

Latte d'avena e bevande a base di avena: composizione, processo produttivo e ruolo dell'analisi chimica nel controllo qualità

Dott.ssa Francesca Bruni - Ricercatrice presso il CDR Laboratorio Chimico "Francesco Bonicolini"

Abstract

Le bevande a base di avena sono diventate il segmento in più rapida crescita tra le alternative vegetali al latte, trainate dai progressi tecnologici che consentono la conversione di materie prime cerealicole in prodotti stabili e sicuri. Tuttavia, la produzione industriale presenta notevoli complessità, richiedendo un controllo preciso su fasi critiche come l'idrolisi enzimatica, il trattamento termico UHT e la fortificazione per garantire stabilità fisica e coerenza nutrizionale. Questo articolo esplora le principali sfide chimiche e analitiche del settore, concentrando sul monitoraggio di parametri chiave come i profili zuccherini, l'azoto amminico libero (FAN) e l'ammoniaca, un fondamentale "indicatore precoce" di degradazione proteica o attività microbica. Inoltre, valuta il sistema CDR DrinkLab come soluzione innovativa per analisi chimiche rapide in loco, dimostrando un'elevata correlazione con i metodi di riferimento tradizionali, eliminando al contempo la complessa preparazione del campione e riducendo i tempi di analisi.

1. Introduzione alla lavorazione delle bevande d'avena e alle sfide analitiche

Nell'ultimo decennio, le bevande a base di avena sono diventate il segmento in più rapida crescita tra le alternative vegetali al latte, trainate dai progressi nelle tecnologie di lavorazione che consentono la conversione di materie prime cerealicole in bevande stabili e sicure. Rispetto alla lavorazione standard del latte vaccino, le bevande a base di avena richiedono in genere un controllo più rigoroso **dell'idrolisi enzimatica e della fortificazione**, mentre **il trattamento termico e**

l'omogeneizzazione devono essere ottimizzati in relazione alle interazioni tra carboidrati, proteine, lipidi e minerali, dipendenti dalla ricetta, per garantire stabilità fisica e funzionalità costante.

Con l'avvento della produzione industriale su larga scala delle bevande a base di avena, è aumentata la necessità di **analisi chimiche affidabili** per garantire la riproducibilità del processo, la stabilità del prodotto e la conformità alle normative. La variabilità delle materie prime e delle condizioni di lavorazione può influenzare significativamente i parametri chimici chiave, rendendo il controllo analitico un elemento fondamentale nella moderna produzione di bevande a base di avena.

2. Composizione, profilo nutrizionale e processo di produzione delle bevande all'avena

Composizione nutrizionale e confronto con il latte vaccino

Le bevande a base di avena differiscono intrinsecamente dal latte vaccino per la loro origine botanica. La loro composizione riflette le proprietà nutrizionali dell'avena, combinate con un arricchimento mirato per ottenere un profilo bilanciato.

Rispetto al latte vaccino parzialmente scremato, le bevande d'avena fortificate contengono in genere:

- **Livelli più elevati di fibre alimentari**, principalmente beta-glucani.
- **Percentuali più elevate di grassi insaturi (acido oleico, linoleico e linolenico)**, con un contenuto inferiore di grassi saturi.
- **Livelli di energia e calcio comparabili**, a seconda della strategia di fortificazione.
- **Contenuto proteico inferiore**, sebbene le proteine dell'avena siano di elevata qualità biologica.
- **Senza colesterolo, lattosio o proteine del latte**.

L'avena è nota per il suo contenuto di beta-glucani, fibre solubili che contribuiscono alla riduzione del colesterolo limitando l'assorbimento intestinale. La fortificazione è un passaggio fondamentale nella formulazione delle bevande all'avena. Vitamine e minerali come **calcio, iodio, riboflavina (B2), vitamina D e vitamina B12** vengono comunemente aggiunti per compensare i nutrienti naturalmente presenti nel latte vaccino. Dal punto di vista normativo e qualitativo, la fortificazione richiede un dosaggio preciso e una verifica analitica.

Materie prime e formulazione

Le bevande all'avena tipiche sono composte da circa l' **85-88% di acqua** , il **6-11% di avena** , olio vegetale, sale e micronutrienti. L'olio di colza è spesso utilizzato per migliorare la consistenza in bocca e la stabilità della schiuma, in particolare nelle formulazioni per baristi, grazie al suo profilo favorevole di acidi grassi.

In alcune formulazioni vengono esplorate fonti proteiche alternative, come i piselli o sottoprodotti come i cereali esausti della birra e i panelli di

spremitura dei semi oleosi, per aumentare il contenuto proteico e migliorare al contempo la sostenibilità attraverso la valorizzazione dei sottoprodotti.

Processo di produzione e punti critici di controllo

La produzione della bevanda d'avena prevede diverse fasi tecnologiche interconnesse:

1. **Macinazione dell'avena o preparazione della poltiglia.**
2. **Idrolisi enzimatica** di amidi e polisaccaridi per migliorare la dolcezza, la stabilità e la sensazione in bocca.
3. **Trattamento termico**, spesso tramite lavorazione UHT diretta a **138-144°C**, per garantire la sicurezza microbiologica e l'inattivazione degli enzimi.
4. **Omogeneizzazione**, per stabilizzare l'emulsione e prevenire la separazione di fase.
5. **Fortificazione e formulazione aggiustamenti.**
6. **Riempimento asettico.**

Ogni fase introduce una potenziale variabilità che influenza **il profilo degli zuccheri, l'integrità delle proteine, l'equilibrio minerale e la stabilità del pH**, rendendo essenziale il controllo analitico durante tutto il processo.

3. Sfide dell'analisi chimica nella produzione di bevande all'avena e il ruolo di CDR DrinkLab

Il controllo qualità delle bevande a base di avena richiede il monitoraggio di molteplici parametri chimici nelle materie prime, nei prodotti intermedi e nelle formulazioni finali. I metodi di laboratorio convenzionali spesso comportano una complessa preparazione dei campioni, analisi enzimatiche e infrastrutture di laboratorio dedicate, che possono limitarne l'utilizzo per i controlli di routine o in corso di lavorazione.

CDR DrinkLab affronta queste sfide consentendo **analisi chimiche rapide e affidabili direttamente negli ambienti di produzione o nei laboratori di controllo qualità**, senza una preparazione approfondita del campione.

Parametri chiave analizzabili con CDR DrinkLab
CDR DrinkLab consente la determinazione di diversi parametri critici, tra cui:

- **Zuccheri fermentescibili**, essenziali per il controllo dell'idrolisi enzimatica e della dolcezza.
- **Zuccheri totali**, rilevanti per l'etichettatura nutrizionale e la conformità normativa.

- **Acidi organici (acido acetico e acido lattico totale D+L)**, che influenzano la stabilità del pH e il profilo sensoriale.
- **Alcol**, particolarmente rilevante per bevande fermentate o ibride. *[in fase di sviluppo]*
- **Ammoniaca**, un indicatore chiave della degradazione delle proteine e dell'attività microbica.
- **Azoto amminico libero (FAN)**, che riflette la disponibilità di azoto organico solubile derivante dall'idrolisi delle proteine. *[in fase di sviluppo]*

L'utilizzo di **reagenti precalibrati e volumi di campione minimi** garantisce la coerenza analitica riducendo al contempo la dipendenza dall'operatore. Questo approccio è particolarmente vantaggioso per i produttori che non dispongono di laboratori analitici completamente attrezzati o che desiderano un processo decisionale più rapido durante la produzione.

Analitico Parametro	Importanza nella produzione	Indicatore Tipo	Impatto sul prodotto finale
Ammoniaca	Indicatore di degradazione proteica e attività microbica	Indicatore di degrado /allarme precoce	Impatta sulla stabilità biochimica, sulla sicurezza e sulla qualità sensoriale
Fermentescibili e zuccheri	Controllo dell'idrolisi enzimatica e dolcezza	Efficienza del processo	Influenza la dolcezza e il profilo sensoriale
Zuccheri totali	Etichettatura nutrizionale e conformità normativa	Efficienza del processo	Influenza il profilo nutrizionale e lo stato normativo
Azoto amminico libero (FAN)	Riflette la disponibilità di azoto organico solubile dall'idrolisi delle proteine	Efficienza del processo	Ottimizza la solubilizzazione delle proteine e le proprietà funzionali
acidi organici	Influenzare la stabilità del pH	Degradazione / Stabilità	Influenza il profilo sensoriale e la stabilità chimica
Alcol	Rilevante per bevande fermentate o ibride	Efficienza del processo	Definisce la categoria della bevanda e le proprietà sensoriali

4. Focus sull'analisi dell'ammoniaca nelle bevande vegetali

La concentrazione di ammoniaca nelle bevande vegetali, tra cui avena, soia, riso e altre bevande vegetali, è un **parametro di qualità fondamentale** per il controllo del processo e del prodotto. Elevata ammoniaca livelli può indicare:

- **Degradazione delle proteine durante la lavorazione**, derivante da eccessivo stress termico o reazioni biochimiche incontrollate.
- **Attività microbica**, associata alla deaminazione degli amminoacidi e al metabolismo dell'azoto.
- **Trattamento termico o igienizzazione inadeguati**, che comportano un'attività enzimatica o microbica residua durante la conservazione.

Nel contesto della produzione di bevande a base di avena, l'analisi dell'ammoniaca fornisce informazioni complementari alla determinazione **dell'azoto amminico libero (FAN)**. Mentre il FAN riflette la concentrazione di composti azotati organici solubili, come amminoacidi e peptidi corti generati durante l'idrolisi proteica controllata, l'ammoniaca rappresenta l'azoto inorganico ed è principalmente associata a **fenomeni di degradazione indesiderati**.

Dal punto di vista del controllo di processo, il FAN è correlato all'efficienza della formulazione e del trattamento enzimatico, supportando l'ottimizzazione della solubilizzazione delle proteine e delle loro proprietà funzionali. Al contrario, l'ammoniaca funge da indicatore di allerta precoce, segnalando potenziali deviazioni legate alla degradazione proteica, alla contaminazione microbica o a un controllo di processo insufficiente.

Il monitoraggio di routine dell'ammoniaca, in combinazione con la determinazione del FAN, consente quindi una valutazione più completa della **stabilità biochimica, della robustezza del processo e della sicurezza del prodotto** nelle bevande a base di avena, supportando azioni correttive tempestive e una qualità costante del prodotto.

Il monitoraggio di routine dell'ammoniaca è quindi essenziale per garantire la **stabilità, la sicurezza e la qualità sensoriale del prodotto**.

5. Correlazione del metodo: CDR DrinkLab vs test di riferimento

La determinazione della **concentrazione di ammonio** è un approccio analitico consolidato per

il monitoraggio della **qualità e dell'evoluzione biochimica del latte e dei prodotti lattiero-caseari durante la lavorazione tecnologica**; lo stesso principio si applica alle **bevande vegetali**, comprese quelle a base di avena. L'ammoniaca può derivare dalla degradazione proteica, dall'attività enzimatica o dal metabolismo microbico, il che la rende un indicatore sensibile del controllo di processo e della stabilità del prodotto.

Tradizionalmente, l'ammoniaca viene quantificata utilizzando **metodi di riferimento enzimatici**, come i kit di analisi **Megazyme Ammonia Assay**, ampiamente adottati nei laboratori industriali e di ricerca grazie alla loro specificità e ai protocolli standardizzati. Questi saggi enzimatici sono comunemente utilizzati come tecniche di riferimento per il controllo di qualità di routine e la convalida dei metodi.

Oltre ai metodi enzimatici, la letteratura scientifica descrive **tecniche cromatografiche come approcci di riferimento per la determinazione dell'ammonio**. In particolare, i metodi basati sulla **cromatografia a scambio cationico abbinata alla rivelazione a conduttività soppressa** consentono la separazione e la quantificazione degli ioni ammonio con elevata sensibilità analitica. Queste tecniche, tuttavia, richiedono **un'adeguata preparazione del campione**, strumentazione dedicata e personale qualificato, il che spesso ne limita l'applicabilità a laboratori centralizzati o altamente attrezzati.

Altri approcci analitici ufficiali o standardizzati per la determinazione dell'ammoniaca includono:

- **Cromatografia ionica**, come descritto nei metodi standard internazionali per l'analisi dell'acqua e degli alimenti.
- **Metodi spettrofotometrici** basati sulla reazione di Berthelot o su principi colorimetrici correlati, citati in diversi compendi ufficiali.
- **Metodi UV enzimatici**, riconosciuti come tecniche di riferimento affidabili nell'analisi di alimenti e bevande.

Studi comparativi condotti su diverse bevande all'avena dimostrano una **forte correlazione tra i valori di ammoniaca ottenuti utilizzando CDR DrinkLab e quelli misurati con test enzimatici di riferimento**, come i kit Megazyme.

CDR (ppm)	Metodo ufficiale (ppm)
6.28	4.13
43.3	32.1
45.1	38.4
42.5	36.8
37.6	34.1
37.0	33.1
37.6	34,5
41.0	35,8
37.8	32.9

Tabella 1: Studio di correlazione sull'ammoniaca tra CDR DrinkLab e il metodo Megazyme

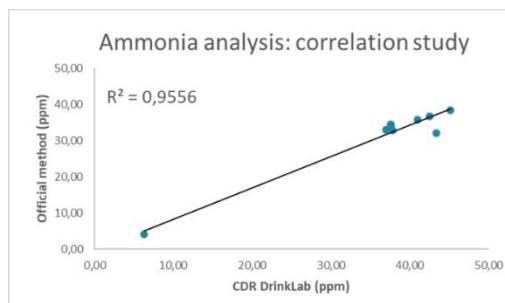


Figura 1: Studio di correlazione sull'ammoniaca tra CDR DrinkLab e il metodo Megazyme

La correlazione osservata (Tabella 1, Grafico 1) mostra un **elevato coefficiente di determinazione (R^2)**, confermando l'affidabilità analitica di CDR DrinkLab per la determinazione dell'ammoniaca in matrici vegetali complesse. Eliminando la complessa preparazione del campione e riducendo i tempi di analisi, CDR DrinkLab consente un rapido monitoraggio in loco dell'ammoniaca nella produzione di bevande a base di avena.

6. Conclusioni

La rapida espansione delle bevande a base di avena riflette una convergenza di sostenibilità, consapevolezza nutrizionale e innovazione tecnologica. Tuttavia, la complessità della formulazione e della lavorazione delle bevande a base di avena richiede **un rigoroso controllo chimico in ogni fase della produzione**.

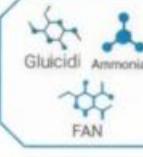
Le sfide analitiche associate ai metodi di laboratorio tradizionali possono limitare la reattività del processo e aumentare i costi operativi. In questo contesto, **CDR DrinkLab offre una soluzione efficace**, che combina velocità, facilità d'uso e affidabilità analitica per il monitoraggio dei parametri chiave della qualità.

La correlazione dimostrata con i metodi di riferimento consolidati, in particolare per l'analisi dell'ammoniaca, supporta ulteriormente l'idoneità di **CDR DrinkLab come strumento pratico per il controllo di qualità nella moderna produzione di bevande a base vegetale**

Bibliografia

1. Tetra Pak. *Le bevande all'avena sono in forte espansione. Ecco perché.* Tetra Pak Global, 2023. [Tetra Pak](#)
2. GFI Europe. *Analisi di mercato sulle vendite europee di prodotti a base vegetale dal 2020 al 2022 (analisi basata su NielsenIQ).* Il Good Food Institute Europe, 2023. [GFI Europe](#)
3. Oatly. *Il nostro processo (tecnologia brevettata e approccio produttivo).* Oatly, pagina web. [oatly.com](#)
4. *Lavorazione UHT nel contesto delle bevande a base vegetale: una revisione scientifica. Ricerca attuale in scienza alimentare*, 2024. [ScienceDirect](#)
5. *Tecnologie innovative per la produzione di sostituti del latte non caseari a base vegetale e il loro impatto sugli aspetti nutrizionali, sensoriali e di sicurezza: una revisione. Ricerca attuale in scienza alimentare*, 2021. [ScienceDirect](#)
6. Novozymes. *Bevanda a base di avena, documento tecnico (selezione degli enzimi, risultati dell'idrolisi, considerazioni sul processo).* Novozymes, PDF. [biosolutions.novozymes.com](#)
7. *Le alternative al latte vegetale possono replicare completamente il latte vaccino UHT? Una revisione incentrata sulle proprietà sensoriali e fisico-chimiche. Bevande (MDPI)*, 2025. [MDPI](#)
8. Megazyme. *Kit per il dosaggio dell'ammoniaca (rapido) K-AMIAR, pagina del prodotto e panoramica del metodo.* Megazyme. [megazyme.com](#)

CDR DrinkLab: Analisi avanzate, semplificate

OTTIMIZZAZIONE PROCESSO IN LOCO	CONTROLLO QUALITÀ AFFIDABILE E COMPLETO
 <p>Risultati Rapidi per Decisioni Veloci Ottieni dati chimici critici i pochi minuti, direttamente sulla linea di produzione.</p>	 <p>Affidabilità Analitica Provata Dimostra una forte correlazione con metodi di riferimento enzimatici ufficiali.</p>
 <p>Flusso di Lavoro Semplificato, Nessun Laboratorio Richiesto Non richiede preparazione complessa del campione o infrastrutture di laboratorio dedicate.</p>	 <p>Monitoraggio Parametri Critici Analisi dei principali indicatori come glucidi, ammoniaca e Azoto Aminico Libero (FAN).</p>
 <p>Meno Dipendenza dall'Operatore Reagenti pre-calibrati e volumi di campione minimi garantiscono risultati consistenti.</p>	 <p>Allerta Precoce per Deviazioni Qualitative Monitora l'ammoniaca come indicatore chiave della degradazione delle proteine o di attività micobica.</p>