



NODES – Nord Ovest Digitale e Sostenibile

UOVO CIRCOLARE

SPOKE 7 – Agroindustria Secondaria

DELIVERABLE D2.2

Report sulle performance di crescita delle galline

Version history

No.	Date	Details	Author(s)
0.1	03/12/2024	Prima bozza del report	Chiara Nervo, Nazarena Cela
0.5			
0.9			
1	10/12/2024	Versione finale del report	Nazarena Cela, Chiara Nervo, Luisa Torri

Questo report fa parte del progetto UOVO CIRCOLARE finanziato nell'ambito dei Bandi a Cascata del Programma NODES, sostenuto dal MUR sui fondi PNRR MUR - M4C2 - Investimento 1.5 Avviso "Ecosistemi dell'Innovazione", nell'ambito del PNRR finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU (Grant agreement Cod. n.ECS00000036).

INDICE

SINTESI.....	3
INTRODUZIONE.....	3
OBIETTIVO.....	3
MATERIALI E METODI.....	3
PRODOTTI.....	4
ANALISI SENSORIALE.....	5
Procedura di Valutazione.....	5
ANALISI DEL COLORE.....	6
ANALISI DEI PARAMETRI STRUTTURALI.....	7
ANALISI DATI.....	7
RISULTATI.....	8
TEST SENSORIALE.....	8
Gradimento.....	8
Profilo Sensoriale.....	8
Influenza degli attributi sensoriali sul gradimento.....	8
PARAMETRI CROMATICI.....	9
PARAMETRI STRUTTURALI.....	9
CONCLUSIONI.....	10
BIBLIOGRAFIA.....	10

SINTESI

In questo report vengono riportati i principali risultati ottenuti dall'Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo (OdR del progetto Uovo Circolare) relativamente all'attività svolta nell'ambito del Task 2.3 del progetto. Il principale obiettivo dell'attività svolta è stato quello di valutare l'impatto dell'alimentazione delle galline a base di larve di mosca soldato a loro volta alimentate con sottoprodotti vegetali dell'industria alimentare sulle caratteristiche sensoriali e strutturali delle uova.

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni è cresciuto l'interesse verso l'utilizzo di insetti come fonte proteica alternativa per l'alimentazione animale, considerata come soluzione innovativa e sostenibile per raggiungere la sfida di ridurre l'impatto ambientale delle filiere alimentari (Makkar et al., 2014). Tuttavia, per garantire l'accettabilità di tali innovazioni da parte dei consumatori, è fondamentale comprendere l'effetto che queste pratiche di alimentazione alternativa hanno sulle caratteristiche qualitative del prodotto finale. Precedenti studi hanno dimostrato che l'alimentazione delle galline a base di larve di mosca soldato (*Hermetia illucens*) può influenzare le proprietà nutrizionali e le caratteristiche cromatiche delle uova (Cattaneo et al., 2025). Tuttavia, ai fini di un buon posizionamento sul mercato di Uova Circolari, è fondamentale considerare l'effetto di questa alimentazione proteica alternativa sulle caratteristiche sensoriali delle uova e studiarne l'accettabilità da parte dei consumatori.

OBIETTIVO

L'obiettivo dello studio è stato quello di valutare l'impatto dell'alimentazione delle galline a base di larve di mosca soldato a loro volta alimentate con sottoprodotti vegetali dell'industria alimentare sulle caratteristiche sensoriali e strutturali delle uova.

MATERIALI E METODI

L'intero studio è stato condotto secondo le linee guida della Dichiarazione di Helsinki e approvato dal Comitato Etico dell'Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo (Comitato Etico Verbale n.5/2024). La valutazione sensoriale è stata ripetuta in due giornate consecutive: 23 e 24 Ottobre 2024. In entrambi i giorni i campioni sono stati preparati secondo lo stesso protocollo, rispettando le medesime procedure per la cottura e lo sporzionamento. Hanno partecipato ai test sensoriali principalmente studenti e staff dell'Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo. Tutti i soggetti hanno aderito volontariamente ai test e firmato un consenso informato, riportante ingredienti e eventuali allergeni, prima di partecipare alle valutazioni sensoriali.

Prodotti

Sono stati analizzati 2 campioni di uova, Controllo e Circolare, ciascuno presentato in due modalità di cottura: uovo sodo e uovo pochè. Ogni soggetto ha, dunque, valutato un totale di 4 campioni. I campioni di uova sono stati forniti direttamente dall'azienda Fantolino e conservati a temperatura ambiente presso il Laboratorio di Analisi Sensoriale di UNISG fino al momento della cottura. Il giorno precedente al test, le uova sono state cotte (Fig. 1) presso il Pollenzo Food Lab di UNISG. Le uova sode, nello specifico, sono state cotte in immersione in acqua bollente per 9 minuti. Le uova pochè, invece, sono state cotte in forno, posizionate su una griglia, opportunamente separate tra loro, a 64°C per un'ora in forno statico. Presso il laboratorio di Analisi Sensoriale, il giorno della valutazione sensoriale, i campioni sono stati riscaldati in bagno termostatico alla temperatura di 55°C per circa un'ora. Poco prima di ciascun turno sensoriale, i campioni sono stati sgusciati, porzionati in contenitori monouso di 90 mL, coperti con un coperchio in PLA e immediatamente serviti ai soggetti. Tutti i campioni sono stati codificati con codici numerici casuali a tre cifre e sono stati presentati in ordine randomizzato e bilanciato tra i soggetti. Per garantire un corretto bilanciamento d'assaggio, metà dei soggetti ha assaggiato prima il set uovo sodo e poi il set uovo pochè, mentre l'altra metà ha assaggiato prima il set uovo pochè e poi il set di uovo sodo.



Figura 1. Preparazione dei campioni.

Analisi sensoriale

Al test sensoriale hanno partecipato volontariamente 143 soggetti reclutati tra gli studenti e lo staff UNISC, suddivisi in cinque turni sensoriali al giorno tra le ore 11:00 e le 14:30. Dopo aver firmato un consenso informato, i soggetti hanno partecipato al test sensoriale della durata di circa 25 minuti. La maggioranza dei soggetti era di genere femminile (60 %) e con un'età compresa tra i 18 e i 25 anni (61 %). La maggior parte dei soggetti ha affermato di consumare uova almeno una volta a settimana (75 %), seguiti da coloro che hanno affermato di consumare uova almeno una volta al mese (12 %), meno di una volta al mese (3 %) e tutti i giorni (10 %). Infine, l'80 % dei soggetti era di nazionalità italiana.

Procedura di Valutazione

Il test sensoriale comprendeva un test di gradimento su diverse modalità sensoriali e un Check-All-That-Apply (CATA) test (Fig.2). Come prima cosa, è stato chiesto ai soggetti di assaggiare i campioni forniti e di esprimere un giudizio di gradimento per i seguenti attributi: aspetto generale, colore del tuorlo, colore dell'albume, odore generale, flavour/gusto del tuorlo, flavour/gusto dell'albume, flavour generale, consistenza del tuorlo, consistenza dell'albume, consistenza generale e gradimento generale, su una scala edonica a 9 punti (1 = estremamente sgradevole, 9 = estremamente gradevole) (Peryam & Pilgrim, 1957). A seguire, attraverso un CATA test, è stato chiesto di scegliere da una lista di 20 descrittori forniti (salato, duro, granuloso, colore albume bianco sporco, acido, sulfureo, colore del tuorlo giallo chiaro, amaro, acquoso, compatto, dolce, colore albume bianco gesso, asciutto, morbido, umami, omogeneo/uniforme, burroso, astringente, colore del tuorlo giallo intenso) tutti quelli che venivano percepiti e quindi ritenuti utili a descrivere le caratteristiche sensoriali del campione. Infine, per ciascun campione è stato chiesto se sarebbero stati disposti a mangiare nuovamente, comprare e consumare regolarmente il campione in valutazione su una scala a 7 punti (1= sicuramente no; 7=sicuramente sì). Tra un campione e l'altro è stata imposta una pausa di 45 secondi, in cui è stato richiesto di sciacquare la bocca con acqua per ripristinare le capacità percettive. I campioni sono stati presentati in due set: un set con i due campioni di uovo sodo e un set con i due campioni di uovo pochè.

Tra un set e l'altro, è stato chiesto ai soggetti di rispondere ad alcune domande relative a informazioni socio-demografiche (età, genere e nazionalità), abitudini alimentari e frequenza di consumo delle uova. Le valutazioni sono state svolte in cabine individuali computerizzate, a temperatura ambiente (22±1°C) e sotto luce bianca. I dati sono stati acquisiti con il software Fizz Biosystèmes, versione 3.8.0.9.

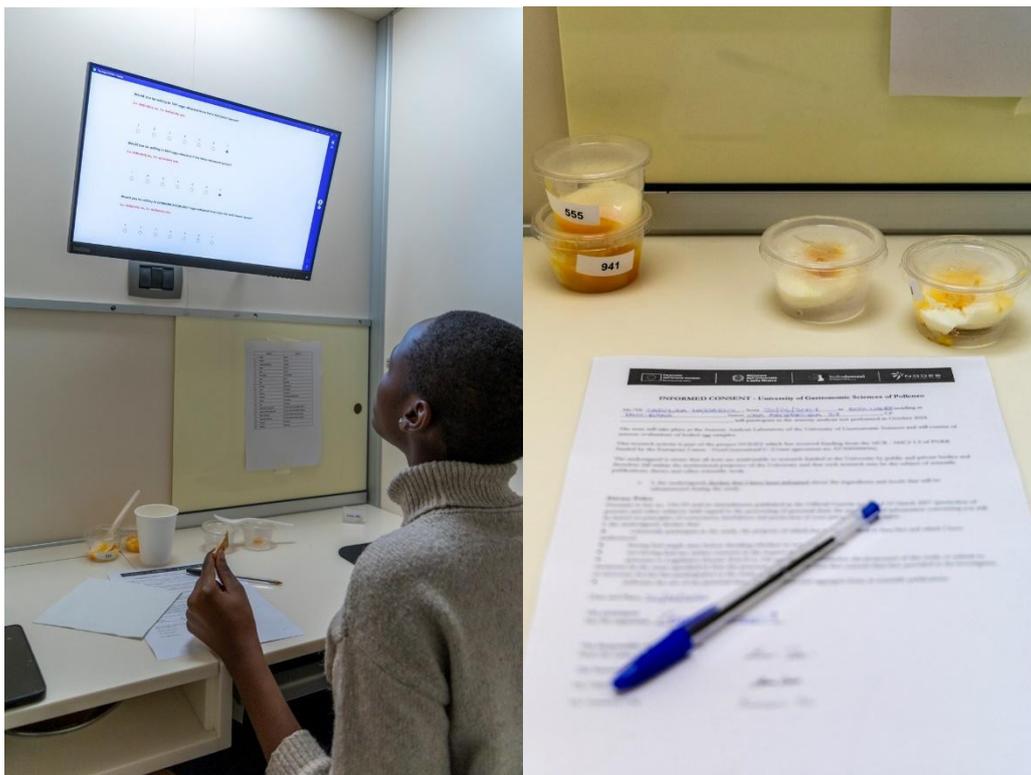


Figura 2. Procedura di valutazione del test sensoriale.

Analisi del colore

Il colore del tuorlo delle uova è stato valutato (Fig. 3) utilizzando il colorimetro Konica Minolta (modello CR-410), calibrato prima di ogni sessione di misurazione (illuminante: D65, osservatore: 2°). Sono state effettuate 6 repliche per ogni campione, ottenendo i valori dei parametri L* (luminosità), a* (rosso-verde), b* (giallo-blu), C* (saturazione) e h (tinta).



Figura 3. Analisi del colore del tuorlo.

Analisi dei parametri strutturali

I parametri strutturali delle uova sono stati analizzati mediante il Texture Analyzer (modello TA.HD Plus C) in combinazione con il Kit Egg Quality Testing System (Fig. 4). Le analisi hanno incluso i seguenti parametri: peso dell'uovo, resistenza alla rottura del guscio, deformazione del guscio, altezza dell'albume, unità Haugh, resistenza della membrana vitellina, peso del guscio, spessore del guscio, altezza del tuorlo. Sono state effettuate 9 repliche per ogni campione.

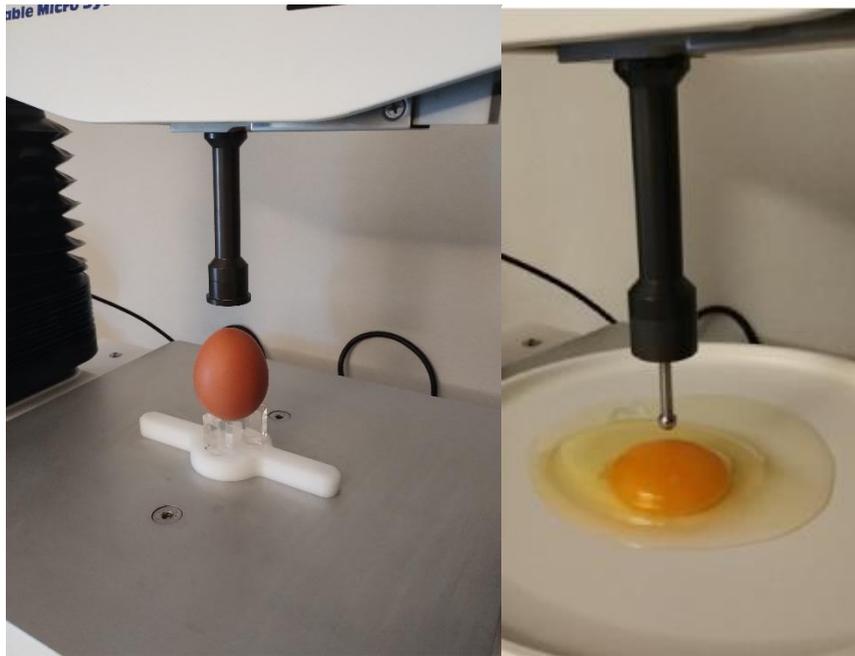


Figura 4. Analisi dei parametri strutturali mediante Texture Analyzer.

Analisi Dati

I dati di gradimento sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA) a due vie (fattori fissi: alimentazione/cottura; fattore random: soggetto), seguito dal test di Tukey di comparazione multipla delle medie, per stimare l'effetto delle variabili sul gradimento.

Per i dati raccolti con il CATA test è stato calcolato il numero di volte in cui ogni descrittore è stato scelto per ciascun prodotto, creando una matrice delle occorrenze. In seguito, è stato applicato un test d'indipendenza tra righe e colonne sulla matrice delle occorrenze. La matrice delle occorrenze è stata poi analizzata con il Cochran's Q test, per testare se i descrittori fossero stati scelti un numero di volte diverso tra i campioni, seguito da un test di comparazione multipla delle coppie (Critical difference di Sheskin), per testare se i prodotti si differenziassero significativamente nelle occorrenze dei descrittori. Infine, sui dati di gradimento e sulla matrice di occorrenza degli attributi è stata condotta una Penalty Analysis per valutare quali attributi influenzassero positivamente o negativamente il gradimento complessivo dei prodotti. Il test di Student è stato effettuato per verificare differenze significative tra i campioni Controllo e Circolare in termini di parametri cromatici e strutturali. Tutte le analisi sono state condotte utilizzando il software statistico XLSTAT Premium software (Version 2020.3.1, Addinsoft, Paris, France).

RISULTATI

Test sensoriale

Gradimento

Dall'ANOVA a due vie condotta per vedere **l'effetto dell'alimentazione** (Circolare e Controllo) sui dati di gradimento ottenuti per le diverse modalità sensoriali analizzate sono state riscontrate differenze significative ($p < 0.05$) per aspetto, colore del tuorlo, flavour del tuorlo e flavour generale. In generale è possibile affermare che i soggetti hanno attribuito dei punteggi di gradimento più alti per la categoria "uovo circolare" per tutte le modalità sopra citate. Analizzando inoltre l'effetto dell'alimentazione sulla disponibilità a mangiare di nuovo, comprare e consumare regolarmente il campione, non sono state riscontrate differenze significative ($p > 0.05$), ad indicare che l'alimentazione delle galline non ha un effetto su queste variabili.

Studiando invece **l'effetto del metodo di cottura** (sodo vs pochè) sul gradimento, è emerso che gran parte degli attributi analizzati sono risultati significativi ($p < 0.05$): aspetto, colore del tuorlo, colore dell'albume, odore generale, flavour del tuorlo, flavour dell'albume, consistenza del tuorlo e consistenza dell'albume, ma non il gradimento generale. Anche in questo caso, la modalità di cottura non ha un effetto significativo sulla disponibilità a mangiare di nuovo, comprare e consumare regolarmente.

Profilo Sensoriale

Dal Cochran's Q test applicato ai dati del CATA test sui 20 attributi sensoriali valutati, sono emersi 18 attributi significativi ($p < 0.05$): duro, granuloso, colore albume bianco sporco, acido, sulfureo, colore del tuorlo giallo chiaro, acquoso, compatto, dolce, colore albume bianco gesso, asciutto, morbido, umami, omogeneo/uniforme, burroso, astringente, colore del tuorlo giallo intenso. I campioni vengono discriminati bene sia in base alla modalità di cottura che in base al tipo di alimentazione. Nello specifico, è stato notato che le differenze tra i due campioni Controllo e Circolare sembrano essere meno marcate per l'uovo pochè, mentre la modalità di cottura sodo ha evidenziato maggiori differenze tra Controllo e Circolare. Si può quindi affermare che la modalità di cottura influenza in maniera significativa la percezione dei campioni analizzati. Inoltre, entrambi i campioni di uovo Circolare, sia sodo che pochè, sono stati associati a un giallo intenso più marcato rispetto all'uovo Controllo, indicando che l'alimentazione con larve influenza positivamente la pigmentazione del tuorlo.

Influenza degli attributi sensoriali sul gradimento

La Penalty Analysis è stata condotta per valutare gli attributi con un impatto positivo o negativo sul gradimento generale del prodotto. Nello specifico, è emerso che gli attributi umami, burroso, omogeneo/uniforme, giallo intenso, morbido, salato, dolce e albume bianco sono risultati driver positivi dell'accettabilità, incrementando la media di gradimento da 0.3 a 1 punto, mentre albume

bianco sporco, spugnoso, acquoso, asciutto e sulfureo sono risultati driver negativi, diminuendo il valore di gradimento medio da 0.4 a 0.9 punti.

Parametri cromatici

Dall'analisi dei **parametri di colore del tuorlo** delle uova, non è emersa alcuna differenza significativa per nessun parametro di colore analizzato ($p > 0.05$) tra i due gruppi sperimentali (Controllo e Circolare). Il parametro L^* , che indica la luminosità, ha mostrato valori medi di 47.31 per il campione Controllo e 46.71 per il Campione Circolare, suggerendo che l'alimentazione delle galline non ha influenzato in modo rilevante la luminosità del tuorlo. Per quanto riguarda i parametri a^* (rosso-verde) e b^* (giallo-blu), i valori medi sono stati rispettivamente 9.48 e 34.89 per il campione Controllo, e 9.17 e 33.99 per il campione Circolare. Anche in questo caso, non si osservano differenze significative, indicando che l'alimentazione con larve non ha modificato i parametri cromatici principali del tuorlo. I parametri derivati, C^* (saturazione del colore) e h (angolo di tinta), hanno mostrato risultati simili tra i due campioni. Il valore medio di C^* è stato 36.16 per il campione Controllo e 35.21 per il campione Circolare, mentre h è risultato 74.81 e 74.92 rispettivamente. Questi risultati confermano che l'alimentazione a base di larve di mosca soldato non altera significativamente i parametri di colore delle uova. Questo aspetto è importante dal punto di vista commerciale, poiché il colore del tuorlo è un fattore visivo cruciale per l'accettabilità da parte dei consumatori e, pertanto, si può affermare che le Uova Circolari mantengono caratteristiche estetiche comparabili a quelle convenzionali.

Parametri strutturali

L'analisi dei parametri strutturali delle uova ha rivelato che l'alimentazione delle galline con larve di mosca soldato alimentate a loro volta con sottoprodotti vegetali ha un impatto significativo su alcune caratteristiche qualitative importanti. In particolare, **l'altezza dell'albume** (9.44 mm nelle uova Circolari rispetto a 7.60 mm nelle uova Controllo) e **l'Haugh Unit** (97.2 vs 86.6) sono risultati significativamente superiori nelle uova Circolari ($p < 0.05$). Questi due parametri rappresentano indici di freschezza, suggerendo che l'alimentazione "circolare" può migliorare la componente proteica dell'albume, un aspetto cruciale per la qualità complessiva delle uova, senza compromettere le caratteristiche di guscio e tuorlo. Per tutti gli altri parametri valutati (peso dell'uovo, resistenza alla rottura del guscio, deformazione del guscio, resistenza della membrana vitellina, peso del guscio, spessore del guscio, altezza del tuorlo) non è emersa alcuna differenza significativa tra i campioni Controllo e Circolare.

CONCLUSIONI

L'alimentazione delle galline con larve di mosca soldato ha mostrato una leggera ma interessante influenza sulle caratteristiche dell'uovo:

- **Caratteristiche sensoriali:**
 - I campioni "Controllo" e "Circolare" non presentano differenze significative in termini di gradimento ma mostrano differenze nelle caratteristiche sensoriali in maniera più marcata nella modalità di cottura «sodo». **In generale, i risultati hanno mostrato che l'alimentazione con fonti proteiche alternative non compromette la percezione sensoriale e l'accettabilità del prodotto.**
- **Caratteristiche strutturali:**
 - I parametri di texture dell'uovo evidenziano solo lievi differenze significative in termini di altezza dell'albume e Haugh Unit, che sono risultati essere superiori nel campione "**Circolare**", **indicando potenzialmente una migliore qualità e freschezza associata all'alimentazione con larve**, senza compromettere i parametri del guscio e tuorlo.

BIBLIOGRAFIA

- Cattaneo, A., Sezzi, E., Meneguz, M., Rosà, R., Santori, D., Cucci, S., Roccatello, R., Grosso, F., Mercandino, S., Zambotto, V., Aprea, E., Solovyev, P., Bontempo, L., Trocino, A., Xiccato, G., & Dabbou, S. (2025). Exploring the potential of black soldier fly live larvae as a sustainable protein source for laying hens: A comprehensive study on egg quality. *Poultry Science*, *104*(1), 104590. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104590>
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, *197*, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
- Peryam, D. R., & Pilgrim, F. J. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, *11*, 9–14.

La presente relazione consta di n.10 pagine e può essere riprodotta per intero; la riproduzione parziale deve essere esplicitamente autorizzata dall'Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo.