

SIPROFF

Soluzioni innovative per la produzione e valorizzazione di Prodotti da forno funzionali

Progetto finanziato nell'ambito dell'Azione 1.1.1 "Investimenti qualificati per lo sviluppo e il potenziamento della capacità di ricerca e innovazione – Completamento graduatoria Azione 1.1.5 del PO FESR Sicilia 2014/2020" - del Programma Operativo Complementare (POC 2014/2020)

C.U.P.: G58I18000790007

Formulazione e caratterizzazione chimico-fisica delle molecole nutraceutiche da additivare ai nuovi prototipi

Maria Grazia Melilli[1*], Sergio Argento[1],Lucia Sollima[1], Raffaele Morrone[1], Mario Foti[1], **Enrica Pistorio[1]**

[1]CNR, Istituto di Chimica Biomolecolare – Via Paolo Gaifami 18, 95126 Catania (CT)

*mariagrazia.melilli@cnr.it

UNIONE EUROPEA REPUBBLICA ITALIANA REGIONE SICILIANA FESR SICILIA 2014-2020 POC SICILIA 14-20

Selezione delle materie prime da destinare alla produzione di nuovi alimenti funzionali

FARINE FORTIFICATE

MOLITORIA SAN PAOLO

PANE FORTIFICATO

PANDITTAINO ORO DI NATURA

SNACK FUNZIONALI

SENZA GLUTINE

alimenta



Pseudocereali → quinoa



Riso Rosso



Rosmarinus officinalis



Salvia officinalis



Farine



Leguminose

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

FARINE FORTIFICATE

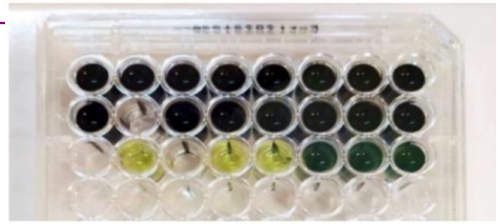
MOLITORIA SAN PAOLO

Farine



FARINA	Attività Antiossidante (DPPH-TEAC) (mmol TEAC g −1)	Attività Antiossidante (ABTS-TEAC) (mmol TEAC g −1)	Polifenoli Totali (TPC) (mg GAE/g)
FARINA AVENA	3,8235	3,5231	2,1811
FARINA ORZO	2,6563	3,3838	2,0585
GRANO TENERO SAN PAOLO	1,8723	2,1027	1,8685
FARINA GRANO TENERO 97% + ORZO 3%	1,9336	2,2107	1,9874
GRANO TENERO IBLA	1,4344	1,8082	1,8219

- **farina di avena** e **farina di orzo** hanno presentano, l'attività antiossidante più elevata e il maggior contenuto fenolico tra tutti i campioni analizzati



Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

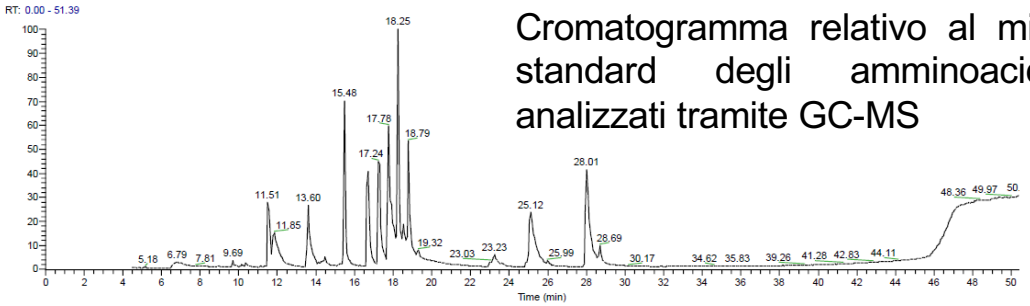
FARINE FORTIFICATE

MOLITORIA SAN PAOLO

Farine

Campione	Total AA (g/100 g)	Σ EAA (g/100 g)	Σ NEAA (g/100 g)	Σ EAA/Σ NEAA
Grano tenero San Paolo	10,49	2,13	8,36	0,25
Grano tenero Ibla	11,70	2,04	9,66	0,21
Farina orzo	9,11	1,89	7,22	0,26
Farina avena	13,25	2,74	10,51	0,26
Mix Grano 97% Orzo 3%	13,08	2,16	10,92	0,20

- Σ EAA = Sommatoria degli amminoacidi essenziali
- Σ NEA = Sommatoria degli amminoacidi non essenziali
- Σ EAA/Σ NEA = Rapporto tra amminoacidi essenziali e non essenziali



Cromatogramma relativo al mix standard degli amminoacidi analizzati tramite GC-MS

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

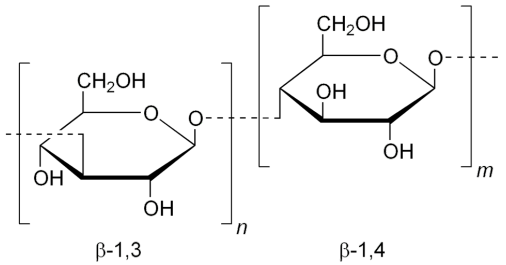
FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

FARINE FORTIFICATE

MOLITORIA SAN PAOLO

β-glucani



Metodiche per l'estrazione e quantificazione dei β-glucani:

- estrazione con etanolo
- estrazione enzimatica

seguita da digestione con lichenasi e analisi tramite cromatografia a scambio anionico ad alte prestazioni (Dionex-ICS 3000)

La digestione dei β-glucani con lichenasi rilascia due principali **gluco-oligosaccaridi (GOS) comprendenti tre (G3) e quattro (G4) unità di glucosio**

Campione	G3/G4 (nc*min)	G3 (mg g-1)	G4 (mg g-1)
Orzo	1,92	3,02	2,37
Estratto etanolico	1,89	**35,63**	**28,01**
Estratto enzimatico	**2,45**	22,18	16,16

- rapporto G3/G4 e il contenuto di GOS G3 e G4 rilasciate dalla digestione con lichenasi in farina d'orzo, estratto etanolico ed estratto enzimatico

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

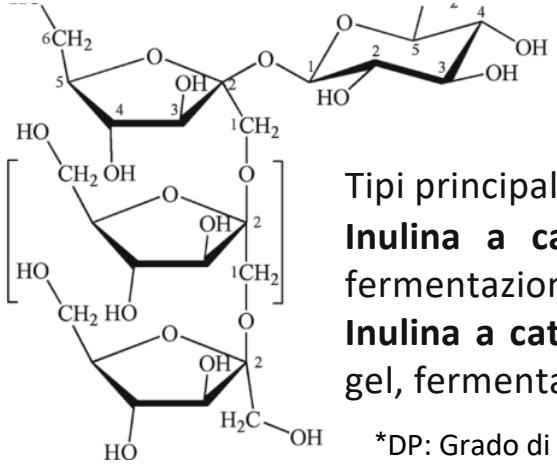
FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

FARINE FORTIFICATE

MOLITORIA SAN PAOLO

Inulina



Fibra prebiotica: Fruttano composto da catene di fruttosio (Grado di polimerizzazione 2-60)

Tipi principali:

Inulina a catena corta (FS): DP* 2-20, più solubile, leggermente dolce, fermentazione rapida

Inulina a catena lunga (FXL): DP* ≥ 23, meno solubile, sapore neutro, forma gel, fermentazione lenta

*DP: Grado di Polimerizzazione

Origine: piante



Cicoria



Topinambur



Agave

Benefici per la Salute

- Salute Intestinale
- Regolazione Glicemica
- Controllo del Peso
- Promuove l'assorbimento di minerali
- Riduzione livelli di Colesterolo

Benefici Tecnologici:

- Lavorabilità dell'Impasto
- Qualità della Mollica
- Inibizione Retrogradazione dell'Amido

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

alimenta

Quinoa

Caratteristica	Cv Titicaca (%)	Cv Commerciale (%)
Ceneri	3,7	3,5
Proteine	13,2	12,6
Metionina	0,23	0,34
Lisina	0,68	0,79
Lipidi totali	5,8	3,8
Acido Palmitico	9	13,6
Acido Oleico	18,4	20,8
Acido Linoleico	60,1	44,8
Saponine	**1,17**	**0,18**



CARATTERISTICHE RICERCATE:

Basso contenuto di saponine, un fattore anti nutrizionale

Elevati contenuti di proteine, ricche di metionina e lisina

PROTEINE

Le Cv hanno evidenziato un buon profilo proteico, con la **Titicaca** leggermente Superiore; **La Cvr Commerciale** mostra valori più elevati di Metionina e Lisina (**Amminoacidi Essenziali)**

LIPIDI

La **Cv Titicaca** presenta un contenuto lipidico totale più alto e, in particolare, un livello significativamente maggiore di **Acido Linoleico**

SAPONINE

La **Cv Commerciale** ha un contenuto di saponine molto più basso

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

alimenta

Riso Rosso



Componente	Valore (%)
Lipidi	2,7
Proteine	8,5
Minerali	0,9
Carboidrati	84,0
Saccarosio	0,62

buon profilo nutrizionale, con un elevato contenuto di carboidrati e una discreta percentuale di proteine

Acidi Grassi	%
Acido Palmitico (C16:0)	21,0
Acido Stearico (C18:0)	3,0
Acido Oleico (C18:1)	38,0
Acido Linoleico (C18:2)	28,0
Acido Linolenico (C18:3)	1,5

La presenza di **γ-Tocoferolo** aggiunge un potenziale valore antiossidante alla materia prima

γ-Tocoferolo:
0,52 mg/100g di sostanza secca (s.s.)

LIPIDI

Da evidenziare la predominanza di **Acido Oleico** e **Acido Linoleico**

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

PANE FUNZIONALE

Farine

	Russello	Margherito
Energia (KJ)	1500	1369
Grassi totali (g)	1	2
di cui saturi (g)	0,2	0,4
Carboidrati (g)	72	60
di cui zuccheri (g)	1,8	2
Fibre (g)	5	8

	Russello	Margherito
Sostanza secca (s.s.)	≥ 85,5%	≥ 85,5%
Ceneri (% s.s.)	1,25	1,3
Proteine (% s.s.)	12	12
Glutine secco (% s.s.)	5,5	5,5
Indice di glutine AACC	50	65
W (Alveografo di Chopin)	120	150
P/L (Alveografo di Chopin)	1,8	1,5
Assorbimento acqua (%)	57	57

Margherito: Presenta un **Indice di glutine AACC e un W (forza della farina) più elevati** (65 vs 50 e 150 vs 120), indicando una maggiore forza e un glutine di qualità superiore rispetto al Russello. Questo lo rende potenzialmente più adatto per prodotti da forno

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

PANE FUNZIONALE

Altri ingredienti

Materia Prima	DPPH (mmol TEAC g^{-1})	ABTS (mmol TEAC g^{-1})	TPC (mgGAE g^{-1})	Total AA (g/100g)	Σ EAA (g/100g)	Σ NEAA (g/100g)	Σ EAA/Σ NEA
Latte Liofilizzato	1,8124	1,8679	1,9679	27,48	8,14	19,33	0,42
Soia	2,5732	2,8984	2,8474	25,57	4,88	20,69	0,24
Ceci	1,1692	1,3991	1,5755	28,39	6,71	22,13	0,30
Farina 0	1,9451	1,7754	1,3874	9,17	3,26	5,91	0,55
Mix Cereali	3,1562	3,9842	2,9934	11,16	2,99	8,17	0,37

Σ EAA = Sommatoria degli amminoacidi essenziali
Σ NEA = Sommatoria degli amminoacidi non essenziali
Σ EAA/Σ NEA = Rapporto tra amminoacidi essenziali e non essenziali

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

PANE FUNZIONALE

SNACK FUNZIONALI

Ceci



La varietà **"Pascià"** si distingue per un **peso 1000 semi notevolmente superiore** rispetto alle altre varietà studiate.

Varietà	Lipidi (g/kg s.s.)	Proteina Grezza (g/kg s.s.)
Altamura	> 500	225
Calia	493 (media)	242
Pascià	> 500	234
Sultano	493 (media)	242

MINERALI

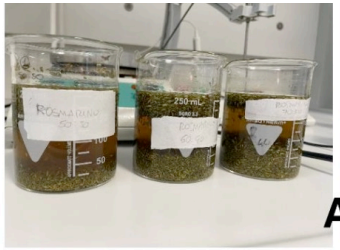
Contenuto medio: 51 g kg^{-1} s.s.
DA 49 ("Sultano") a 52 ("Calia" e "Altamura") g kg^{-1} s.s.
Ferro (Fe): 100 mg kg^{-1} s.s. (medio)
Potassio (K): 13 g kg^{-1} s.s. (medio)

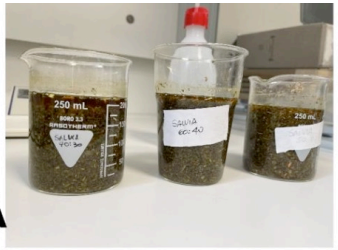
Istituto di Chimica Biomolecolare
UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE SICILIANA
FESR SICILIA 2014-2020
POC SICILIA 14-20

PANE FUNZIONALE

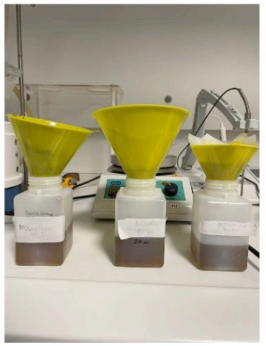
SNACK FUNZIONALI

Estratti di Salvia e Rosmarino



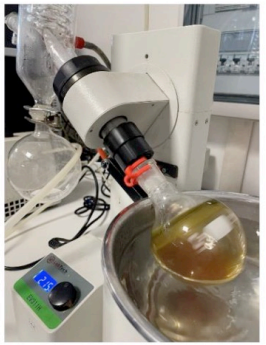


A



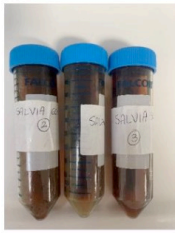


B



C





D

Sono state selezionate giovani foglie di Salvia e Rosmarino ed essiccate prima dell'estrazione

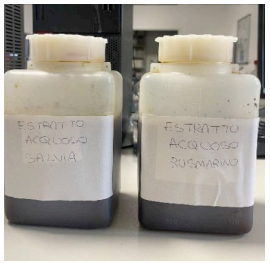
Metodologia di Estrazione

Procedura: Macerazione 5h a temperatura ambiente, filtrazione, distillazione sottovuoto

Solventi: Soluzioni idroalcoliche (etanolo alimentare/acqua) + 1% acido citrico

Combinazioni testate:

- S1: 50% etanolo / 50% acqua
- S2: 60% etanolo / 40% acqua
- S3: 70% etanolo / 30% acqua



Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

Estratti di Salvia e Rosmarino

Contenuto di Polifenoli Totali (% w/w ss)

Campione	S1 (50:50)	S2 (60:40)	S3 (70:30)
Salvia	1,23 ±0,02	1,36 ±0,01	1,56 ±0,03
Rosmarino	0,97 ±0,03	1,05 ±0,01	1,31 ±0,02



Rosmarinus officinalis



Salvia officinalis

Soluzione ottimale:
S3 (70% etanolo, 30% acqua + 1% acido citrico)

Composti Polifenolici negli Estratti (mg/Kg)

Composto	Salvia	Rosmarino
Acido caffeico	88,90 ±2,09	73,65 ±2,43
Acido rosmarinico	3938,80 ±2,31	3846,42 ±13,93

Principali Composti Bioattivi

Acido caffeico
Antiossidante, antinfiammatorio, antitumorale, antivirale

Acido rosmarinico
Neuroprotettivo, antiproliferativo, antivirale, ansiolitico

Istituto di Chimica Biomolecolare
UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE SICILIANA
FESR SICILIA 2014-2020
POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

Arancini

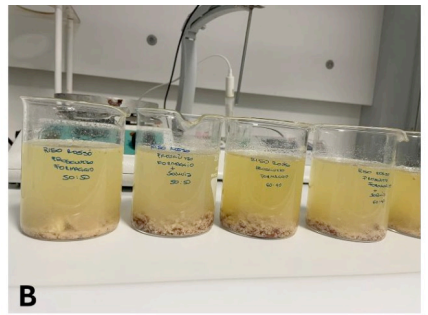


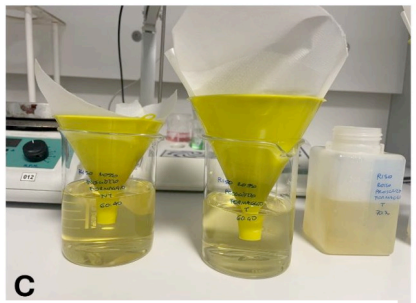


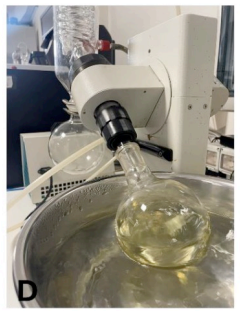
FORMULAZIONI

- riso rosso integrale (RR)
- quinoa (QF)
- quinoa con concentrato di pomodoro e panatura con paprika (PQF e PQFr), cotti al forno o fritti
- varianti sono state funzionalizzate con l'estratto di salvia (2%)











ANALISI EFFETTUATE

- Determinazione dei polifenoli totali (metodo Folin-Ciocalteu);
- Analisi del profilo lipidico (GC-MS);
- Quantificazione di acido caffeico e acido rosmarinico (HPLC-DAD), nelle varianti con estratto di salvia

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

Arancini

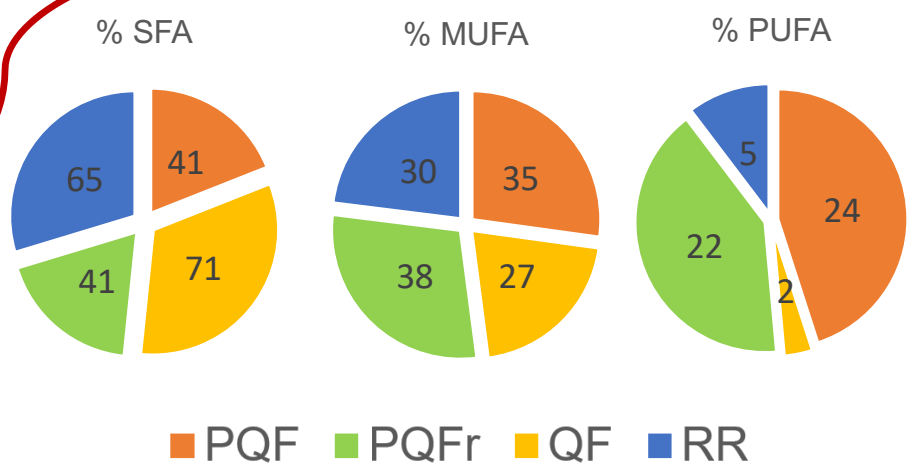


RISULTATI

➢ PROFILO LIPIDICO

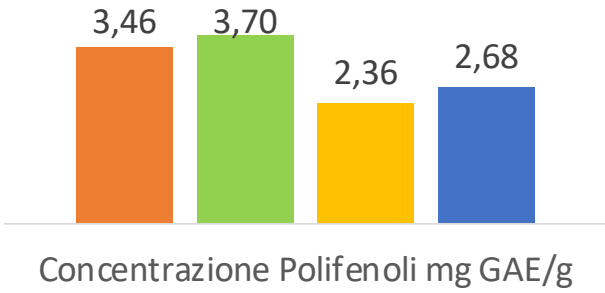
Profilo degli acidi grassi totali (%), suddivisi in saturi (SFA), monoinsaturi (MUFA) e polinsaturi (PUFA)

PQF e PQFr → profilo lipidico più equilibrato con valori più elevati di acido oleico e acido linoleico



➢ CONTENUTO DI POLIFENOLI TOTALI

PQF e PQFr hanno mostrato le concentrazioni più elevate (3,46 e 3,70 mg GAE/g) probabilmente grazie alla sinergia di pomodoro e paprika
L'aggiunta dell'estratto di salvia ha aumentato la concentrazione di polifenoli totali



Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE SICILIANA
FESR SICILIA 2014-2020
POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

Arancini



+ ESTRATTO DI SALVIA



Salvia officinalis

RISULTATI

➢ ACIDO CAFFEICO E ROSMARINICO

Campione	Acido Rosmarinico (mg/kg)	Acido Caffeico (mg/kg)
Arancino Riso Rosso + estratto	12,53	< LOQ
Arancino Quinoa + estratto	15,06	< LOQ
Arancini Non Trattati	< LOQ	< LOQ



- L'acido rosmarinico è risultato **quantificabile e in maggiore concentrazione negli arancini trattati con estratto di salvia**, rispetto ai campioni non trattati in cui risultava essere al di sotto dei limiti quantificabili (LOQ)
- La concentrazione di **acido caffeico** negli arancini, sia trattati che non trattati, è risultata inferiore al LOQ

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

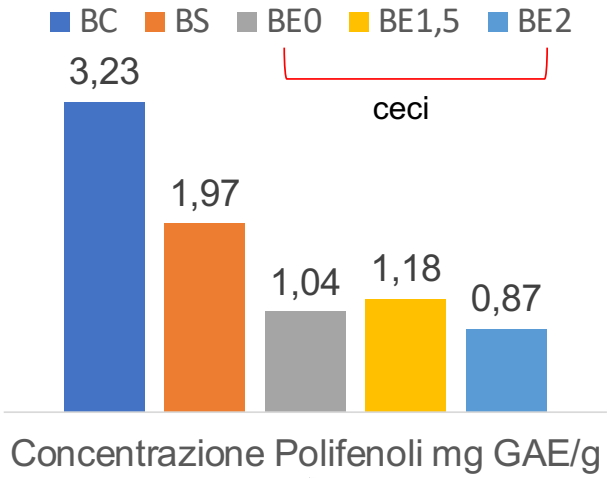
Biscotti





FORMULAZIONI

- Rotondini Classici (con Curcuma – BC)
- Rotondini Più gusto (BS)
- Rotondini Mediterranei, con farina di ceci (BE)
- Rotondini Mediterranei con estratto di salvia all'1,5% e al 2%



ANALISI EFFETTUATE

- Polifenoli totali (metodo Folin-Ciocalteu);
- Acido caffeico e acido rosmarinico (HPLC-DAD)

RISULTATI

➢ **CONTENUTO DI POLIFENOLI TOTALI**

I **biscotti alla curcuma (BC)** hanno mostrato una concentrazione significativamente più alta di composti fenolici (3,23 mg GAE/g) rispetto a quelli alle spezie (BS) (1,97 mg GAE/g)

Gli estratti acquosi degli snack trattati con salvia hanno mostrato una concentrazione di polifenoli totali **comparabile** al campione "bianco" (non trattato)

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

Biscotti



+ ESTRATTO DI SALVIA



RISULTATI

- **ACIDO CAFFEICO E ROSMARINICO**

Composti	Estrazione	Non Trattato (NT)	Trattato 1,5% (T-1,5%)	Trattato 2% (T-2%)
Acido Caffeico (mg/Kg)	S1	1,0 ± 0,5	1,5 ± 0,2	2,0 ± 0,3
	S2	2,7 ± 0,5	1,8 ± 0,2	2,5 ± 0,3
	S3	1,7 ± 0,2	3,2 ± 0,4	3,3 ± 0,2
Acido Rosmarinico (mg/Kg)	S1	8,9 ± 0,4	20,3 ± 0,5	25,9 ± 0,4
	S2	17,1 ± 0,2	21,2 ± 0,6	35,8 ± 0,4
	S3	14,3 ± 1,0	36,3 ± 0,5	43,1 ± 1,2

La concentrazione di **acido caffeico** è rimasta sostanzialmente **costante**

Per **l'acido rosmarinico** la concentrazione è risultata **doppia con l'aggiunta dell'1,5%** e **tripla con l'aggiunta del 2%** di estratto di salvia, rispetto al campione non trattato

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

SNACK FUNZIONALI

Mousse





FORMULAZIONI

- Mousse alla nocciola e al cioccolato (MN)
- Mousse al pistacchio e al cioccolato (MP)

ANALISI EFFETTUATE

- Determinazione dei polifenoli totali (metodo Folin-Ciocalteu)
- Analisi del profilo lipidico (GC-MS)

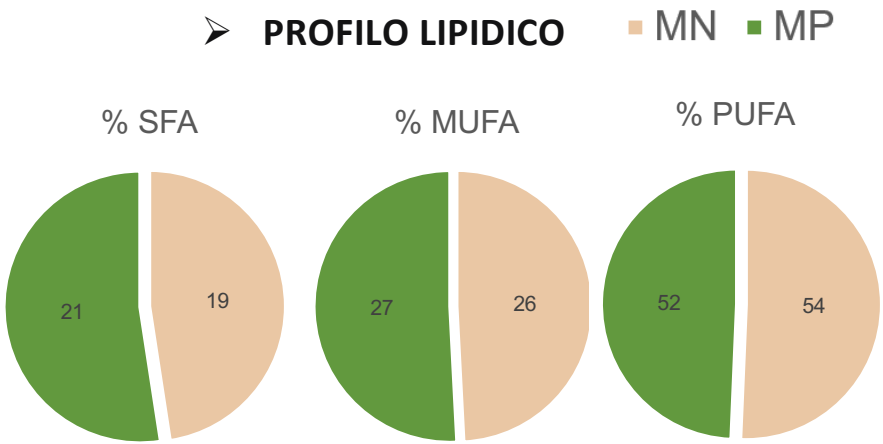
➢ CONTENUTO COMPOSTI FENOLICI

La mousse al pistacchio (MP) ha evidenziato un contenuto di composti fenolici quasi doppio (11,59 mg GAE/g) rispetto alla mousse al cioccolato (MN) (6,38 mg GAE/g), attribuibile all'elevato contenuto di polifenoli nel pistacchio



RISULTATI

➢ PROFILO LIPIDICO



Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

PANE FORTIFICATO

ANALISI EFFETTUATE

- Contenuto in amminoacidi
- Attività antiradicalica (DPPH)
- Determinazione dei polifenoli totali (TPC)
- Quantificazione di acido caffeico e acido rosmarinico



RISULTATI

➢ ATTIVITÀ ANTIOSSIDANTE

I saggi DPPH e Folin-Ciocalteu rivelano un netto aumento dell'attività antiossidante e antiradicalica nel pane fortificato rispetto al controllo

Tipo di Pane	DPPH (mmol TEAC 100 g^{-1})	TPC (mg GAE/g)
Pane Proteico	2,954	17,027
Pane di Controllo	0,399	10,987

Gli estratti dal pane additivato con estratto di rosmarino hanno mostrato una **maggiore concentrazione di polifenoli totali** rispetto al campione "bianco", in particolare con l'estrazione S3 (0,08% w/wss contro 0,04% w/wss)

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA · REPUBBLICA ITALIANA · REGIONE SICILIANA · FESR SICILIA 2014-2020 · POC SICILIA 14-20

PANE FORTIFICATO



Risultati

- **PROTEINE E AMMINOACIDI**

Pani Proteici:
Contenuto totale di amminoacidi significativamente più elevato rispetto al pane di controllo
Maggior presenza di EAA (valina, leucina, isoleucina, metionina, treonina, fenilalanina, istidina, triptofano)
Miglior rapporto EAA/NEAA rispetto al controllo, indicando un profilo proteico di maggiore qualità

Tipo di Pane	Total AA (mg/g)	Σ EAA (mg/g)	Σ NEAA (mg/g)	Σ EAA/Σ NEAA
Pane Proteico	375,000	227,503	141,481	1,608
Pane di Controllo	189,096	113,121	75,975	1,489

Istituto di Chimica Biomolecolare
UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE SICILIANA
FESR SICILIA 2014-2020
POC SICILIA 14-20

PANE FORTIFICATO

+ ESTRATTO DI ROSMARINO



Rosmarinus officinalis

Risultati

- **ACIDO CAFFEICO E ROSMARINICO**

Composti	Estrazione	Non Trattato (NT)	Trattato (T)
Acido Caffeico (mg/Kg)	S1	2,0 ± 0,2	4,2 ± 0,7
	S2	4,2 ± 0,8	4,0 ± 0,3
	S3	3,6 ± 0,4	5,6 ± 0,6
Acido Rosmarinico (mg/Kg)	S1	1,4 ± 0,3	6,3 ± 0,2
	S2	3,5 ± 0,5	8,0 ± 0,6
	S3	2,8 ± 0,5	16,2 ± 0,8

La concentrazione di **acido caffeico** è rimasta sostanzialmente **costante**

Per **l'acido rosmarinico** che, utilizzando la miscela idroalcolica S3 per l'estrazione di composti bioattivi dal prodotto di panificazione, presenta un valore **4 volte superiore** nel campione trattato (2,8 mg/kg) rispetto al panino non trattato (16,2 mg/kg)

Istituto di Chimica Biomolecolare

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA

FESR SICILIA 2014-2020

POC SICILIA 14-20

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Formulazione e caratterizzazione chimico-fisica delle molecole nutraceutiche da additivare ai nuovi prototipi

Maria Grazia Melilli[1*], Sergio Argento[1],Lucia Sollima[1], Raffaele Morrone[1], Mario Foti[1], **Enrica Pistorio[1]**

[1]CNR, Istituto di Chimica Biomolecolare – Via Paolo Gaifami 18, 95126 Catania (CT)

*mariagrazia.melilli@cnr.it

UNIONE EUROPEA REPUBBLICA ITALIANA REGIONE SICILIANA FESR SICILIA 2014-2020 POC SICILIA 14-20