LIFE Science Hub
JOURNAL OF SCIENCE
EXPANDING KNOWLEDGE ABOUT NUTRITION AND HEALTH

ORIGINAL RESEARCH
ISSN 2845-7269

# Valutazione dell'evoluzione delle caratteristiche del chicco di grano negli ultimi 166 anni mediante campioni d'archivio - Revisione delle prove

**D.ssa M. Mondini**[1]

1 Biologa, Italy

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

**Published:** November 9, 2026
**Updated:** November 11, 2026

**DOI** 10.68559/lsh.2026.253.it

## 1. ABSTRACT

Lo studio analizzato ha confrontato campioni di grano conservati tra il 1850 e il 2016, provenienti sia dall'esperimento agricolo storico di Broadbalk, nel Regno Unito, sia da archivi botanici di sedici Paesi. Gli autori hanno osservato un aumento dei carboidrati non strutturali, cioè amido e zuccheri solubili, accompagnato da una riduzione della concentrazione di proteine e di numerosi minerali nel chicco. A Broadbalk il contenuto proteico è diminuito del 26% tra il 1850 e il 2016. Il risultato è pertinente al passaggio di "La scelta di Vivere in Salute o in Malattia" del Dott. A. Colonnese e R. Panzironi che descrive una diminuzione della qualità nutrizionale del grano nel tempo.La pubblicazione non può però attribuire l'intero cambiamento a un solo fattore. Nel medesimo periodo sono cambiate la concentrazione atmosferica di anidride carbonica, la temperatura, le pratiche agricole e le varietà coltivate, comprese quelle a taglia ridotta selezionate per alte rese. Metanalisi e sperimentazioni indipendenti confermano che un'elevata CO2 tende a ridurre la concentrazione di proteine, zinco e ferro nel grano. Altri studi indicano che il risultato dipende anche dalla varietà, dalla disponibilità di azoto e dalle condizioni del suolo. La narrazione del libro è quindi moderatamente sostenuta: documenta una tendenza reale, ma non una causa unica né inevitabile per ogni tipo di grano.

MISSION

LIFE Science Hub – Journal of Science nasce con l'obiettivo di rendere accessibile il sapere scientifico senza rinunciare a rigore metodologico, qualità delle fonti e autorevolezza dei contenuti. La rivista promuove la diffusione della conoscenza nelle scienze della salute, della nutrizione, della medicina e della longevità, creando un ponte tra il mondo della ricerca e la società.

Attraverso articoli, revisioni, approfondimenti e contributi di esperti, il Journal valorizza la medicina e la scienza basate sulle evidenze, favorendo una corretta interpretazione dei dati scientifici e contrastando la disinformazione. Ogni contenuto è sviluppato con l'obiettivo di tradurre la complessità della ricerca in informazioni comprensibili, utili e applicabili, mantenendo intatti i principi di accuratezza, trasparenza e indipendenza scientifica.

Libera da condizionamenti politici, industriali e commerciali, la rivista si propone come uno spazio editoriale autorevole e indipendente, dedicato alla promozione della cultura scientifica, dell'aggiornamento professionale e della crescita della consapevolezza sanitaria nella popolazione.

## 2. STUDIO ANALIZZATO

La domanda di ricerca era se la composizione nutrizionale del chicco di grano sia cambiata nel corso di 166 anni e se tali cambiamenti siano associati alle variazioni ambientali e agronomiche avvenute nello stesso periodo. L'ipotesi era che l'aumento dell'anidride carbonica atmosferica, della temperatura e della produttività agricola avesse favorito l'accumulo di carboidrati, riducendo proporzionalmente proteine e minerali.Il motivo della citazione nel paragrafo 1.2.3 del libro è molto specifico. "La scelta di Vivere in Salute o in Malattia" del Dott. A. Colonnese e R. Panzironi richiama questa ricerca per il dato osservato a Broadbalk: una riduzione del 26% del contenuto proteico del grano dal 1850 al 2016, in un contesto in cui dagli anni Sessanta sono state introdotte varietà a paglia corta e ad alta resa.Lo studio può documentare una variazione storica nella concentrazione dei nutrienti e mostrare associazioni statistiche con CO2, temperatura, resa e periodo di coltivazione. Non può invece dimostrare da solo che l'aumento della CO2, oppure le varietà nane, siano l'unica causa della riduzione proteica e minerale: questi fattori sono cambiati contemporaneamente e non sono stati separati mediante un esperimento controllato lungo 166 anni.

## 3. MATERIALI E METODI DELLO STUDIO ORIGINALE

La ricerca ha analizzato chicchi di frumento tenero e duro raccolti tra il 1850 e il 2016. Una parte proveniva dal Broadbalk Continuous Wheat Experiment di Rothamsted, nel Regno Unito, un esperimento di campo iniziato nel 1843. Un'altra parte proveniva da erbari e collezioni botaniche relative a sedici Paesi. I campioni erano integri e privi di segni visibili di degradazione.Per ciascun anno di raccolta sono state effettuate in genere tre repliche; nei campioni globali il numero variava da 3 a 18. Gli autori hanno misurato amido, glucosio, fruttosio, saccarosio, proteine, carbonio, azoto e minerali, inclusi ferro, zinco, magnesio, manganese, rame, potassio, fosforo e calcio. I minerali sono stati quantificati mediante spettrometria ad emissione ottica con plasma accoppiato induttivamente, una tecnica che misura gli elementi chimici presenti nel campione.Per Broadbalk erano disponibili anche i dati di resa dal 1850 al 2016 e il peso di mille chicchi dal 1974 al 2016. Gli autori hanno confrontato soprattutto due periodi, 1850-1955 e 1965-2016, ed hanno analizzato correlazioni tra composizione del grano, CO2, temperatura e precipitazioni. Poiché i campioni storici provenivano da luoghi, annate e varietà differenti, l'effetto del genotipo non è stato separato statisticamente dall'effetto dell'anno. I criteri di inclusione ed esclusione dettagliati per ogni campione non sono riportati nel materiale disponibile.

## 4. RISULTATI

Il risultato più pertinente al libro riguarda il contenuto proteico. Nei campioni di Broadbalk, il contenuto totale di proteine è diminuito del 26% tra il 1850 e il 2016. Gli autori hanno rilevato una correlazione negativa tra CO2 atmosferica e proteine: all'aumentare della CO2, la concentrazione proteica nel chicco tendeva a diminuire. Anche la temperatura mostrava una correlazione negativa con le proteine, ma nell'analisi multifattoriale l'effetto statisticamente significativo era attribuito alla CO2 e non alla temperatura.Nel gruppo internazionale, confrontando 1850-1955 con 1965-2016, la concentrazione proteica è passata da 16,96% a 13,07%, una riduzione del 23%, con valore P pari a 0,049. Il valore P indica la compatibilità del risultato con l'ipotesi che non esista alcuna differenza: convenzionalmente, valori inferiori a 0,05 vengono considerati statisticamente significativi. Nello stesso confronto il rapporto carbonio/azoto è aumentato del 20%, coerentemente con una maggiore quota relativa di composti ricchi di carbonio rispetto a quelli ricchi di azoto, come le proteine.I carboidrati hanno mostrato una tendenza opposta. Nei campioni globali il glucosio è aumentato significativamente, da 1,01 a 1,89 micromoli per grammo di sostanza secca, con P pari a 0,027. L'amido è aumentato del 7%, ma questa differenza tra i due periodi non era statisticamente significativa. A Broadbalk il contenuto di amido ha raggiunto il valore più alto nel 2016 e la resa del grano è aumentata soprattutto dopo gli anni Sessanta.Per i minerali, gli autori hanno osservato una tendenza generale alla diminuzione con l'aumento della CO2. Le associazioni negative erano statisticamente significative per potassio, magnesio, zinco, ferro e manganese nei campioni globali. A Broadbalk, le concentrazioni minerali sono state influenzate negativamente soprattutto dalla CO2, con

l'eccezione del potassio, aumentato nel tempo. Questi dati descrivono concentrazioni nel chicco: non indicano necessariamente che la quantità totale di nutrienti prodotta per ettaro sia diminuita, perché la resa complessiva è cresciuta.

## 5. INTERPRETAZIONE

In termini semplici, lo studio suggerisce che il grano prodotto negli ultimi decenni può contenere una quota relativamente maggiore di carboidrati ed una quota minore di proteine e di vari minerali. Una spiegazione plausibile è l'effetto di diluizione: se il chicco accumula più amido e la sua produzione aumenta, proteine e minerali possono rappresentare una percentuale minore del peso finale.Il meccanismo non è però riducibile alla sola diluizione. L'aumento della $CO_2$ può aumentare la fotosintesi delle piante C3, gruppo al quale appartiene il grano, e ridurre l'apertura degli stomi, le piccole aperture delle foglie che regolano gli scambi gassosi e la perdita di acqua. Una minore traspirazione può modificare il trasporto di azoto e minerali dal suolo alla pianta. Anche la selezione di varietà a paglia corta può aver favorito una maggiore resa attraverso un aumento del numero di chicchi, senza che ogni chicco diventasse più ricco di proteine o micronutrienti.Il segmento documentato direttamente dalla pubblicazione oggetto della Revisione delle prove è quindi: nel grano archiviato a Broadbalk, nel periodo in cui sono aumentate $CO_2$ e resa e sono state introdotte varietà seminane, la concentrazione proteica è diminuita del 26% e diverse concentrazioni minerali sono diminuite. L'interpretazione causale che attribuisce questo fenomeno ad una combinazione di $CO_2$, resa e miglioramento genetico è ragionevole, ma resta parziale perché lo studio è osservazionale e non separa completamente i fattori.

## 6. EVIDENZE INDIPENDENTI DI CONFERMA

Una metanalisi specifica sul grano ha riunito esperimenti condotti in condizioni di campo realistiche, escludendo serre e camere di crescita chiuse. Ha rilevato che l'aumento della $CO_2$ riduceva in media dell'8,4% la concentrazione di azoto nel chicco, misura strettamente collegata alle proteine. Poiché nello stesso tempo aumentava la resa e aumentava anche il contenuto totale di azoto per superficie coltivata, il risultato conferma che la concentrazione nutrizionale e la produzione totale sono due aspetti diversi. La stessa metanalisi ha osservato riduzioni di molti minerali, fra cui ferro, zinco, magnesio e manganese, e ha concluso che la sola diluizione dovuta ad una maggiore resa non spiega tutta la variazione [1].Una ricerca multicentrica in sistemi FACE, cioè coltivazioni in pieno campo arricchite di $CO_2$ senza chiudere le piante in una camera, ha confermato la direzione dell'effetto nel frumento. Rispetto alla $CO_2$ ambientale, la $CO_2$ elevata è stata associata ad una riduzione del 6,3% delle proteine, del 9,3% dello zinco e del 5,1% del ferro nel chicco. Questo studio rafforza soprattutto il passaggio della narrazione secondo cui una $CO_2$ più elevata può ridurre la densità di alcuni nutrienti nel grano, pur non ricostruendo l'intera storia agricola dal 1850 [2].Un confronto indipendente tra 63 cultivar storiche e moderne di frumento primaverile ha mostrato che, con l'aumento delle rese nel tempo, le concentrazioni di tutti i minerali valutati tranne il calcio diminuivano. Il risultato era particolarmente evidente nel gruppo commerciale del frumento bianco tenero; nel frumento rosso duro, invece, le concentrazioni minerali restavano sostanzialmente costanti. Questa differenza è importante perché conferma che la selezione varietale può contribuire alla qualità minerale del chicco, ma mostra anche che il declino non è uguale in ogni gruppo genetico [3].Nel complesso, le evidenze indipendenti sostengono due passaggi della frase del libro: l'aumento della $CO_2$ può essere associato ad una riduzione della concentrazione di proteine e minerali; la selezione varietale e l'aumento della resa possono modificare ulteriormente il contenuto minerale. La prova è più forte per la direzione media dell'effetto della $CO_2$ e meno forte per quantificare quanto abbiano pesato le varietà a paglia corta nello specifico esperimento di Broadbalk.

## 7. EVIDENZE DISCORDANTI

Un esperimento FACE di due anni, condotto con due livelli di $CO_2$ e tre livelli di fertilizzazione azotata, ha trovato un effetto più limitato rispetto a quello osservato in altre ricerche. La $CO_2$ elevata ha ridotto leggermente albumine/globuline e glutine totale, ma non ha modificato le concentrazioni di ferro, zinco e zolfo né il volume del pane. L'azoto e l'anno di coltivazione hanno avuto effetti più marcati della $CO_2$

su molte caratteristiche della qualità del grano [4].Questo risultato non annulla l'associazione osservata nello studio originale. Indica invece che la risposta del grano dipende dal contesto sperimentale, dalla cultivar, dalla disponibilità di nutrienti nel suolo e dall'entità dell'aumento della produzione. In particolare, non è corretto affermare che una $CO_2$ più elevata riduca necessariamente tutti i minerali in ogni varietà e in ogni ambiente. Le evidenze discordanti rendono più prudente l'attribuzione di una riduzione proteica e minerale esclusivamente alle varietà a paglia corta o esclusivamente alla $CO_2$.

## 8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

La tabella distingue il dato storico osservato nello studio originale dalle evidenze indipendenti che confermano o delimitano la narrazione del paragrafo del libro.

### Quadro comparativo

| Riferimento | Tipo di studio | Popolazione o modello | Risultato principale | Direzione dell'evidenza | Forza dell'evidenza |
|---|---|---|---|---|---|
| Studio originale | Osservazionale storico con campioni d'archivio | Grano 1850-2016; Broadbalk e campioni da 16 Paesi | A Broadbalk, proteine ridotte del 26%; diminuzione di numerosi minerali e aumento relativo dei carboidrati. | conferma diretta | moderata |
| [1] | Metanalisi | Esperimenti sul grano in campo, FACE e open-top chamber | $CO_2$ elevata associata a riduzione media dell'8,4% dell'azoto nel chicco e a diminuzioni di diversi minerali. | conferma diretta | alta |
| [2] | Esperimenti multicentrici FACE e metanalisi | Colture C3, incluso frumento, coltivate in pieno campo | Nel grano: proteine ridotte del 6,3%, zinco del 9,3% e ferro del 5,1% con $CO_2$ elevata. | conferma diretta | alta |
| [3] | Osservazionale comparativo | 63 cultivar storiche e moderne di frumento primaverile | Con rese maggiori, diminuzione di quasi tutti i minerali; risposta differente fra classi commerciali. | conferma indiretta | moderata |
| [4] | Esperimento FACE | Frumento, due anni, $CO_2$ ambientale o elevata e tre livelli di azoto | Riduzione lieve di alcune proteine, ma ferro, zinco e zolfo invariati. | evidenza discordante | moderata |

## 9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

### CONCLUSIONI

Lo studio analizzato documenta una riduzione del contenuto proteico del grano a Broadbalk tra il 1850 e il 2016, accompagnata da una diminuzione di diversi minerali e da un aumento relativo dei carboidrati. Questo passaggio è ben sostenuto come osservazione storica. Le evidenze indipendenti confermano che una CO2 elevata può ridurre la concentrazione di proteine, zinco, ferro e altri minerali nel grano.La parte relativa alle varietà a paglia corta richiede maggiore prudenza. È biologicamente e agronomicamente plausibile che la selezione per alte rese contribuisca alla diluizione di alcuni nutrienti, ma il suo peso rispetto a CO2, temperatura, azoto, suolo e cultivar non può essere definito con precisione dallo studio originale. La narrazione è quindi moderatamente sostenuta e non giustifica conclusioni assolute sulla composizione di tutti i cereali moderni.

Aggiornato al 17/11/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

## 10. TRASPARENZA E RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA

L'Intelligenza Artificiale è stata impiegata esclusivamente come strumento di supporto editoriale e documentale. Tutti i contenuti, le interpretazioni, le citazioni bibliografiche e le conclusioni sono stati verificati, revisionati e approvati dall'autore, che ne assume la piena responsabilità scientifica.

Il manoscritto è stato inoltre sottoposto a revisione tra pari (peer review) indipendente prima della pubblicazione.

Per garantire la massima trasparenza, la cronologia completa dell'articolo, comprensiva delle date di sottomissione, revisione, accettazione e pubblicazione, nonché delle informazioni sul processo di peer review, è disponibile nella pagina dedicata alla Storia dell'articolo.

## 11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] **CO2-Induced Changes in Wheat Grain Composition: Meta-Analysis and Response Functions**
Broberg et al., 2017
*Agronomy*
DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy7020032

[2] **Increasing CO2 threatens human nutrition**
Myers et al., 2014
*Nature*
DOI: https://doi.org/10.1038/nature13179

[3] **Relationship between yield and mineral nutrient concentrations in historical and modern spring wheat cultivars**
Murphy et al., 2008
*Euphytica*
DOI: https://doi.org/10.1007/s10681-008-9681-x

[4] **Elevated Atmospheric CO 2 Concentration Has Limited Effect on Wheat Grain Quality Regardless of Nitrogen Supply**
Dier et al., 2020
*Journal of Agricultural and Food Chemistry*
DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b07817