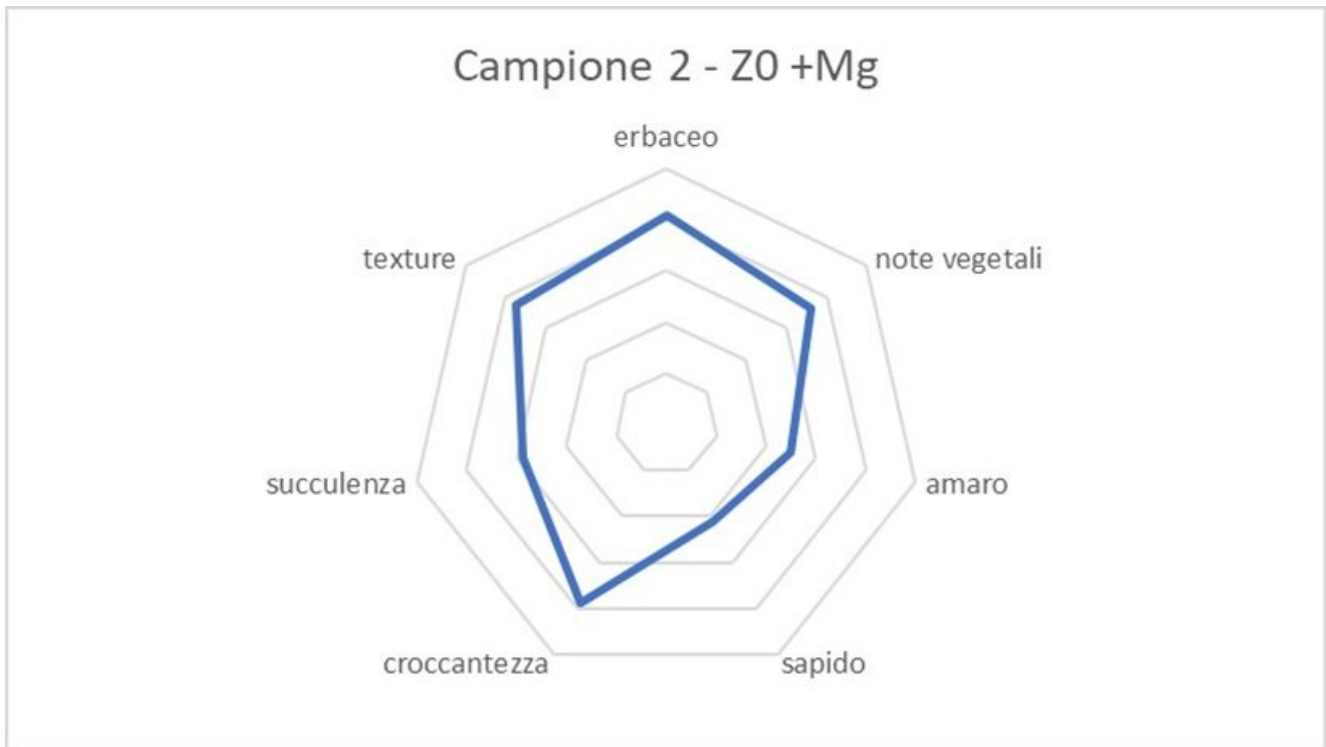


Fig.4. Profilo sensoriale del campione contenente Magnesio

In definitiva, l'ottenimento di alimenti nutraceutici e la loro effettiva funzionalità dipendono da vari fattori, legati sia alle proprietà fisico-chimiche dei principi attivi utilizzati (ad esempio solubilità, interazioni chimiche e stabilità) sia alla tipologia di prodotto che alle tecniche di coltivazione.

Tutti questi fattori possono influenzare la funzionalità dei nutraceutici e, di conseguenza, i loro benefici per la salute potrebbero non essere riconosciuti anche se ingeriti in grandi quantità.

Dal presente studio emerge come le tecnologie impiegate nella formulazione di alimenti funzionali, coinvolgono approcci multidisciplinari, che sfruttano metodi di produzione diversi, in un'ottica di ottimizzazione e sostenibilità (12,13). In ambito agronomico, tra le strategie adottate, le applicazioni fogliari, che si basano sulla capacità di assorbimento e di veicolo dei vari composti, sono ancora oggetto di ricerca.

Più in generale, invece, tra le tecnologie di trasformazione più innovative ad oggi, quella più frequentemente utilizzata per veicolare molecole bioattive è l'incapsulamento di ingredienti nutraceutici tramite sistemi di micro-nano delivery, che consentono di migliorarne la biodisponibilità e l'efficacia delle molecole veicolate (14). Grazie all'incorporazione in matrice polimerica è possibile aumentare la lipofilia e la solubilità in ambienti non acquosi, e in matrici più complesse, uno dei principali fattori che influenzano il destino biologico dei componenti nutraceutici incapsulati, oltre che mascherare eventuali sapori sgradevoli e consentire un rilascio controllato fino al raggiungimento del sito di azione.

Ad oggi, la strategia messa in atto da diverse aziende del settore punta ad offrire molteplici benefici in un unico alimento, mantenendo le caratteristiche organolettiche e sensoriali simili al "cibo convenzionale". Tra gli alimenti oggetto di arricchimento, frutta e verdura sono le categorie più studiate, soprattutto come fonti di polifenoli, e altri composti ad azione antiossidante, necessari per prevenire l'accumulo eccessivo di radicali liberi (15).

Alla base dell'accettazione di un prodotto sul mercato, il ruolo chiave è attribuito al consumatore: alcune ricerche hanno suggerito che l'accettazione degli alimenti funzionali dipende dal fatto che il prodotto di base funga da veicolo per l'ingrediente funzionale. Sono stati esplorati due tipi di arricchimenti (omega-3 e oligosaccaridi) per tre diversi prodotti (succo d'arancia, yogurt aromatizzato e creme spalmabili), i cui risultati hanno evidenziato che in generale, i consumatori ritengono più giustificato l'arricchimento di alimenti "non sani" (creme spalmabili) rispetto all'arricchimento di alimenti percepiti come già sani di per sé (16,17).

## Conclusioni

Il potenziale sviluppo degli alimenti funzionali è soggetto ad ostacoli di natura tecnologica e legislativa, ma si basa principalmente sulla domanda dei consumatori, fattore chiave per il successo nel mercato. Le sfide per la nuova

generazione di alimenti funzionali riguardano l'identificazione e il dosaggio dei composti bioattivi nei sistemi biologici. Sono infatti necessari ulteriori studi relativi alla sicurezza, nonché all'interazione con altri ingredienti e all'effetto combinato con altre molecole, oltre alla capacità di implementare un approccio sostenibile nelle tecnologie e nei processi. Dai risultati della ricerca emerge che gli alimenti funzionali rappresentano una categoria importante nel mercato alimentare. Un ulteriore sviluppo dipende dalla loro efficacia nel promuovere uno stato di benessere fisiologico, pertanto è auspicabile un'azione congiunta tra ricercatori e produttori di alimenti per fornire prove scientifiche sull'impatto positivo di questi componenti nutraceutici sulla salute umana.

## Bibliografia

1. Dotto, J. M., & Chacha, J. S. (2020). The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Scientific African*, 10, e00575.
2. Espinosa-Páez, E., Hernández-Luna, C. E., Longoria-García, S., Martínez-Silva, P. A., Ortiz-Rodríguez, I., Villarreal-Vera, M. T., & Cantú-Saldaña, C. M. (2021). *Pleurotus ostreatus*: A potential concurrent biotransformation agent/ingredient on development of functional foods (cookies). *Lwt*, 148, 111727.
3. Fărcaș, A. C., Socaci, S. A., Dulf, F. V., Tofană, M., Mudura, E., & Diaconeasa, Z. (2015). Volatile profile, fatty acids composition and total phenolics content of brewers' spent grain by-product with potential use in the development of new functional foods. *Journal of Cereal Science*, 64, 34-42.
4. Yao, M., Xie, J., Du, H., McClements, D. J., Xiao, H., & Li, L. (2020). Progress in microencapsulation of probiotics: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 857-874.
5. González-Díaz, C., Vilaplana-Aparicio, M. J., & Iglesias-García, M. (2020). How is functional food advertising understood? An approximation in university students. *Nutrients*, 12(11), 3312.
6. Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, 51(3), 456-467.
7. Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11, 93-118.
8. Sloan, A. E., & Top, A. (10) (2022). Functional Food Trends. *Food technology magazine*
9. Martirosyan, D., Lampert, T., & Ekblad, M. (2022). Classification and regulation of functional food proposed by the Functional Food Center. *Functional Food Science-Online* ISSN: 2767-3146, 2(2), 25-46.
10. Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petrucci, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014). Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(6), 1192-1206.
11. Samtiya, M., Aluko, R. E., Dhewa, T., & Moreno-Rojas, J. M. (2021). Potential health benefits of plant food-derived bioactive components: An overview. *Foods*, 10(4), 839.
12. Bonciu, E. (2020). Aspects of the involvement of biotechnology in functional food and nutraceuticals.
13. Topolska, K., Florkiewicz, A., & Filipiak-Florkiewicz, A. (2021). Functional food—Consumer motivations and expectations. *International journal of environmental research and public health*, 18(10), 5327.
14. Gonçalves, R. F., Martins, J. T., Duarte, C. M., Vicente, A. A., & Pinheiro, A. C. (2018). Advances in nutraceutical delivery systems: From formulation design for bioavailability enhancement to efficacy and safety evaluation. *Trends in Food Science & Technology*, 78, 270-291.
15. Tadesse, S. A., & Emire, S. A. (2020). Production and processing of antioxidant bioactive peptides: A driving force for the functional food market. *Heliyon*, 6(8).
16. Banerjee, P., & Ray, D. P. (2019). Functional food: A brief overview. *International Journal of Bioresource Science*, 6(2), 57-60.
17. Lyu, F., Luiz, S. F., Azeredo, D. R. P., Cruz, A. G., Ajlouni, S., & Ranadheera, C. S. (2020). Apple pomace as a functional and healthy ingredient in food products: A review. *Processes*, 8(3), 319.

*Ilenia Bravo, laureata in "Biotecnologie Genomiche, Industriali ed Ambientali" presso la Sapienza di Roma; iscritta al Corso di Dottorato in "Imprese, Istituzioni e Comportamenti", presso il Dipartimento di Economia e Giurisprudenza dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale. L'attività di ricerca, condotta presso il LAMeT (Laboratorio di Analisi Merceologiche e Territoriali), si incentra sull'alimentazione funzionale, sulla qualità*

*dei prodotti alimentari e sulla sostenibilità ambientale. Presidente del Collegio Provinciale degli Agrotecnici e degli Agrotecnici laureati di Frosinone.*