UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

SAAF DIPARTIMENTO SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI FORESTALI 80 1942 2022 Studi Universitari Scienze Agrarie

Effetto interattivo tra biofortificazione con iodio e l'impiego di un estratto d'alga sulla resa e la qualità della fragola

Leo Sabatino

Contatto: *leo.sabatino@unipa.it*

INTRODUZIONE

L'AGRICOLTURA SI TROVA A DOVER AFFRONTARE UNA DUPLICE SFIDA

Ridurre l'impatto ambientale

Nutrire la popolazione mondiale in continua crescita

L'impiego di prodotti naturali come I biostimolanti può, in maniera efficiente, migliorare la produttività e la qualità degli ortaggi ed, al contempo, ridurre l'impatto ambientale delle pratiche agronomiche adottate (Calvo et al., 2014).

Calvo, P.; Nelson, L.; Kloepper, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil 2014, 383, 3–41.

BIOSTIMOLANTI

Un biostimolante è qualsiasi sostanza o microrganismo applicato alle piante allo scopo di migliorare l'efficienza nutrizionale, la tolleranza agli stress abiotici e/o i tratti di qualità delle produzioni, indipendentemente dal suo contenuto in nutrienti (du Jardin, 2015).

PRINCIPALI CATEGORIE DI BIOSTIMOLANTI

- Non microbici
  - Acidi umici e fulvici
  - Idrolizzati proteici
  - Estratti d'alga
  - Chitosano ed altri biopolimeri
  - Composti inorganici (Si)
- Microbici
  - Batteri benefici
  - Funghi benefici

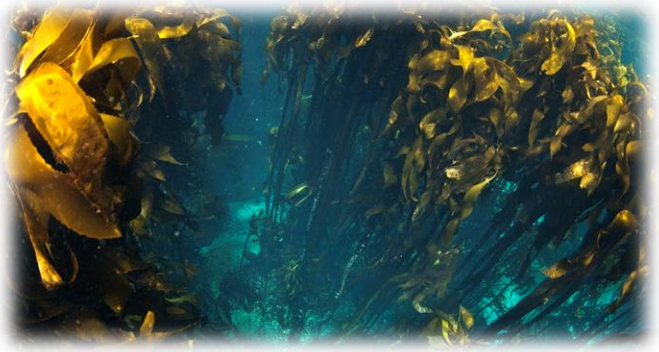
du Jardin, P. Plant biostimulants: Definition; concept; main categories and regulation. Sci. Hortic. 2015, 196, 3–14.

ESTRATTI D'ALGA

Gli estratti d'alga sono una classe di biostimolanti ottenuti tramite un processo di micronizzazione a freddo (in assenza di calore o sostanze chimiche) (Colla e Rouphael, 2019).

Ascophyllum nodosum

GLI ESTRATTI D'ALGA MIGLIORANO LE PERFORMANCE DELLE PIANTE (du Jardin et al., 2015)



Ecklonia maxima

Le alghe sono costituite da macro e microelementi, aminoacidi, vitamine, citochinine, auxine e sostanze per la crescita che possono modulare il metabolismo cellulare delle piante su cui sono impiegate.

- Colla e Rouphael (2019). Biostimolanti per un'agricoltura sostenibile. Cosa sono, come agiscono e modalità di utilizzo. Ed. Informatore Agrario.
- du Jardin, P. Plant biostimulants: Definition; concept; main categories and regulation. Sci. Hortic. 2015, 196, 3–14.

CARENZA DI MICRONUTRIENTI

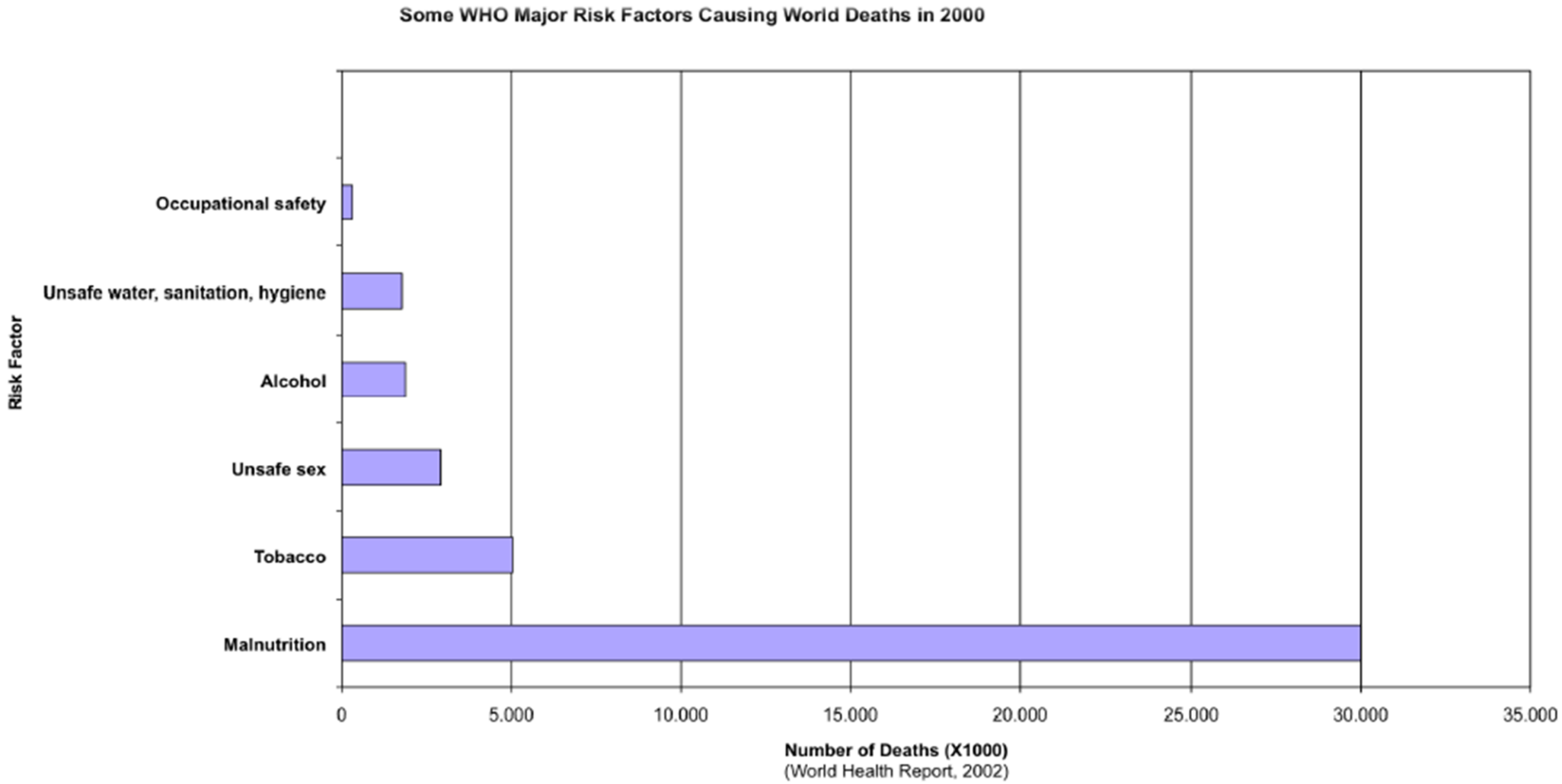
La carenza di micronutrienti è giunta all'attenzione della comunità scientifica nella metà degli anni '80 ed è stata identificata come una delle principali sfide per la salute pubblica.

Le carenze di micronutrienti sono uno dei più importanti problemi di salute nell'uomo, oltre 2 miliardi di persone soffrono di almeno una carenza (Organizzazione Mondiale della Sanità, 2007).

Purtroppo, la maggior parte di queste carenze non sono evidenti, questa è quella che viene chiamata "fame nascosta".

World Health Organization, 2007. UNICEF, International Council for the control of iodine deficiency disorders. Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring Their Elimination, 3rd ed. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

PRINCIPALI CAUSE DI MORTE NEL MONDO



La malnutrizione minerale causa circa 30 milioni di morti per anno (1 morto al secondo)

Biofortificazione

La malnutrizione minerale può essere affrontata attraverso

- Diversificazione alimentare
- Integrazione minerale
- Aumento delle concentrazioni di minerali nelle colture

Tuttavia, le strategie per aumentare la diversificazione alimentare, l'integrazione minerale e la fortificazione degli alimenti non hanno sempre avuto successo. Per questo motivo, la biofortificazione delle colture attraverso l'applicazione di fertilizzanti minerali, abbinata a cultivar con una maggiore capacità di acquisire elementi minerali, è consigliata come strategia, non solo per aumentare le concentrazioni di minerali nelle colture commestibili, ma anche per migliorare le rese.

Al giorno d'oggi, la biofortificazione è considerata una delle strategie più promettenti, efficienti, sostenibili ed economiche nella lotta contro la malnutrizione minerale negli esseri umani (White e Broadley, 2009).

White, P.J.; Broadley, M.R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking human diets–iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. New Phytol. **2009**, 182, 49–84.

IODIO: UN MICROELEMENTO FONDAMENTALE

Lo iodio (I) è un microelemento fondamentale per il funzionamento degli ormoni tiroidei umani (Grasberger and Refetoff, 2011; Zimmermann, 2009).

La carenza di iodio nell'uomo è una delle carenze minerali più diffuse, scatenando malattie umane come gozzo, cretinismo, insufficienza riproduttiva e lesioni cerebrali (Andersson et al., 2005).

Per ovviare a questo problema, l'OMS ha raccomandato il consumo di frutti di mare o alimenti biofortificati, come gli ortaggi. Tuttavia, sebbene lo iodio sia un elemento indispensabile per l'uomo, è solo benefico per le piante (Puccinelli et al., 2021).

- Grasberger, H.; Refetoff, S. Genetic causes of congenital hypothyroidism due to dyshormonogenesis. Curr. Opin. Pediatr. **2011**, 23, 421–428.
- Zimmermann, M.B. Iodine deficiency. Endocr. Rev. **2009**, 30, 376–408.
- Andersson, M.; Takkouche, B.; Egli, I.; Allen, H.E.; de Benoist, B. Current global iodine status and progress over the last decade towards the elimination of iodine deficiency. Bull. World Health Organ. **2005**, 83, 518–525.
- Puccinelli, M.; Landi, M.; Maggini, R.; Pardossi, A.; Incrocci, L. Iodine biofortification of sweet basil and lettuce grown in two hydroponic systems. Sci. Hortic. **2021**, 276, 109783.

SCOPO DELLA RICERCA

Valutare gli effetti interattivi di un estratto di alga e della biofortificazione con iodio a diverse dosi (0, 100, 300 o 600 mg/L) sugli aspetti produttivi e qualitativi della fragola coltivata in tunnel.

MATERIALI E METODI

La ricerca è stata condotta all'interno di un tunnel situato presso un campo sperimentale del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) – Università di Palermo, vicino a Marsala (Trapani, Sicilia – Italia).

Le piante di fragola 'Savana' sono state trapiantate ad una densità di 8 piante m^{-2}.

FATTORE PRINCIPALE 1: BIOSTIMOLANTE (estratto d'alga)

0 mL L^{-1} (controllo)
3 mL L^{-1} (dose ottimale)

FATTORE PRINCIPALE 2: IODIO

0 mg L^{-1}
100 mg L^{-1}
300 mg L^{-1}
600 mg L^{-1}

- *Schema sperimentale a blocchi randomizzati;*
- *Esperimento a due fattori caratterizzato da 8 trattamenti, con 3 repliche per trattamento (20 piante ciascuna);*
- *two-way ANOVA e separazione delle medie tramite Tukey test.*

L'estratto d'alga e lo iodio (I) sono stati somministrati tramite spray fogliare. L'estratto d'alga a base di *Ecklonia maxima* (Kelpstar®, Mugavero fertilizers, Italy), mentre per la biofortificazione con I è stato impiegato KIO_3.

Tutti I trattamenti sono iniziati dieci giorni dopo il trapianto e sono stati eseguiti settimanalmente.

MATERIALI E METODI

Tutte le determinazioni agronomiche e qualitative sono state condotte su 5 campioni, scelti casualmente da ciascuna replica.

DETERMINAZIONI AGRONOMICHE

- Altezza della pianta
- Numero germogli
- Diametro al colletto
- Qualità visiva della pianta
- Produzione totale
- Produzione commerciabile

DETERMINAZIONI QUALITATIVE

- Sostanza secca (%)
- Contenuto di solidi solubili (CSS)
- Consistenza dei frutti
- Acido ascorbico
- Fenoli totali
- Antocianine
- Profilo minerale (N,P, K e Mg)
- Iodio

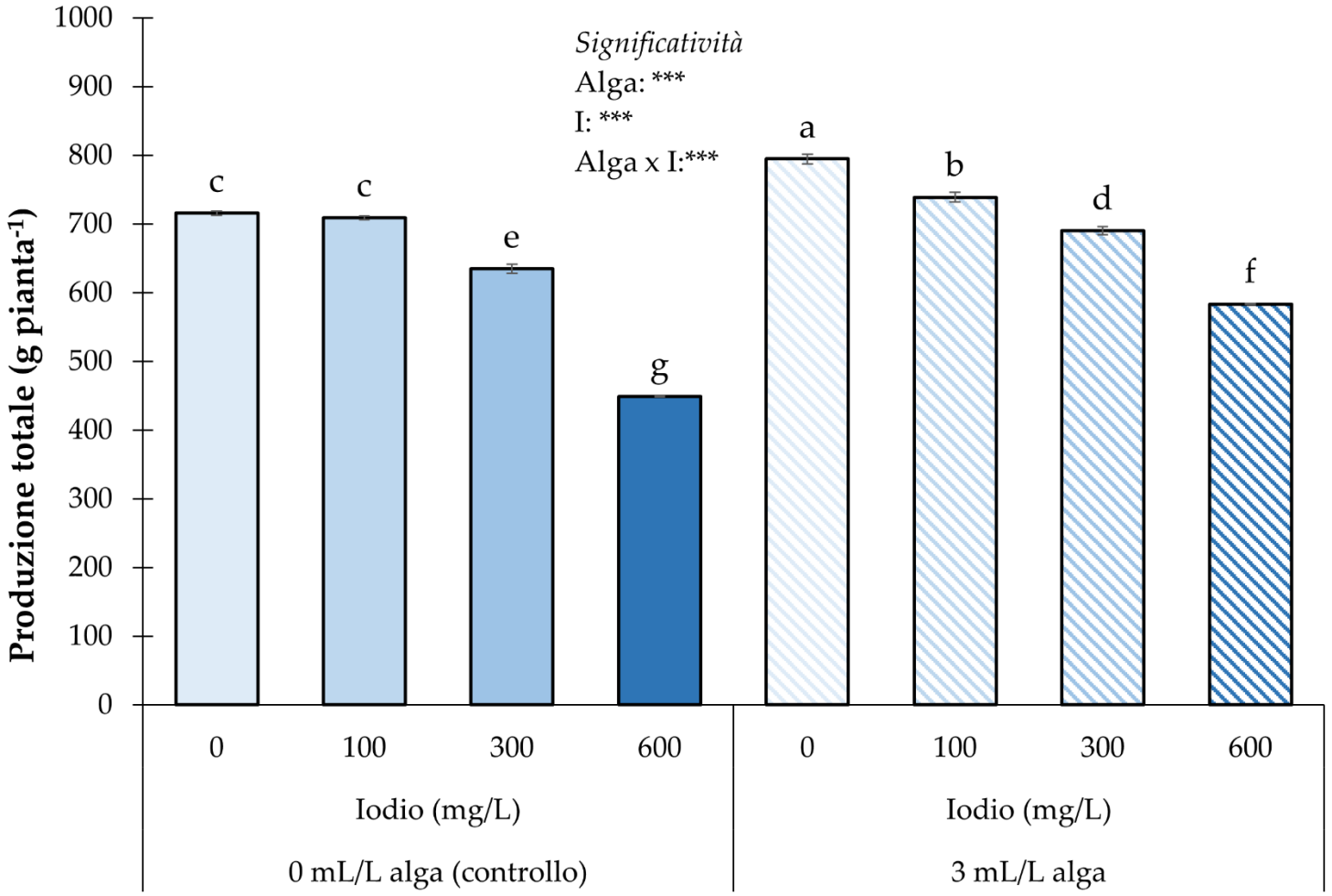
RISULTATI

Effetto del trattamento con alga e della biofortificazione con iodio su altezza, numero di germogli, diametro al colletto e qualità visiva delle piante di fragola.

Trattamenti		Altezza (cm)	No. Di germogli per pianta	Diametro al colletto (mm)	Qualità visiva delle piante (1-9)
Alga	Iodio (mg L^{-1})				
0 mL L^{-1} (controllo)	0	27.8 c	5.0 c	22.8 c	8.8 b
	100	25.9 d	4.5 d	20.2 e	7.0 c
	300	23.5 e	4.1 e	18.7 f	5.9 d
	600	18.9 f	3.2 f	17.2 g	2.5 f
3 mL L^{-1}	0	31.3 a	6.3 a	26.4 a	9.0 a
	100	31.8 a	5.5 b	23.9 b	8.9 b
	300	29.3 b	4.9 c	21.7 d	7.0 c
	600	25.6 d	3.9 e	18.6 f	5.2 e
Significatività					
Alga		***	***	***	***
I		***	***	***	***
Alga × I		***	*	***	***

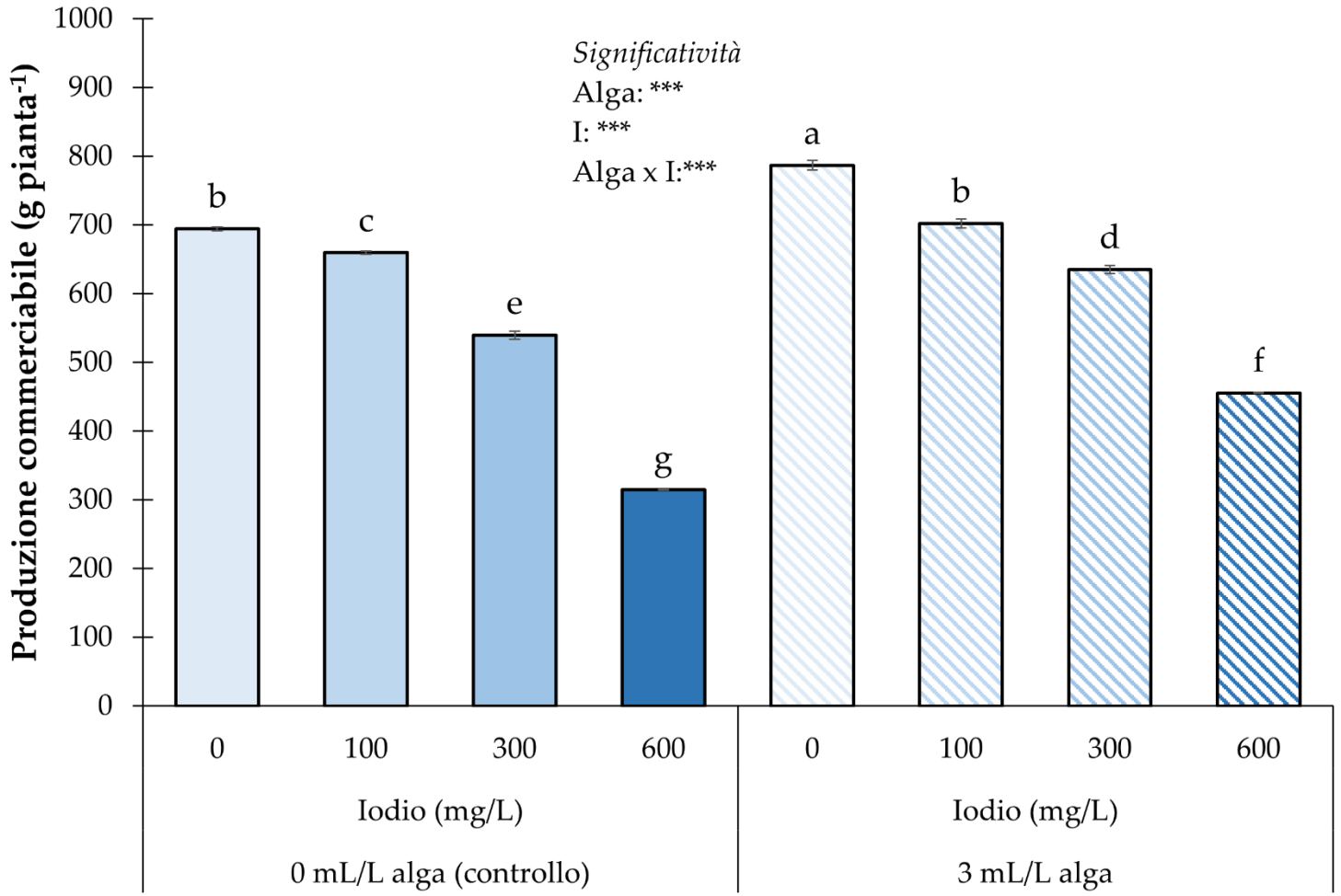
Dati nella stessa colonna e contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono statisticamente in accordo al Tukey HSD test a $p \leq 0.05$; * significativo a $p \leq 0.05$; *** significativo a $p \leq 0.001$.

RISULTATI



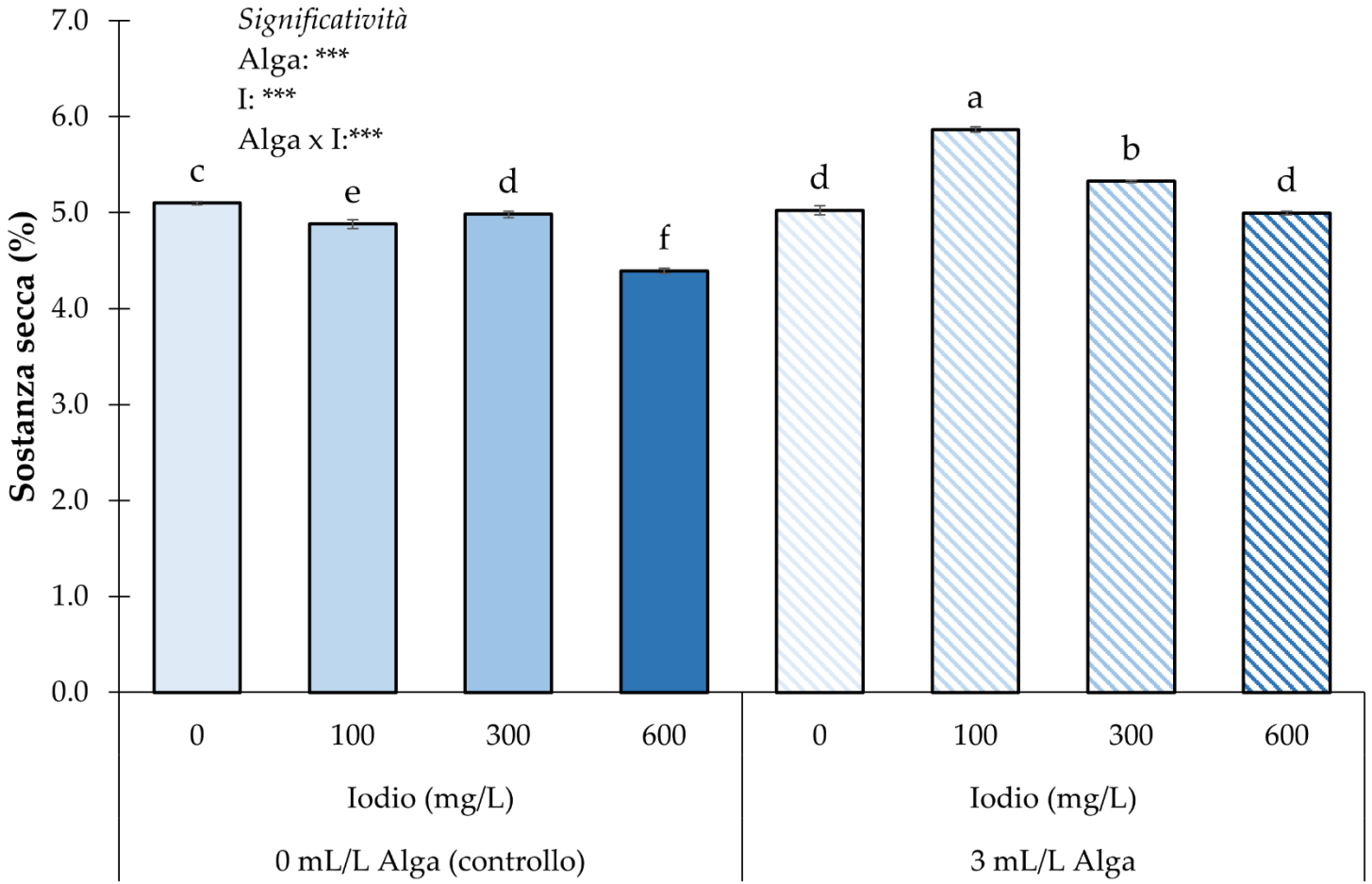
Effetto del trattamento con alga e della biofortificazione con iodio sulla produzione totale delle piante di fragola. Medie con lettere diverse differiscono significativamente secondo il Tukey HSD test a $p \leq 0.05$. *** significativo a $p \leq 0.001$.

RISULTATI



Effetto del trattamento con alga e della biofortificazione con iodio sulla produzione commerciabile delle piante di fragola. Medie con lettere diverse differiscono significativamente secondo il Tukey HSD test a $p \leq 0.05$. *** significativo a $p \leq 0.001$.

RISULTATI



Effetto del trattamento con alga e della biofortificazione con iodio sulla % di sostanza secca dei frutti di fragola. Medie con lettere diverse differiscono significativamente secondo il Tukey HSD test a $p \leq 0.05$. *** significativo a $p \leq 0.001$.

RISULTATI

Effetto del trattamento con alga e della biofortificazione con iodio su consistenza, contenuto in solidi solubili, acido ascorbico, fenoli e antocianine dei frutti di fragola.

Trattamenti		Consistenza (N)	CSS (°Brix)	Acido ascorbico (mg L^{-1})	Fenoli (mg 100 g^{-1})	Antocianine (mg Cya-3-glucoside per 100 g)
Alga	Iodio (mg L^{-1})					
0 mL L^{-1} (controllo)	0	-7.52 f	7.0 b	40.6 h	443.0 h	85.9 h
	100	-7.05 e	6.7 c	45.6 g	455.0 g	91.5 g
	300	-6.77 d	5.5 d	52.2 e	474.3 e	107.0 d
	600	-6.11 b	5.1 e	61.0 c	491.3 c	120.8 b
3 mL L^{-1}	0	-6.93 e	7.4 a	49.8 f	462.3 f	93.4 f
	100	-6.72 cd	6.9 b	59.3 d	480.3 d	104.0 e
	300	-6.59 c	6.7 c	68.2 b	503.3 b	117.6 c
	600	-5.45 a	5.6 d	69.4 a	538.3 a	127.5 a
Significatività						
Alga		***	***	***	***	***
I		***	***	***	***	***
Alga × I		**	***	***	***	***

Dati nella stessa colonna e contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono statisticamente secondo il Tukey HSD test a $p \leq 0.05$; * significativo a $p \leq 0.05$; *** significativo a $p \leq 0.001$.

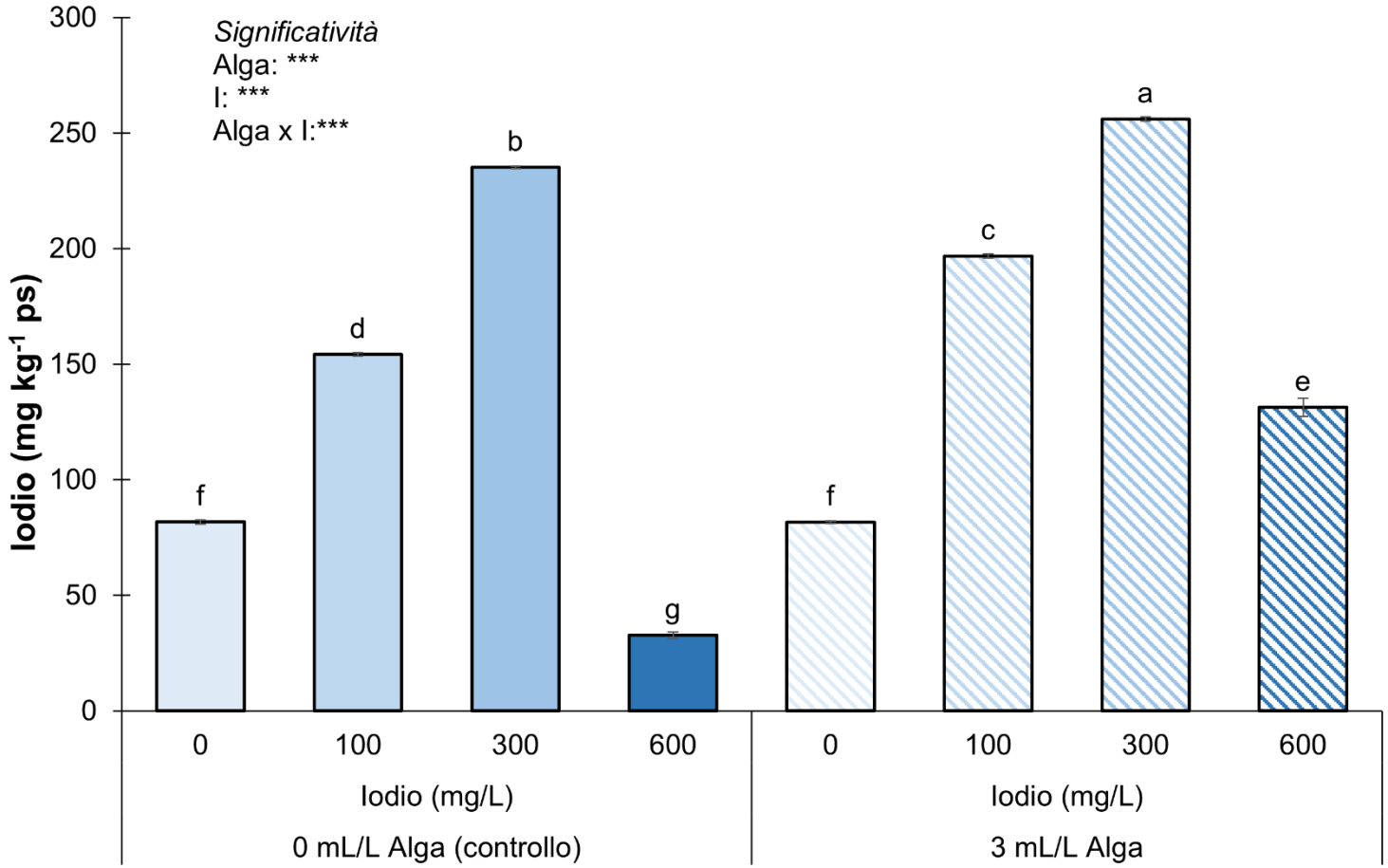
RISULTATI

Effetto del trattamento con alga e della biofortificazione con iodio sul contenuto in azoto, fosforo, potassio e magnesio dei frutti di fragola.

Trattamenti	N (g 100 g^{-1} ps)	P (mg g^{-1} ps)	K (mg g^{-1} ps)	Mg (mg g^{-1} ps)
Alga				
0 mL L^{-1} (Controllo)	8.61 b	3.46 a	6.46 b	1.683 b
3 mL L^{-1}	9.61 a	3.45 a	8.72 a	1.962 a
Iodio (mg L^{-1})				
0	9.13 a	3.46 a	7.65 a	1.83 a
100	9.13 a	3.46 a	7.58 a	1.83 a
300	9.08 a	3.46 a	7.58 a	1.80 a
600	9.08 a	3.46 a	7.55 a	1.81 a
Significatività				
Alga	***	NS	***	***
I	NS	NS	NS	NS
Alga × I	NS	NS	NS	NS

Dati nella stessa colonna e contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono statisticamente secondo il Tukey HSD test a $p \leq 0.05$; * significativo a $p \leq 0.05$; *** significativo a $p \leq 0.001$.

RISULTATI



Effetto del trattamento con alga e della biofortificazione con iodio sul contenuto di iodio dei frutti di fragola. Medie con lettere diverse differiscono significativamente secondo il Tukey HSD test a $p \leq 0.05$. *** significativo a $p \leq 0.001$.

CONCLUSIONI

- Per biofortificare i frutti e contemporaneamente incrementare le caratteristiche produttive e qualitative della fragola sono consigliate applicazioni di estratto di alga combinate a dosi di iodio di 100 o 300 mg/L. Ciò ha consentito di ottenere un prodotto nutraceutico, utile per combattere importanti carenze nutrizionali nell'uomo.
- L'estratto di alga ha incrementato la tolleranza allo iodio della pianta.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!!!