

## Relazione finale

**Progetto: Coltivazione biologica e trasformazione del pomodoro da industria: effetti su qualità e caratteristiche nutrizionali dei prodotti (BioPomNutri)**

**Coordinatore:** prof. Maria Antonietta Rao, Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II Via Università 100, 80055 Portici (NA) Telefono e indirizzo e-mail: 0812539173; mariarao@unina.it

### Unità Operative:

Al progetto partecipano quattro unità operative:

#### Unità Operativa 1

Dipartimento di Scienze del Suolo della Pianta, dell'Ambiente e delle Produzioni Animali (DiSSPAPA), Università di Napoli Federico II - Via Università 100, 80055 Portici (NA) - responsabile: Prof.ssa Maria A. Rao (Telefono: 0812539173; e-mail: mariarao@unina.it); componenti: Prof. Paola Adamo, Dott. Antonio Di Matteo

#### Unità Operativa 2

CRA- Centro di Ricerca per l'Orticoltura - Via dei Cavalleggeri 25; 84098 Pontecagnano (SA) - responsabile: Massimo Zaccardelli (Telefono: 0828-305917; e-mail: massimo.zaccardelli@entecra.it); componenti: Domenico Perrone, Domenico Ronga, Mario Parisi, Domenica Villecco, Francesco Campanile, Giovanni Ragosta, Armida Del Galdo

#### Unità Operativa 3

Azienda Speciale Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari - SSICA - Viale F. Tanara 31/a 43124 Parma - responsabile: Luca Sandei (Telefono: 0521795257; e-mail: luca.sandei@ssica.it); componenti: Luca Sandei, Laura Lombardi, Franco De Sio.

#### Unità Operativa 4

ANICAV- Ass. Naz. degli Industriali delle Conserve Alimentari Vegetali - Viale della Costituzione IS. F/3, 80143 Napoli - responsabile: Giovanni De Angelis (Telefono: 0817347020; e-mail: g.deangelis@anicav.it; v.dedilectis@anicav.it); componenti: Viviana de Dilectis, Bonaventura Giuliano.

Le UO hanno i seguenti ruoli e sono coinvolte nelle seguenti attività:

Unità operative	Ruolo	Attività
UO1 DiSSPAPA	Coordinatore	Determinazione delle proprietà fisiche e chimiche del pomodoro fresco e trasformato. Analisi dei costituenti inorganici. Analisi proteomica degli estratti proteici.
UO2 CRA	Partner di progetto	Allestimento di campi sperimentali coltivati in convenzionale e in biologico. Conduzione di prove agronomiche secondo protocolli identici per ambedue gli ambienti. Valutazione delle rese di produzione e della qualità bio-morfologica delle bacche.
UO3 SSICA	Partner di progetto	Selezione delle materie prime, valutazione delle caratteristiche qualitative morfologiche, fisico-chimiche e nutrizionali, trasformazione industriale su impianti pilota, valutazione delle rese di trasformazione e delle sopraddette caratteristiche fisico-chimiche e nutrizionali sul prodotto finito.
UO4 ANICAV	Partner di progetto	Organizzazione di giornate per gli operatori del settore. Preparazione materiale divulgativo.

### Attività svolte suddivise per Work Packages

Work packages	Attività	Unità operative
<b>WP1. Produzione di pomodoro da industria in regime convenzionale e biologico</b>	ATT. 1.1 Allestimento di due campi sperimentali poco distanti tra loro coltivati uno in convenzionale e l'altro in biologico ATT. 1.2 Conduzione di prove agronomiche secondo protocolli identici per ambedue gli ambienti.	UO2 CRA
<b>WP2. Valutazione delle rese di produzione e trasformazione</b>	ATT. 2.1 Selezione della materia prima da testare ATT. 2.2 Trasformazione della materia prima ATT. 2.3 Valutazione delle rese di produzione ATT. 2.4 Valutazione delle rese di trasformazione industriale	UO2 CRA UO3 SSICA
<b>WP3. Valutazione della qualità del prodotto fresco</b>	ATT. 3.1 Caratteristiche qualitative morfologiche delle bacche. Determinazione delle proprietà fisico-chimiche e nutrizionali ATT.3.2 Analisi dei costituenti inorganici.	UO1 DiSSPAPA UO3 SSICA

	ATT. 3.3 Analisi proteomica degli estratti proteici ATT.3.4 Analisi dei componenti antiossidanti	
<b>WP4. Valutazione della qualità del prodotto trasformato</b>	ATT. 4.1 Determinazione delle proprietà fisico-chimiche e nutrizionali ATT.4.2 Analisi dei costituenti inorganici. ATT. 4.3 Analisi proteomica degli estratti proteici ATT.4.4 Analisi dei componenti antiossidanti	UO1 DiSSPAPA UO3 SSICA
<b>WP5. Integrazione dei risultati del progetto e preparazione di piani operativi</b>	ATT. 5.1 Integrazione dei risultati e loro analisi statistica ATT. 5.2 Implementazione di un database di semplice consultazione ATT. 5.3 Preparazione di piani operativi a livello di azienda e regionale	UO1 DiSSPAPA
<b>WP6. Trasferimento alle aziende dei risultati del progetto</b>	ATT. 6.1 Organizzazione di giornate per gli operatori del settore ATT. 6.2 Preparazione materiale divulgativo	UO4 ANICAV

Le attività condotte dalle UUOO, suddivise in Work Packages, sono in dettaglio descritte qui di seguito.

### **Work Package 1. Produzione di pomodoro da industria in regime convenzionale e biologico**

#### ***ATT. 1.1 Allestimento di due campi sperimentali poco distanti tra loro coltivati uno in convenzionale e l'altro in biologico.***

Nel corso del progetto si è provveduto all'allestimento di due campi sperimentali di pomodoro da industria, uno condotto in convenzionale e l'altro in biologico, rispettivamente presso l'Azienda Agraria del CRA - Centro di Ricerca per l'Orticoltura e presso l'azienda biologica "La Morella", entrambe a Battipaglia. Le due aziende si trovano nella Piana del Sele, una pianura di circa 500 km<sup>2</sup> che si estende lungo il percorso del fiume omonimo, nella provincia di Salerno. È da sempre considerata il vero polmone produttivo dell'agricoltura salernitana che, grazie all'alto grado di fertilità dei suoli di origine alluvionale, assicura un'elevata qualità alle colture orticole quali pomodoro, carciofo, ortaggi da foglia per IV gamma, cavolfiore e finocchio. Qui si trovano aziende agricole di dimensioni piuttosto grandi, diverse delle quali convertite all'agricoltura biologica.

I due campi sperimentali sono stati realizzati adottando uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con tre repliche, ognuna delle quali costituita da una parcella della superficie di 44 m<sup>2</sup> costituita da 4 bine, ognuna di 36 piante; le distanze adottate sono state di 166 cm (distanza tra il centro di due bine contigue) x 40 cm (distanza tra le due file di una bina) x 40 cm (distanza tra le piante lungo la fila), per una densità d'investimento di 33.000 piante per ha.

#### ***ATT. 1.2 Conduzione di prove agronomiche secondo protocolli idonei per ambedue gli ambienti***

Nei campi sperimentali, allestiti in entrambe le aziende, si è provveduto alla coltivazione, sia nel 2011 che nel 2012, di due genotipi commerciali di pomodoro da industria: Docet, a frutto lungo e Faraday, a frutto tondo. Prima del trapianto e dopo la raccolta sono stati eseguiti prelievi di terreno in entrambe le aziende per le analisi di competenza dell' UO1. La precessione culturale, nell'azienda convenzionale, è stata favino nel 2011 e maggese nel 2012 mentre, nell'azienda biologica, è stata spinacio nel 2011 e prezzemolo nel 2012. In entrambe le aziende i terreni sono stati arati, erpicati, concimati e fresati. Successivamente sono stati opportunamente squadriati.

Le due cultivar sono state trapiantate il 6 Maggio 2011 e il 10 Maggio 2012, nell'azienda biologica e il 7 Maggio 2011 e il 9 Maggio 2012, nell'azienda convenzionale. La tecnica culturale e la difesa fitosanitaria sono state attuate secondo quanto indicato nei disciplinari di produzione e di lotta integrata della Regione Campania, per il sistema convenzionale mentre, per il sistema biologico, sono stati impiegati i prodotti consentiti dalla specifica legislazione (Regolamento di esecuzione UE N. 426/2011). In dettaglio, riguardo la concimazione, si è provveduto a somministrare 150 kg/ha di N (dei quali 1/3 in pre-trapianto e 2/3 in più interventi di fertirrigazione) e 100 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O (entrambi somministrati solo in pre-trapianto); nel sistema convenzionale sono stati impiegati concimi minerali mentre, in quello biologico, sono stati utilizzati concimi organici commerciali. Per quanto riguarda l'irrigazione si è scelto, per i due ambienti, l'ala gocciolante auto-compensante, di portata pari a 4 l/h, azionata restituendo il 100% dell'evapotraspirato della coltura al netto delle piogge utili. In entrambe le aziende sono state eseguite operazioni di scerbatura e rincalzatura delle piantine. Prima della raccolta delle bacche, è stato valutato il grado di copertura, lo stato fitosanitario, il rigoglio vegetativo, la presenza di fallanze e l'eventuale presenza di piante secche. Ad ogni raccolta è stata valutata la produzione dei frutti verdi e maturi di ogni parcella e, su un campione di 100 frutti maturi, sono stati eseguiti una serie di rilievi biometrici e qualitativi (peso medio, consistenza, omogeneità di pezzatura, resistenza a scottature, resistenza a spaccature, resistenza a sovraturazione, omogeneità di colorazione, lunghezza e larghezza, incidenza di danni fitopatologici e abiotici). Per ogni parcella sono state raccolte circa 25 piante dalle bine centrali (area di saggio 8 m<sup>2</sup>). I dati rilevati sono stati sottoposti ad analisi della varianza. Oltre ad eseguire i rilievi bio-produttivi, si è provveduto ad inviare campioni di frutti all'UO 1 DiSSPAPA per le analisi di propria competenza e, all'UO 3 SSICA, è stata inviata la restante produzione per le analisi chimiche e le trasformazioni dei pomodori in passata e in pelato.

**Proprietà dei suoli delle aziende sperimentali**

I suoli delle aziende La Morella e CRA-orticoltura in cui è stata condotta la sperimentazione sono stati studiati con il fine di identificare relazioni con la qualità del pomodoro fresco e trasformato e di valutare gli effetti sul suolo del diverso regime di conduzione delle aziende.

I suoli di entrambe le aziende ricadono entrambi nell'Unità Cartografica 3 della Carta dei suoli (scala 1:50.000) della piana in destra idrografica del fiume Sele, realizzata dall'Assessorato all'Agricoltura SeSIRCA della Regione Campania. L'UC3 ha notevole estensione areale ed è diffusa per lo più nel territorio comunale di Battipaglia e Eboli, a valle del fiume Tusciano. Comprende suoli profondi di aree con pendenze molto modeste, comprese tra 1 e 3%, a morfologia rettilinea o lievemente ondulata, formati su depositi alluvio-colluviali fini, stratificati di canale, con apporti cineritici rimaneggiati. Secondo l'USDA sono classificati come Typich Aploxerepts.

In entrambe le aziende i suoli sono stati campionati da ciascuna parcella sperimentale sia in pre-trapianto sia in post-raccolta in entrambi gli anni di sperimentazione. La determinazione delle principali caratteristiche fisiche (tessitura) e chimiche (pH, CE, calcare totale e attivo, C organico, N totale, CSC e basi di scambio, P assimilabile, Cu, Zn, Fe e Mn estratti in DTPA, macro e microelementi totali) è stata eseguita secondo i metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

Sulla base dei risultati dell'analisi granulometrica e secondo l'USDA i suoli hanno tessitura franco argilloso e franco sabbioso argilloso. Sulla base dei valori di pH possono essere considerati subalcalini, con valori variabili tra 7,7 e 8,2, senza differenze significative tra le due aziende e tra pre e post raccolta.

I suoli di entrambe le aziende nel primo anno di sperimentazione appaiono ben dotati di tutti gli elementi nutritivi. I suoli dell'azienda a gestione biologica rispetto a quelli dell'azienda a gestione convenzionale hanno mostrato una più elevata capacità di scambio e un contenuto maggiore di sostanza organica, azoto totale, calcare, basi di scambio (ad eccezione del potassio) e di alcuni microelementi assimilabili, mentre hanno mostrato un minor contenuto di fosforo assimilabile nonostante il maggior contenuto di fosforo totale rispetto ai suoli dell'azienda convenzionale, probabilmente a causa della maggiore presenza di calcare. Nel secondo anno di sperimentazione le caratteristiche dei suoli sono state pressoché simili, ad eccezione di un più elevato contenuto di fosforo assimilabile e di basi di scambio e un più equilibrato rapporto C/N riscontrati nei suoli biologici.

Nei suoli in post-raccolta non si sono osservati particolari cambiamenti rispetto ai suoli in pre-trapianto se non per un aumento della capacità di scambio cationico e delle basi di scambio del suolo biologico nel secondo anno di sperimentazione.

**Tabella 1. Principali caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli dell'azienda a gestione convenzionale (CRA) e dell'azienda a gestione biologica (La Morella) campionati in pre-trapianto e in post-raccolta nel primo anno di sperimentazione**

	Suoli pre-trapianto 2011		Suoli post-raccolta 2011	
	CRA	La Morella	CRA	La Morella
Tessitura	FA	FAS		
Sabbia (g/kg)	446	426		
Limo (g/kg)	271	223		
Argilla (g/kg)	283	351		
pH H2O	7.9	8.1	7.8	7.9
C.E. estratto 1:5 (ds/m)	0.09	0.09	0.11	0.09
Calcare totale (g/kg)	6.7	34.3	4.0	23.8
Calcare attivo (g/kg)	7	10	6	8
C.S.C. (cmol+/kg)	14.5	22.0	14.8	20.4
N totale (g/kg)	1.1	1.9	1.1	2.0
K scambiabile (cmol+/kg)	0.96	0.95	0.79	0.90
Ca scambiabile (cmol+/kg)	10,3	16,7	10,6	15,1
Mg scambiabile (cmol+/kg)	3.1	4.2	3.2	4.3
Na scambiabile (cmol+/kg)	0.14	0.18	0.17	0.19
P assimilabile (Olsen) (mg/kg)	43	27	45	26
Sostanza organica (g/kg)	14.8	21.9	14.3	21.7
Rapporto Corg/Ntot	8.0	6.8	7.9	6.2
Fe assimilabile (mg/kg)	13.7	14.8	15.0	16.5
Mn assimilabile (mg/kg)	14.4	11.7	13.6	11.2
Zn assimilabile (mg/kg)	2.3	2.9	2.4	3.0
Cu assimilabile (mg/kg)	8.3	13.8	9.9	14.3

**Tabella 2. Principali caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli dell'azienda a gestione convenzionale (CRA) e dell'azienda a gestione biologica (La Morella) campionati in pre-trapianto e in post-raccolta nel secondo anno di sperimentazione**

	Suoli pre-trapianto 2012		Suoli post-raccolta 2012	
	CRA	La Morella	CRA	La Morella
Tessitura	FA	FAS		
Sabbia (g/kg)	452	395		
Limo (g/kg)	256	290		
Argilla (g/kg)	292	315		
pH H2O	7,8	8,3	7,9	8,3
pH CaCl2	7,3	7,5	7,2	7,6
C.E. estratto 1:5 (ds/m)	0,06	0,06	0,08	0,11
Calcare totale (g/kg)	4,5	9,7	6,8	13,9
Calcare attivo (g/kg)	17	22	20	27
C.S.C. (cmol+/kg)	18,6	23,4	16,6	33,5
N totale (g/kg)	1.0	1.4	0.9	1.4
K scambiabile (cmol+/kg)	0.89	1.24	0.79	1.39
Ca scambiabile (cmol+/kg)	13.7	15.8	12.0	23,3
Mg scambiabile (cmol+/kg)	3.9	6.2	3.7	7.0
Na scambiabile (cmol+/kg)	0.10	0.19	0.18	0.34
P assimilabile (Olsen) (mg/kg)	42	31	44	39
Carbonio organico (g/kg)	9,4	14,1	8,5	14,6
Sostanza organica (g/kg)	16,2	24,3	14,7	25,2
Rapporto Corg/Ntot	9,3	10,4	9,1	10,4
Fe assimilabile (mg/kg)	14,9	11,7	13,7	18,0
Mn assimilabile (mg/kg)	9,4	6,1	8,7	8,0
Zn assimilabile (mg/kg)	2,1	3,2	1,9	3,4
Cu assimilabile (mg/kg)	13,4	15,6	12,1	13,2

### Analisi fogliari

Foglie giovani totalmente espanse delle piante di pomodoro di entrambe le aziende, convenzionale (CRA) e biologica (La Morella), e di entrambe le cultivar (Docet e Faraday), campionate in corrispondenza di vari stadi vegetativi (inizio fioritura, piena fioritura e allegazione nel primo anno di sperimentazione; fioritura, allegazione e invaiatura nel secondo anno di sperimentazione), sono state analizzate per il contenuto dei principali macro e micronutrienti. Le foglie campionate sono state seccate e polverizzate. Il contenuto di azoto è stato determinato con analizzatore elementare HCNS, mentre dopo mineralizzazione il contenuto di fosforo è stato determinato per via colorimetrica e il contenuto degli altri macro e micronutrienti mediante spettrometria di assorbimento atomico.

In generale, i contenuti di elementi nutritivi di entrambe le cultivar in entrambe le aziende appaiono rientrare nei limiti di sufficienza riportati in letteratura per il pomodoro. Fanno eccezione il potassio e l'azoto leggermente più bassi in alcune fasi nelle piante coltivate in biologico.

In particolare, nelle piante coltivate in regime biologico si è osservato un minore contenuto di azoto, coerente con la minore crescita in campo delle piante e la minore produzione, e un accumulo di fosforo riscontrato anche nei frutti. E' stato ipotizzato che nei suoli biologici si accumulino forme di azoto meno facilmente assimilabili di quelle presenti nel suolo a gestione convenzionale. I contenuti di tutti gli altri macro e microelementi sono risultati coerenti con le caratteristiche dei suoli.

**Tabella 3. Contenuto in macro e micronutrienti delle foglie di pomodoro campionate in tre diverse fasi vegetative da entrambe le cultivar (Docet e Faraday) coltivate in regime biologico (Morella) e in regime convenzionale (CRA) nel primo anno di sperimentazione.**

		Camp. 08/06/2011 inizio fioritura		Camp. 21/06/2011 piena fioritura		Camp. 13/07/2011 allegazione	
		Docet	Faraday	Docet	Faraday	Docet	Faraday
N (g/kg)	CRA	50,8	49,5	44,5	36,8	33,5	35,1
	Morella	44,9	42,7	42,1	42,8	28,1	26,8
P (g/kg)	CRA	3,93	3,86	3,22	3,01	1,7	1,7
	Morella	3,37	3,11	3,13	3,07	2,5	2,1
K (g/kg)	CRA	33,5	32,7	21,6	18,0	25,5	26,3
	Morella	27,6	27,9	18,0	22,0	24,5	25,8
Mg (g/kg)	CRA	5,99	6,71	4,91	4,01	8,7	6,7
	Morella	6,68	6,74	5,17	4,78	7,0	6,3

<b>Ca (g/kg)</b>	<b>CRA</b>	27,4	27,7	21,0	19,1	45,7	34,9
	<b>Morella</b>	33,2	33,6	24,5	24,5	39,2	33,0
<b>S (%)</b>	<b>CRA</b>	0,9	0,9	0,8	0,7	1,3	1,0
	<b>Morella</b>	0,9	0,8	0,9	0,9	1,3	1,1
<b>Fe (mg/kg)</b>	<b>CRA</b>	247	264	113	98,1	171	168
	<b>Morella</b>	211	201	86,0	84,1	204	207
<b>Zn (mg/kg)</b>	<b>CRA</b>	21,9	22,8	24,2	21,6	20,7	19,2
	<b>Morella</b>	30,8	27,0	27,8	27,4	25,8	23,2
<b>Mn (mg/kg)</b>	<b>CRA</b>	53,9	52,5	47,7	33,9	61,5	50,4
	<b>Morella</b>	44,9	39,8	35,2	35,3	39,0	36,1

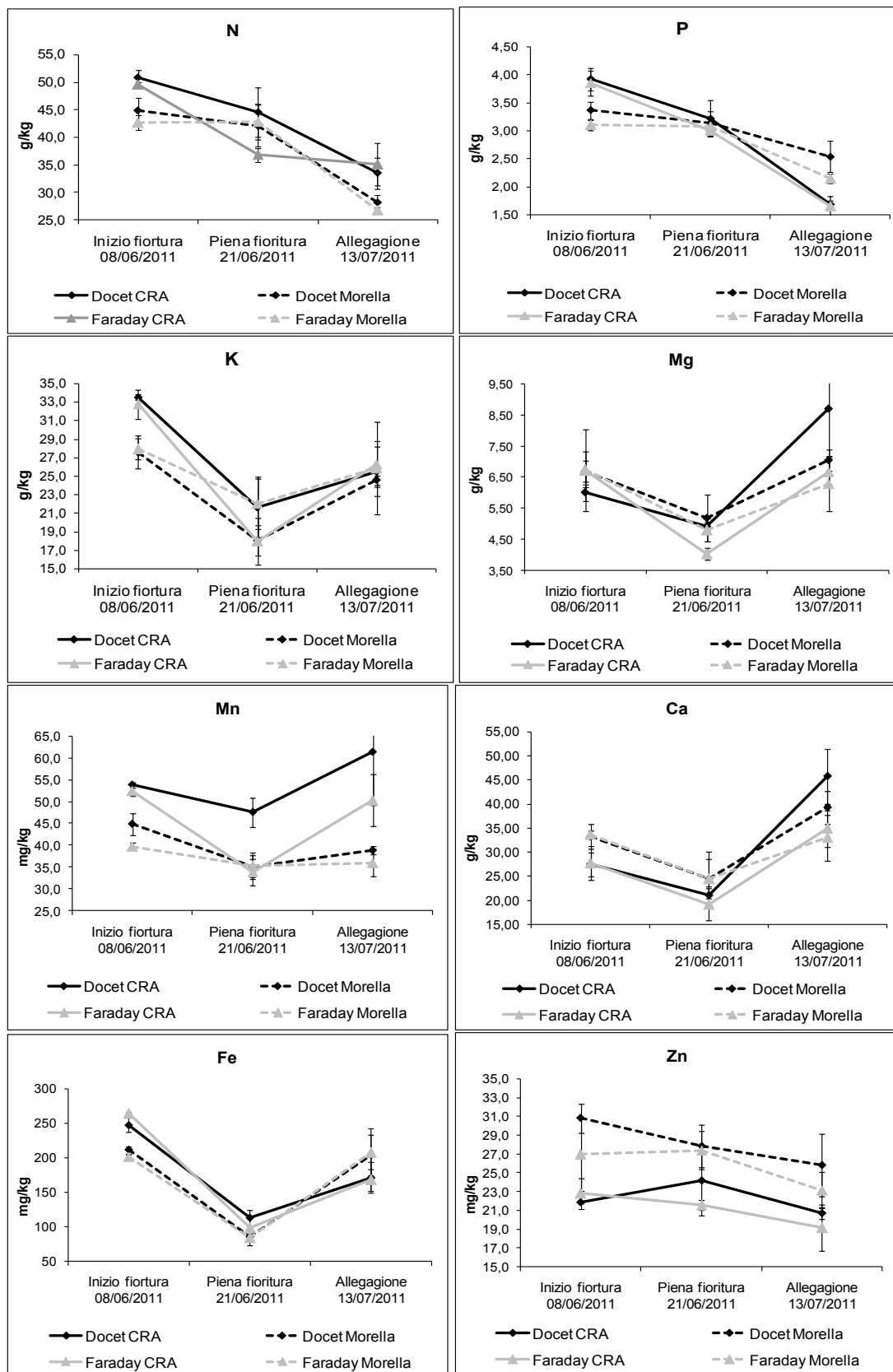


Figura 1. Contenuto in macro e micronutrienti delle foglie di pomodoro campionate in tre diverse fasi vegetative da entrambe le cultivar (Docet e Faraday) coltivate in regime biologico (Morella) e in regime convenzionale (CRA) nel primo anno di sperimentazione.

Tabella 4. Contenuto in macro e micronutrienti delle foglie di pomodoro campionate in tre diverse fasi vegetative da entrambe le cultivar (Docet e Faraday) coltivate in regime biologico (Morella) e in regime convenzionale (CRA) nel secondo anno di sperimentazione.

		I Camp. 2012 fioritura		II Camp. 2012 allegazione		III Camp. 2012 invaiatura	
		Docet	Faraday	Docet	Faraday	Docet	Faraday
N (g/kg)	CRA	5,03	4,34	3,88	4,32	2,83	4,07
	Morella	3,61	2,68	3,02	2,54	2,50	2,82
P (g/kg)	CRA	2,86	2,84	2,51	2,58	2,61	2,55
	Morella	3,57	3,23	3,57	3,12	3,33	2,90
K (g/kg)	CRA	27,4	28,3	22,9	29,0	23,2	22,0
	Morella	26,4	25,6	24,6	24,5	17,0	17,1
Mg (g/kg)	CRA	9,31	7,36	10,0	8,64	8,11	6,73
	Morella	6,64	5,69	7,09	6,16	10,7	9,83
Ca (g/kg)	CRA	42,7	33,5	63,7	47,1	56,2	40,7
	Morella	32,2	28,4	37,6	30,9	84,0	72,5
Fe (mg/kg)	CRA	124	103	169	169	159	139
	Morella	76,9	64,7	134	127	153	139
Zn (mg/kg)	CRA	24,6	25,7	18,4	20,7	16,1	18,1
	Morella	20,9	19,4	23,2	20,1	24,0	24,0
Mn (mg/kg)	CRA	109	95,9	129	112	81,4	77,6
	Morella	40,4	33,7	35,5	30,3	45,9	42,0

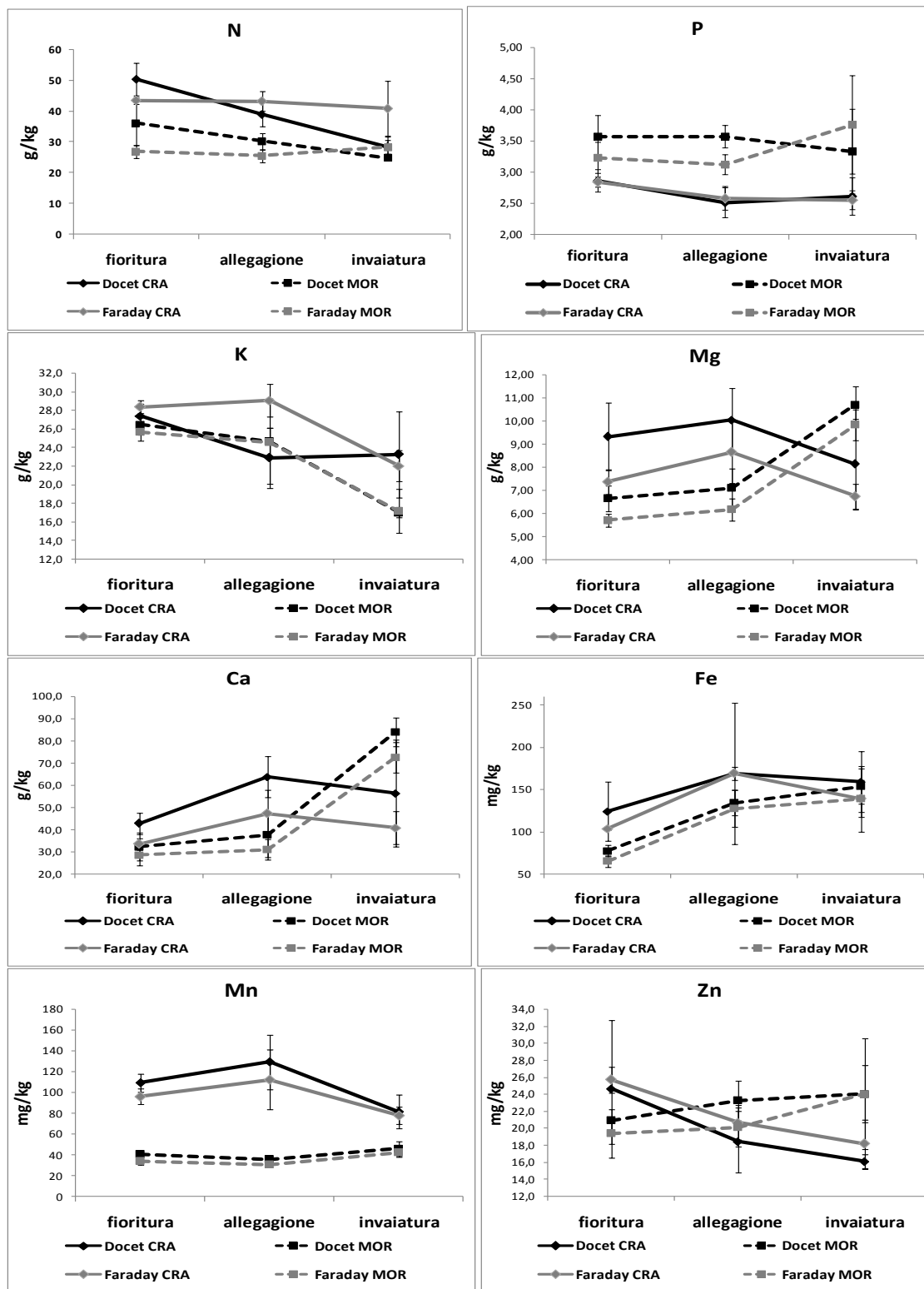


Figura 2. Contenuto in macro e micronutrienti delle foglie di pomodoro campionate in tre diverse fasi vegetative da entrambe le cultivar (Docet e Faraday) coltivate in regime biologico (Morella) e in regime convenzionale (CRA) nel secondo anno di sperimentazione.



**Work Package 2 Valutazione delle rese di produzione e trasformazione**

**ATT. 2.1 Selezione della materia prima da testare**

I primi dati che sono stati analizzati hanno riguardato l'insieme delle caratteristiche qualitative misurate sui campioni freschi subito dopo la raccolta al fine di stabilire il grado complessivo di qualità del raccolto proveniente dai due campi sperimentali (bio e conv.). A questo scopo sono stati valutati i difetti maggiori (scarti) e le difettosità minori (scarti per pelati o polpa).

Dopo il conferimento dei pomodori maturi presso la SSICA di Parma, su entrambe le cultivar considerate è stata eseguita una valutazione qualitativa delle bacche per valutarne l'idoneità alla trasformazione. I pomodori analizzati presentavano colore rosso uniforme, corretto grado di maturazione e non vi erano segni evidenti di attacchi fungini o batterici e pertanto la percentuale d'idoneità misurata si è attestata a valori superiori al 95%.

**ATT. 2.2 Trasformazione della materia prima**

La trasformazione dei prodotti (convenzionale e biologico) è stata quindi effettuata su impianti pilota della SSICA sia a Parma (trasformazione in passata) sia ad Anghi (Sa) (trasformazione in pomodori pelati). I protocolli operativi di trasformazione industriale sono stati identici per tutte e due le linee di produzione al fine di rendere omogenee le successive valutazioni.



Figura 3. Schema dei lotti interessati alle trasformazioni

I campioni analizzati di pomodori freschi (*Docet e Faraday*) derivavano da tre differenti blocchi di coltivazione per ciascuna cultivar e tipologia (bio e conv), analizzati in doppio per ciascun tipo di analisi effettuata. Per le passate, dallo stesso lotto sono stati prelevati tre campioni per tipologia ciascuno analizzato in doppio.

Per i pelati si è seguito lo stesso procedimento utilizzato per le passate, ovvero dallo stesso lotto produttivo sono stati prelevati tre campioni per tipologia, ciascuno analizzato in doppio per ogni analisi effettuata.

La trasformazione in passata e in pelati è stata effettuata mediante l'utilizzo di impianti pilota su scala semi- industriale della SSICA seguendo i diagrammi di flusso riportati in Figura 4.

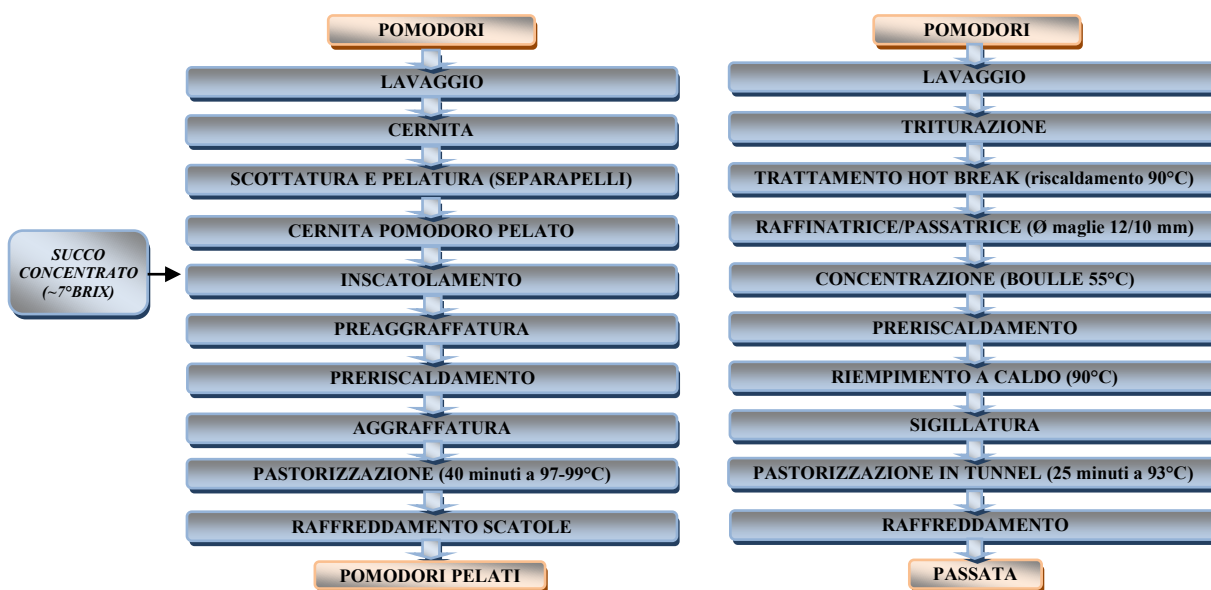


Figura 4. flow sheet relativi alla produzione di pelati e passata

**ATT. 2.3 Valutazione delle rese di produzione**

Le raccolte sono avvenute l'11 agosto 2011 e il 16 (per il pomodoro lungo) e il 20 (per il pomodoro tondo) agosto 2012 nell'azienda convenzionale; nell'azienda biologica, invece, le raccolte sono avvenute il 16 agosto 2011 e il 13 agosto 2012.

I risultati dei principali rilievi bio-produttivi eseguiti prima e dopo la raccolta e quelli delle principali caratteristiche biometriche e qualitative delle bacche sono riportati nelle Tabelle 5, 6, 7 e 8.

La produzione commerciale dalla cv. Docet è stata di 30,3 t/ha (2011) e 44,2 t/ha (2012) per il sistema biologico e di 78 t/ha (2011) e 86,7 t/ha (2012), per il sistema convenzionale; per la cv. Faraday, invece, la produzione commerciale è stata di 37,2 t/ha (2011) e 41,3 t/ha (2012), in biologico e di 67,4 t/ha e 86,5 t/ha (2012), in convenzionale.

Questi risultati evidenziano come, rispettando fedelmente i metodi di produzione in biologico, la produttività del pomodoro da industria si abbassa notevolmente nel sistema bio rispetto al convenzionale. Le cause di questo calo di produzione sono da ricercarsi nella minore disponibilità di azoto prontamente assimilabile in biologico rispetto al convenzionale e nella più ridotta disponibilità di agrofarmaci consentiti in biologico.

**Tabella 5. Rilievi bioproductivi relativi alle prove condotte nel 2011.**

	<b>Grado di copertura (val. 1-5)</b>	<b>Stato fitosanitario (val. 1-5)</b>	<b>Rigoglio vegetativo (val. 1-5)</b>	<b>Produzione commerciale (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Produzione totale (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Bacche marce (n. m<sup>-2</sup>)</b>	<b>Marciumi apicali (n. m<sup>-2</sup>)</b>	<b>Peso medio bacca (g)</b>
<b>Varietà (a)</b>								
Docet	3,80 n.s.	3,80 n.s.	3,92 n.s.	54,15 n.s.	59,15 n.s.	12,42 b	26,37 a	62,92 n.s.
Faraday	3,75 n.s.	3,77 n.s.	4,68 n.s.	52,33 n.s.	64,79 n.s.	35,29 a	0,00 b	59,75 n.s.
<b>Tecnica di coltivazione (b)</b>								
Convenzionale	3,92 n.s.	3,93 n.s.	5,10 a	72,71 a	85,25 a	27,25 n.s.	14,58 n.s.	65,42 a
Biologico	3,63 n.s.	3,63 n.s.	3,50 b	33,77 b	38,69 b	20,46 n.s.	11,79 n.s.	57,25 b
<b>Interazione a*b</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.

**Tabella 6. Principali caratteristiche biometriche e qualitative delle bacche raccolte nel 2011.**

	<b>Bacche spaccate (%)</b>	<b>Bacche assolate (%)</b>	<b>Difetti biotici (%)</b>	<b>Omogeneità di pezzatura (val. 1-5)</b>	<b>Consistenza bacche (val. 1-5)</b>	<b>Uniformità di colorazione (val. 1-5)</b>
<b>Varietà (a)</b>						
Docet	0,17 n.s.	1,50 n.s.	3,33 n.s.	3,50 n.s.	4,25 b	4,00 n.s.
Faraday	0,00 n.s.	0,33 n.s.	1,00 n.s.	3,50 n.s.	4,75 a	4,08 n.s.
<b>Tecnica di coltivazione (b)</b>						
Convenzionale	0,17 n.s.	0,50 n.s.	2,33 a	3,25 b	4,25 b	4,00 n.s.
Biologico	0,00 n.s.	1,33 n.s.	2,00 b	3,75 a	4,75 a	4,08 n.s.
<b>Interazione a*b</b>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.

**Tabella 7. Rilievi bioproductivi relativi alle prove condotte nel 2012.**

	<b>Grado di copertura (val. 1-5)</b>	<b>Stato fitosanitario (val. 1-5)</b>	<b>Rigoglio vegetativo (val. 1-5)</b>	<b>Produzione commerciale (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Produzione totale (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Bacche marce (n. m<sup>-2</sup>)</b>	<b>Marciumi apicali (n. m<sup>-2</sup>)</b>	<b>Peso medio bacca (g)</b>
<b>Varietà (a)</b>								
Docet	3,50 n.s.	3,83 n.s.	3,58 b	65,45 n.s.	73,15 n.s.	11,91 n.s.	0,65 a	72,10 n.s.
Faraday	3,83 n.s.	3,75 n.s.	4,42 a	63,89 n.s.	71,10 n.s.	10,01 n.s.	0,00 b	56,33 n.s.
<b>Tecnica di coltivazione (b)</b>								
Convenzionale	4,50 a	5,00 a	4,17 n.s.	86,57 a	93,39 a	10,76 n.s.	0,00 b	64,93 n.s.
Biologico	2,83 b	2,58 b	3,83 n.s.	42,78 b	50,86 b	11,16 n.s.	0,65 a	63,50 n.s.
<b>Interazione a*b</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

Tabella 8. Principali caratteristiche biometriche e qualitative delle bacche raccolte nel 2012.

	Bacche spaccate (%)	Bacche assolate (%)	Difetti biotici (%)	Consistenza bacche (val. 1-5)	Uniformità di colorazione (val. 1-5)
<b>Varietà (a)</b>					
Docet	0,67 n.s.	1,00 n.s.	0,00 n.s.	4,17 b	4,50 n.s.
Faraday	0,33 n.s.	1,67 n.s.	0,00 n.s.	4,50 a	4,83 n.s.
<b>Tecnica di coltivazione (b)</b>					
Convenzionale	1,00 n.s.	1,00 n.s.	0,00 n.s.	4,50 a	5,00 a
Biologico	0,00 n.s.	1,67 n.s.	0,00 n.s.	4,17 b	4,33 b
<b>Interazione a*b</b>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

#### ATT. 2.4 Valutazione delle rese di trasformazione industriale

La resa di trasformazione risulta in letteratura tendenzialmente maggiore nel caso del prodotto ottenuto con tecniche di coltivazione convenzionali. Sono state effettuate misurazioni ponderali nel corso delle trasformazioni industriali su entrambi i prodotti (convenzionale e biologico) attraverso pesate del prodotto iniziale, finito e scarto ottenuto durante le fasi di trasformazione su impianti pilota su scala semi-industriale.

La trasformazione industriale è stata realizzata mediante l'utilizzo di impianti pilota su scala semi-industriale in dotazione ai dipartimenti tecnologici delle sedi della SSICA di Parma e Angri. La produzione di passata di pomodoro, ottenuta dalla cultivar Faraday (ISI), è stata presa in carico dalla sede di Parma, mentre la sede di Angri si è occupata della produzione di pelati, derivanti dalla cultivar Docet (Monsanto). Sono state contestualmente misurate sperimentalmente, le rese di trasformazione industriale: esse sono state rispettivamente del 96,1% per la passata ottenuta da pomodori coltivati in regime convenzionale e del 96,4% per quelli in biologico. Le rese riguardanti la trasformazione in pelati si attestano su valori inferiori, rispettivamente del 88,1% per il prodotto ottenuto da colture convenzionali e 81,5% per il prodotto biologico. Le sopradette differenze fra passate e pomodori pelati sono probabilmente imputabili alle diverse modalità di cernita di lavorazione, che, nel caso dei pomodori pelati, comportano 3 distinte e successive fasi manuali, mentre nella trasformazione in passata, sono previste esclusivamente una unica fase di selezione meccanica automatizzata.

Come per la campagna di raccolta e trasformazione del pomodoro 2011, la trasformazione industriale delle tesi sperimentate è stata realizzata, anche nel 2012, attraverso l'utilizzo di impianti pilota su scala semi-industriale in dotazione ai dipartimenti tecnologici delle sedi della SSICA di Parma e Angri. La produzione di passata di pomodoro, ottenuta dalla cultivar Faraday (ISI), è stata presa in carico dalla sede di Parma, mentre la sede di Angri si è occupata della produzione di pelati, derivanti dalla cultivar Docet (Semini-Monsanto). Sono state contestualmente misurate sperimentalmente, le rese di trasformazione industriale: esse sono state rispettivamente del 95,4% per la passata ottenuta da pomodori coltivati in regime convenzionale e del 95,2% per quelli in biologico. Le rese riguardanti la trasformazione in pelati si attestano su valori inferiori, rispettivamente del 90,1% per il prodotto ottenuto da colture convenzionali e 82,8% per il prodotto biologico. Le sopradette differenze fra passate e pomodori pelati sono molto probabilmente imputabili alle diverse modalità di cernita e quindi di scarti di lavorazione, che, nel caso dei pelati, comportano 3 distinte e successive fasi manuali, mentre nella trasformazione in passata, sono previste esclusivamente in una unica fase di selezione meccanica automatizzata in continuo.

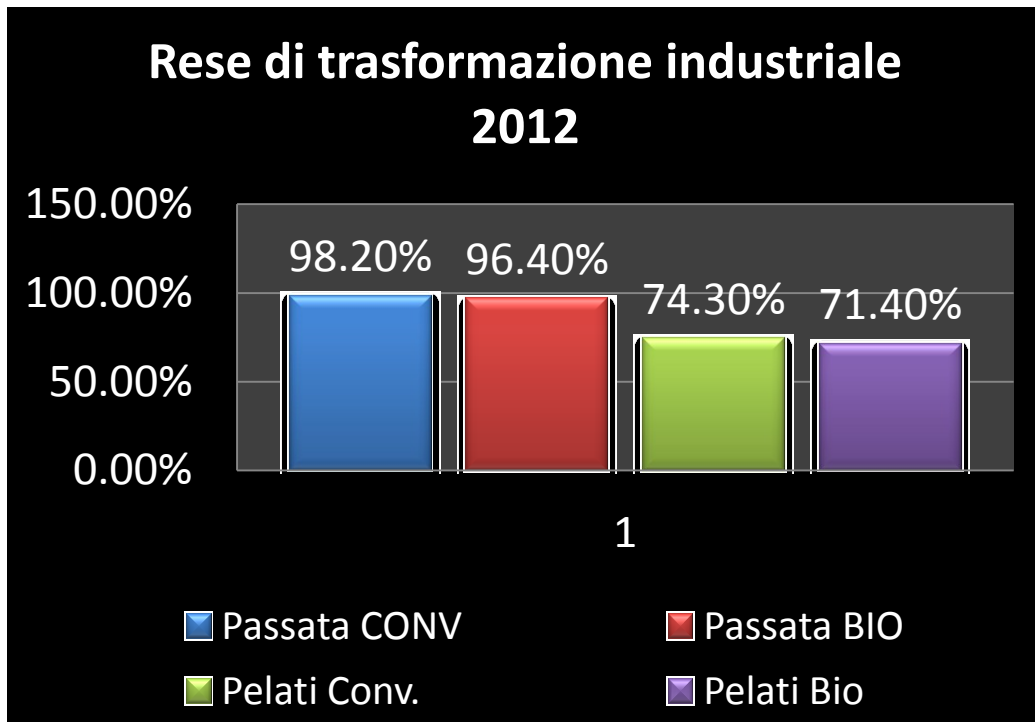


Figura 5. Rese di trasformazione industriale: produzione 2012

Work Package 3 Valutazione della qualità del prodotto fresco

ATT. 3.1 Caratteristiche qualitative morfologiche delle bacche. Determinazione delle proprietà fisico-chimiche e nutrizionali

La materia prima, appena prima della trasformazione industriale (simulazione di verifica qualità prodotto ad ingresso fabbrica), è stata sottoposta ad analisi volte a determinare indici di qualità del prodotto convenzionale e biologico fresco, in particolare: pH, contenuto in solidi solubili, residuo secco, acidità, zuccheri.

La SSICA si è inoltre occupata della caratterizzazione qualitativa delle bacche di pomodoro provenienti da entrambe i campi sperimentali di Battipaglia. Le bacche oggetto di analisi costituivano campione rappresentativo per ciascuna cultivar, Docet (Monsanto) e Faraday (Isi) e per ciascuna condizione di coltura (biologico e lotta integrata). Ogni campione era composto da tre repliche distinte corrispondenti alla distribuzione casuale dei blocchi di coltura.

I frutti, dopo raccolta e conferimento, sono stati testati tramite valutazione agronomica standard che ha mostrato sostanziali somiglianze tra le 2 tecniche colturali; i campioni sono stati successivamente omogeneizzati in modo da ottenere campioni rappresentativi dei singoli blocchi randomizzati e quindi valutati analiticamente. Le analisi chimico-fisiche routinarie (°brix, pH, colore, consistenza, acidità) sui derivati ottenuti sono state effettuate contestualmente alla determinazione quantitativa dei componenti nutrizionali caratteristici del pomodoro: acido L-ascorbico, polifenoli e licopene. Nonostante i prodotti di entrambe le tipologie di coltivazione si siano distinti per l'ottima qualità globale, i risultati preliminari hanno rilevato un contenuto significativamente superiore dei componenti nutrizionali nei pomodori biologici rispetto ai corrispondenti convenzionali.

Le bacche fresche, dopo triturazione sottovuoto, sono state caratterizzate analiticamente per ciò che concerne la qualità generica e commerciale ossia °Brix, pH, colore Hunter, acidità totale, consistenza Bostwick ed analisi degli zuccheri. Dai dati ottenuti (Tabelle 9 e 10) si può affermare che le bacche derivanti da agricoltura sia biologica che convenzionale rientravano nei "range" ottimali di idoneità alla trasformazione.

Tabella 9. Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sulle bacche fresche della varietà Faraday (BIO VS CONV)

TESI	FRESCO	RR	R.S.	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				Bostwick cm/30s	ZUCCHERI		VITC mg/kg	VITC/RS*100 mg/kg S.S.	LICOPENE		OLIFENOLI	
	Blocco	g/100g	g/100g			L	a	b	a/b		Zucch.Tot(%)	zuc./RR(%)			mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.
Faraday BIO	A	5,59	7,42	4,20	0,36	24,51	31,26	12,67	2,47	8,2	3,60	48,57	308,79	4161,55	153	2061,995	77,94	1029,59
	B	6,03	7,68	4,28	0,36	24,25	31,40	12,69	2,47	9,0	3,91	50,91	339,01	4414,14	152,2	1981,771	72,82	961,96
	C	5,77	7,61	4,25	0,37	24,36	31,33	12,53	2,50	9,8	3,70	48,57	318,31	4182,81	152,15	1999,343		
	Media	5,80	7,57	4,24	0,36	24,37	31,33	12,63	2,48	9,0	3,74	49,35	322	4252,83	152,45	2014,37	75,38	995,77
Faraday CONV	A	6,35	7,51	4,20	0,45	24,23	31,32	11,95	2,62	9,7	3,90	51,96	273,04	3635,71	142,05	1891,478	47,99	651,15
	B	5,81	7,2	4,16	0,42	24,44	31,50	11,84	2,66	11	3,62	50,21	253,62	3522,48	143	1986,111	55,98	759,57
	C	6,01	7,4	4,31	0,42	23,87	31,91	12,00	2,66	11	3,60	48,69	240,00	3243,25	141,25	1908,784		
	Media	6,06	7,37	4,22	0,43	24,18	31,58	11,93	2,65	10,6	3,71	50,28	256	3467,14	142,10	1928,79	51,99	705,36

Tabella 10. Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sulle bacche fresche della varietà Docet (BIO VS CONV)

TESI	FRESCO	RR	R.S.	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				Bostwick cm/30s	ZUCCHERI		VITC mg/kg	VITC/RS*100 mg/kg S.S.	LICOPENE		OLIFENOLI	
	Blocco	g/100g	g/100g			L	a	b	a/b		Zucch.Tot(%)	zuc./RR(%)			mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.
DOCET BIO	A	5,34	6,42	4,36	0,33	24,38	31,06	12,56	2,47	11,3	3,43	53,43	287,41	4476,75	117,2	1825,545	60,43	924,01
	B	5,23	6,45	4,29	0,33	24,08	31,06	12,37	2,51	10,0	3,31	51,35	313,24	4856,41	114,19	1770,388	58,66	896,94
	C	5,21	6,75	4,34	0,34	23,56	30,78	12,29	2,50	11,6	3,16	46,83	282,44	4184,22	116,16	1720,889		
	Media	5,26	6,54	4,33	0,33	24,01	30,97	12,41	2,49	11,0	3,30	50,54	294,36	4505,80	115,85	1772,27	59,55	910,47
DOCET CONV	A	5,84	7,00	4,32	0,39	23,49	31,08	12,06	2,58	15,5	3,50	49,99	244,05	3486,39	122,3	1747,143	37,9	542,20
	B	6,10	6,88	4,34	0,38	23,90	31,51	11,89	2,65	13,0	4,05	58,87	254,10	3693,31	123,56	1795,93	41,72	596,85
	C	5,40	7,09	4,34	0,37	23,52	31,41	11,74	2,67	12,7	3,06	43,09	222,10	3132,53	119,3	1682,652		
	Media	5,78	6,99	4,33	0,38	23,64	31,33	11,90	2,63	13,7	3,53	50,65	240	3437,41	121,72	1741,91	39,81	569,53

La SSICA, come già nell'anno precedente, si è occupata della caratterizzazione qualitativa delle bacche di pomodoro provenienti da entrambe i campi sperimentali di Battipaglia. Le bacche oggetto di analisi costituivano campione rappresentativo per ciascuna cultivar, Docet (Monsanto) per pomodori pelati e Faraday (Isi) per passata, e, naturalmente, anche per ciascuna condizione di coltura (biologico e lotta integrata). Ogni campione era composto da tre repliche distinte corrispondenti alla distribuzione casuale dei blocchi di coltura.

I frutti, dopo raccolta e conferimento, sono stati testati tramite valutazione agronomica standard che ha mostrato sostanziali somiglianze tra le due tecniche colturali; i campioni sono stati successivamente omogeneizzati in modo da ottenere campioni rappresentativi dei singoli blocchi randomizzati e quindi valutati analiticamente. Le analisi chimico-fisiche routinarie (°brix, pH, colore, consistenza, acidità) sui derivati ottenuti sono state effettuate contestualmente alla determinazione quantitativa dei componenti nutrizionali caratteristici del pomodoro: acido L-ascorbico, polifenoli e licopene.

Nel secondo anno di sperimentazione la cv Docet (varietà da pelato di forma allungata) coltivata con tecniche convenzionali ha mostrato risultati qualitativi migliori rispetto alla stessa cultivar coltivata biologicamente, soprattutto per °Brix, RS, colore, consistenza Bostwick e grado zuccherino; tuttavia la stessa cultivar ha altresì confermato concentrazioni di composti bioattivi mediamente più elevati sia per vit. C che per i polifenoli totali. Per quanto riguarda

la cv Faraday è stato riscontrato un migliore il comportamento delle bacche coltivate con tecniche agronomiche convenzionali (lotta integrata) soprattutto per i dati qualitativi medi (<sup>o</sup>Brix, Colore Hunter e zuccheri); comunque si sono riconfermati per la cultivar in biologico i dati ottimali degli antiossidanti caratteristici (vit. C e polifenoli) ma non dei licopeni.

**Tabella 11. Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sulle bacche fresche della varietà Faraday (BIO VS CONV)**

TESI	FRESCO Blocco	RR	R.s.	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				Bostwick cm/30s	ZUCCHERI		VITC mg/kg	VITC/RS*100		LICOPENE		POLIFENOLI mg/Kg	
		g/100g	g/100g			L	a	b	a/b		Zucch.Tot(%)	zuc./RS(%)		mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S	tot	tot/SS%
FARADAY BIO	A	4,60	6,39	4,29	0,35	24,54	30,61	12,61	2,43	11,40	3,85	60,16	281,11	4392,34	124,43	1944,219	72,66	1137,08	
		4,62	6,41		0,35	24,58	30,54	12,64	2,42	11,50							72,66	1133,53	
	media A	4,61	6,40	4,29	0,35	24,56	30,58	12,63	2,43	11,45	3,85	60,16	281,11	4392,34	124,43	1944,22	72,66	1135,30	
	B	4,93	6,33	4,27	0,36	24,44	31,34	12,63	2,48	11,00	3,54	55,84	288,41	4549,05	125,51	1979,653	75,02	1185,12	
		4,94	6,35		0,35	24,59	31,17	12,74	2,45	10,75							75,02	1181,39	
	media B	4,94	6,34	4,27	0,36	24,52	31,26	12,69	2,47	10,88	3,54	55,84	288,41	4549,05	125,51	1979,65	75,02	1183,25	
C	4,56	6,35	4,29	0,34	24,35	31,08	12,48	2,49	12,50	3,59	56,71	274,68	4339,34	124,6	1968,404	73,45	1156,68		
	4,54	6,31		0,34	24,46	30,97	12,56	2,47	12,00							73,45	1164,01		
media C	4,55	6,33	4,29	0,34	24,41	31,03	12,52	2,48	12,25	3,59	56,71	274,68	4339,34	124,60	1968,40	73,45	1160,35		
TESI	FRESCO Blocco	RR g/100g	R.s. g/100g	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				Bostwick cm/30s	ZUCCHERI		VITC mg/kg	VITC/RS*100		LICOPENE		POLIFENOLI mg/Kg	
FARADAY CONV	A	5,06	7,82	4,27	0,41	23,99	32,03	12,47	2,57	12,50	3,53	45,37	240,17	3087,02	203,38	2614,139	89,70	1147,12	
		5,14	7,74		0,39	24,13	31,75	12,57	2,53	13,25							89,65	1158,25	
	media A	5,10	7,78	4,27	0,40	24,06	31,89	12,52	2,55	12,88	3,53	45,37	240,17	3087,02	203,38	2614,14	89,68	1152,69	
	B	5,34	7,65	4,33	0,40	23,39	32,23	12,30	2,62	10,00	3,54	46,34	240,49	3147,77	202,9	2655,759	89,23	1166,47	
		5,37	7,63		0,41	23,28	31,90	12,22	2,61	10,50							89,23	1169,52	
	media B	5,36	7,64	4,33	0,40	23,34	32,07	12,26	2,62	10,25	3,54	46,34	240,49	3147,77	202,90	2655,76	89,23	1167,99	
C	6,06	7,72	4,23	0,45	23,61	32,05	12,49	2,57	8,10	4,29	56,01	262,28	3424,02	203,12	2651,697	89,53	1159,74		
	6,05	7,60		0,45	23,42	32,20	12,38	2,60	8,00							89,53	1178,05		
media C	6,06	7,66	4,23	0,45	23,52	32,13	12,44	2,59	8,05	4,29	56,01	262,28	3424,02	203,12	2651,70	89,54	1168,89		

**Tabella 12. Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sulle bacche fresche della varietà Docet (BIO VS CONV)**

TESI	FRESCO Blocco	RR	R.s.	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				Bostwick cm/30s	ZUCCHERI		VITC mg/kg	VITC/RS*100		LICOPENE		POLIFENOLI mg/Kg	
		g/100g	g/100g			L	a	b	a/b		Zucch.Tot(%)	zuc./RS(%)		mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S	tot	tot/SS%
DOCET BIO	A	4,63	6,12	4,29	0,32	25,10	29,20	12,74	2,29	13,00	3,94	64,27	295,26	4816,64	87,46	1426,754	72,45	1183,86	
		4,70	6,14		0,33	25,12	29,33	12,67	2,32	13,25							72,45	1180,01	
	media A	4,67	6,13	4,29	0,33	25,11	29,27	12,71	2,31	13,125	3,94	64,27	295,26	4816,64	87,46	1426,75	72,45	1181,93	
	B	4,78	6,02	4,29	0,32	24,49	30,39	12,73	2,39	13,25	4,06	67,11	266,87	4411,07	88,3	1459,504	73,19	1215,78	
		4,82	6,08		0,32	24,23	30,64	12,62	2,43	13,25							73,19	1203,78	
	media B	4,80	6,05	4,29	0,32	24,36	30,52	12,68	2,41	13,25	4,06	67,11	266,87	4411,07	88,30	1459,50	73,19	1209,78	
C	4,75	6,07	4,30	0,32	24,60	29,95	12,56	2,38	12,60	3,66	60,15	275,63	4529,66	92,2	1515,201	72,80	1199,38		
	4,73	6,10		0,32	24,51	30,00	12,59	2,38	12,25							72,80	1193,48		
media C	4,74	6,09	4,30	0,32	24,56	29,98	12,58	2,38	12,425	3,66	60,15	275,63	4529,66	92,20	1515,20	72,80	1196,43		
TESI	FRESCO Blocco	RR g/100g	R.s. g/100g	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				Bostwick cm/30s	Zuccheri		VITC mg/kg	VITC/RS*100		LICOPENE		POLIFENOLI mg/Kg	
DOCET CONV	A	5,24	7,45	4,29	0,37	23,92	31,28	12,47	2,51	9,00	3,97	53,43	234,74	3159,35	124,13	1670,659	68,65	921,46	
		5,22	7,41		0,37	23,85	31,40	12,47	2,52	8,40							68,65	926,44	
	media A	5,23	7,43	4,29	0,37	23,89	31,34	12,47	2,52	8,7	3,97	53,43	234,74	3159,35	124,13	1670,66	68,65	923,95	
	B	5,42	7,30	4,30	0,38	23,82	31,19	12,46	2,50	9,50	4,23	57,91	218,66	2993,29	125,62	1719,644	74,10	1015,12	
		5,48	7,31		0,38	23,88	31,11	12,38	2,51	9,25							74,10	1013,73	
	media B	5,45	7,31	4,30	0,38	23,85	31,15	12,42	2,51	9,375	4,23	57,91	218,66	2993,29	125,62	1719,64	74,10	1014,43	
C	5,38	7,38	4,30	0,38	24,14	30,92	12,50	2,47	9,10	4,35	59,02	243,11	3298,64	124,5	1689,281	69,88	946,92		
	5,41	7,36		0,38	23,62	31,38	12,67	2,48	9,00							69,88	949,50		
media C	5,40	7,37	4,30	0,38	23,88	31,15	12,59	2,48	9,05	4,35	59,02	243,11	3298,64	124,50	1689,28	69,88	948,21		

**ATT.3.2 Analisi dei costituenti inorganici**

Le bacche di pomodoro di entrambe le cultivar (Faraday e Docet) provenienti sia dall'azienda convenzionale (CRA) che da quella biologica (MOR) conservate a -20 °C sono state sbucciate, dopo un leggero scongelamento della buccia, spaccate e liofilizzate. Sul liofilizzato, da cui sono stati separati i semi per setacciatura, si è proceduto alla determinazione dei macro e microelementi. Il contenuto di azoto è stato determinato con un analizzatore elementare HCNS, gli altri elementi dopo mineralizzazione tramite assorbimento atomico e ICP-MS. La separazione di buccia e semi è stata necessaria per rendere le determinazioni condotte sul pomodoro fresco confrontabili con quelle condotte sui pomodori trasformati.

I contenuti di elementi minerali delle bacche di pomodoro delle due cultivar provenienti da entrambi i metodi colturali sono simili ai valori medi riportati in letteratura. Le bacche prodotte in biologico presentano un maggior contenuto di fosforo e di alcuni microelementi come zinco e boro e un minor contenuto di azoto e manganese rispetto a quelle prodotte in convenzionale. In generale, i contenuti di tutti gli elementi minerali delle bacche sono coerenti con i contenuti rilevati in pianta e suolo.

**Tabella 13. Contenuto di sostanza secca (%) dei pomodori Docet e Faraday ottenuti nei due anni di sperimentazione dall'azienda a gestione convenzionale (CRA) e da quella a gestione biologica (MOR)**

	Faraday (senza buccia) per passata 2011	Docet (senza buccia) per pelati 2011	Faraday (senza buccia) per passata 2011	Docet (senza buccia) per pelati 2011
<b>CRA</b>	7,2	6,9	7,0	7,3

<b>MOR</b>	7.2	6.3	7,0	6,8
------------	-----	-----	-----	-----

Tabella 14. Contenuto, espresso su s.s., di macro e microelementi delle bacche di pomodoro utilizzate per la produzione di passata (Faraday) e pelati (Docet) nei due anni di sperimentazione. A: principali macro e microelementi; B: terre rare, attinidi, metalli di post-transizione e semimetalli; C: altri metalli di transizione.

<b>A</b>		Faraday per passata 2011	Docet per pelati 2011	Faraday per passata 2012	Docet per pelati 2012
N (%)	CRA	2,77	2,47	2,49	2,48
	MOR	2,48	2,36	2,16	2,13
P (%)	CRA	0,254	0,255	0,351	0,294
	MOR	0,307	0,324	0,475	0,453
K (%)	CRA	4,96	5,04	4,18	3,73
	MOR	4,52	4,66	4,20	4,42
Mg (%)	CRA	0,161	0,160	0,167	0,163
	MOR	0,140	0,151	0,174	0,180
Ca (%)	CRA	0,08	0,10	0,11	0,14
	MOR	0,08	0,09	0,13	0,15
Na (%)	CRA	0,017	0,016	0,031	0,030
	MOR	0,015	0,015	0,019	0,022
S (%)	CRA	0,18	0,16	0,19	0,17
	MOR	0,18	0,17	0,21	0,19
Fe (%)	CRA	0,002	0,002	0,005	0,004
	MOR	0,002	0,002	0,004	0,004
Zn (mg/kg)	CRA	17,5	18,2	20,4	19,2
	MOR	19,2	20,7	23,9	25,3
Mn (mg/kg)	CRA	8	9	12	11
	MOR	7	7	10	9
Cu (mg/kg)	CRA	6,34	7,82	9,90	11,20
	MOR	7,09	9,22	7,69	8,74
B (mg/kg)	CRA	8	8	8	8
	MOR	9	10	9	11
Se (mg/kg)	CRA	0,5	0,4	0,4	0,1
	MOR	0,5	0,4	0,3	0,3

<b>B</b>		Faraday per passata 2011	Docet per pelati 2011	Faraday per passata 2012	Docet per pelati 2012
Sn (mg/kg)	CRA	<0,02	<0,02	0,05	0,06
	MOR	<0,02	<0,02	0,04	0,04
Pb (mg/kg)	CRA	0,10	0,11	0,08	0,14
	MOR	0,06	0,09	0,06	0,05
As (mg/kg)	CRA	<0,1	<0,1	0,2	0,1
	MOR	<0,1	<0,1	0,1	0,1
La (mg/kg)	CRA	0,04	0,04	0,03	0,03
	MOR	<0,01	<0,01	0,03	0,03
Sc (mg/kg)	CRA	0,1	<0,1	0,2	0,1
	MOR	<0,1	<0,1	0,1	0,2
Ge (mg/kg)	CRA	0,03	0,04	0,04	0,03
	MOR	0,03	0,03	0,09	0,05
Y (mg/kg)	CRA	0,0018	0,0015	0,012	0,007
	MOR	<0,001	<0,001	0,005	0,009
Ce (mg/kg)	CRA	<0,01	<0,01	0,04	0,04
	MOR	<0,01	<0,01	0,04	0,05
U (mg/kg)	CRA	<0,01	<0,01	0,01	0,01
	MOR	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Bi (mg/kg)	CRA	<0,02	<0,02	0,01	0,02
	MOR	<0,02	<0,02	0,01	0,01
Al (%)	CRA	<0,01	<0,01	0,01	0,01
	MOR	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Th (mg/kg)	CRA	<0,01	<0,01	0,01	0,01
	MOR	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Tl (mg/kg)	CRA	<0,02	<0,02	0,01	0,01
	MOR	<0,02	<0,02	0,01	0,01
Te (mg/kg)	CRA	<0,02	<0,02	0,02	0,02
	MOR	<0,02	<0,02	0,01	0,02
Ga (mg/kg)	CRA	<0,1	<0,1	0,1	0,1
	MOR	<0,1	<0,1	0,1	0,1
In (mg/kg)	CRA	<0,02	<0,02	0,01	0,01
	MOR	<0,02	<0,02	0,01	0,01

C		Faraday per passata 2011	Docet per pelati 2011	Faraday per passata 2012	Docet per pelati 2012
Hg (mg/kg)	CRA	1	2	1	4
	MOR	1	<1	3	1
Ba (mg/kg)	CRA	1,7	1,9	2,6	3,2
	MOR	1,7	1,8	2,9	4,1
Ti (mg/kg)	CRA	11	10	22	19
	MOR	13	14	30	29
Cr (mg/kg)	CRA	1,5	1,4	0,7	0,8
	MOR	1,6	1,3	0,6	0,8
Sr (mg/kg)	CRA	1,5	1,9	3,3	3,7
	MOR	1,2	1,5	2,3	2,8
Cd (mg/kg)	CRA	0,20	0,23	0,25	0,21
	MOR	0,30	0,32	0,29	0,33
Sb (mg/kg)	CRA	0,42	0,46	0,56	0,85
	MOR	0,43	0,44	0,78	1,66
Mo (mg/kg)	CRA	0,62	0,72	0,63	0,61
	MOR	0,70	0,72	0,57	0,65
Co (mg/kg)	CRA	0,04	0,05	0,07	0,06
	MOR	0,03	0,04	0,03	0,04
Ag (µg/kg)	CRA	9	5	5	5
	MOR	<2	<2	3	5
Ni (mg/kg)	CRA	<0,1	<0,1	0,2	0,1
	MOR	<0,1	<0,1	0,3	0,2
Cs (mg/kg)	CRA	0,011	0,011	0,067	0,044
	MOR	0,012	0,009	0,011	0,008
Rb (mg/kg)	CRA	33,9	34,3	84,1	68,3
	MOR	31,9	28,9	19,5	19,6
Li (mg/kg)	CRA	<0,01	0,013	0,05	0,05
	MOR	<0,01	<0,01	0,02	0,04
Zr (mg/kg)	CRA	<0,01	<0,01	0,02	0,02
	MOR	<0,01	<0,01	0,02	0,04
Au (µg/kg)	CRA	0,4	<0,2	0,4	0,1
	MOR	0,5	0,3	0,1	0,2
V (mg/kg)	CRA	<2	<2	1	1
	MOR	<2	<2	1	1
Hf (mg/kg)	CRA	<0,001	0,001	0,001	0,001
	MOR	<0,001	<0,001	0,001	0,001
Nb (mg/kg)	CRA	<0,01	<0,01	0,01	0,01
	MOR	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Ta (mg/kg)	CRA	<0,001	<0,001	0,001	0,001
	MOR	<0,001	<0,001	0,001	0,001
W (mg/kg)	CRA	<0,1	<0,1	0,2	1,1
	MOR	<0,1	<0,1	0,1	0,1
Re (µg/kg)	CRA	<1	<1	1	1
	MOR	<1	<1	1	1
Be (mg/kg)	CRA	<0,1	<0,1	0,1	0,1
	MOR	<0,1	<0,1	0,1	0,1
Pd (µg/kg)	CRA	<2	<2	3	3
	MOR	<2	<2	2	1
Pt (µg/kg)	CRA	<1	<1	1,00	0,50
	MOR	<1	<1	0,50	0,50



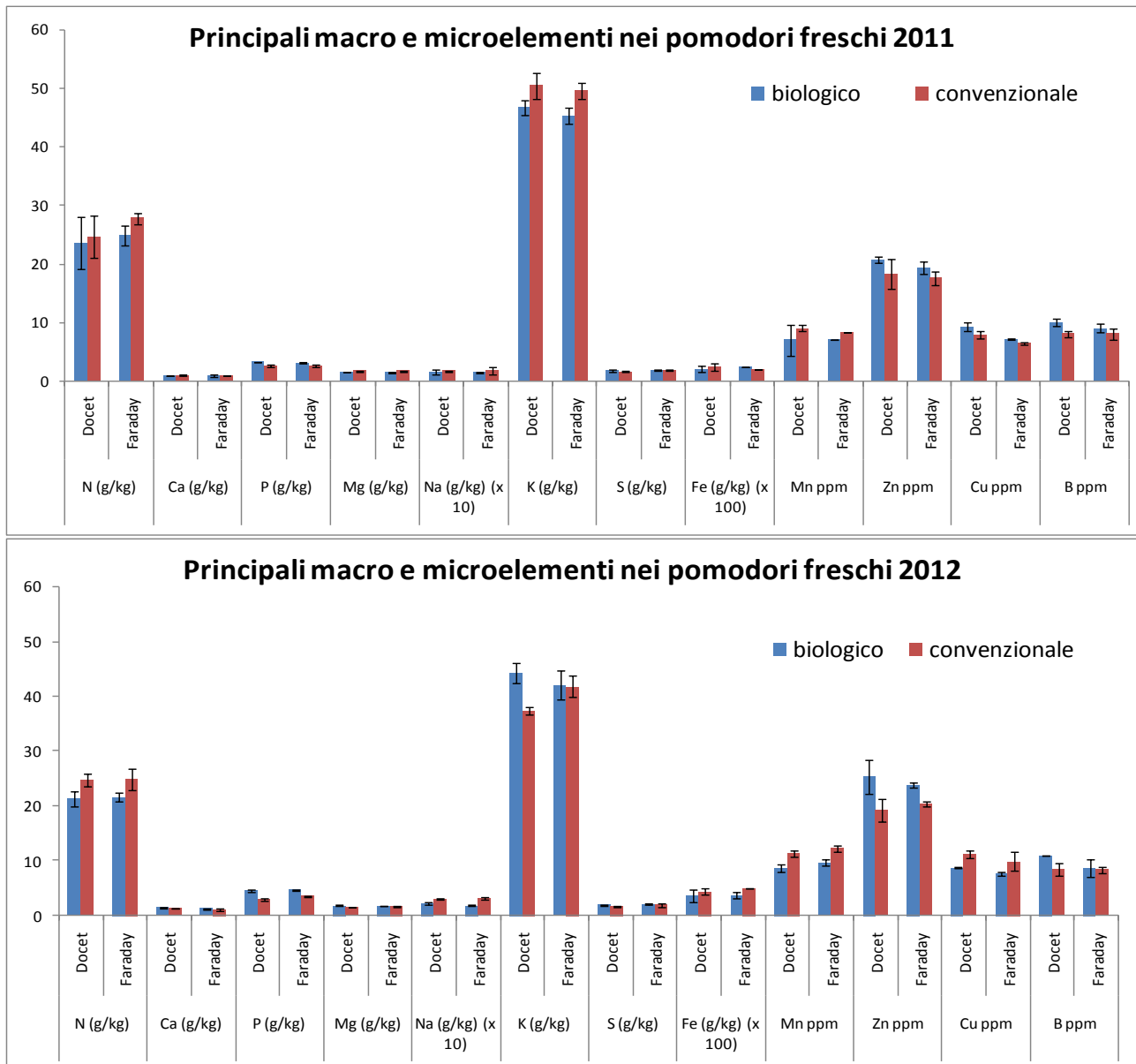


Figura 6. Contenuto, espresso su s.s., dei principali macro e microelementi delle bacche di pomodoro Docet e Faraday ottenute in regime biologico e convenzionale nei due anni di sperimentazione

### ATT. 3.3 Analisi proteomica degli estratti proteici

Le bacche di pomodoro, raccolte a completa maturazione, sono state conservate ad una temperatura di -20 °C in modo tale da preservare l'integrità del prodotto, evitando rotture o schiacciamenti, fino al momento della liofilizzazione. Quindi, le bacche congelate, private della buccia, sono state sottoposte a liofilizzazione; i campioni così disidratati sono stati setacciati per eliminare i semi e altro materiale inerte. La separazione da buccia e semi è stata necessaria per rendere le determinazioni confrontabili con quelle effettuate sui prodotti trasformati. Le passate e i pelati (succo e polpa) hanno subito lo stesso trattamento. Le bucce, invece, dopo essere state liofilizzate, sono state polverizzate tramite un mulino planetario a sfere per 8 min a 400 rpm. Le polveri così ottenute sono state conservate -20 °C per le successive analisi.

Dalle varie frazioni di pomodoro (bacche, bucce, pelati e passate), provenienti sia dall'azienda biologica La Morella che da quella in convenzionale CRA-ORT, è stata estratta la componente proteica secondo il metodo di Rocco et al. (2006). L'estrazione delle proteine è stata eseguita su ciascuna replica di campo, separatamente e autonomamente l'una dall'altra, per poi accorpate i campioni in modo tale da ottenere una miscela dei 3 estratti sulla quale effettuare un'analisi elettroforetica bidimensionale in triplicato.

Gli estratti proteici, solubilizzati in un opportuno volume di un tampone di reidratazione, sono stati sottoposti ad analisi elettroforetica bidimensionale (2-DE). La seconda dimensione è stata eseguita in una camera elettroforetica Protean® II multi-cell (Biorad) utilizzando gel di poliaccrilammide al 12% secondo il metodo di Laemmli (1970). I dati relativi al dosaggio proteico sono stati analizzati mediante analisi della varianza (ANOVA a due vie, tipo di cultivar e tipo di

conduzione agricola) utilizzando il software JMP 8 (SAS Institute, 2008). Il confronto tra i gel elettroforetici, invece, è stato effettuato mediante un “Partial Least Squares Test” con un livello di significatività del 95% utilizzando il software PDQuest™ (Bio-Rad).

Concentrazione proteica nel prodotto fresco

La concentrazione proteica non è risultata significativamente differente nelle cultivar studiate né tantomeno è stata osservata una differenza dovuta al tipo di gestione agronomica (biologico e convenzionale) (Figura 7).

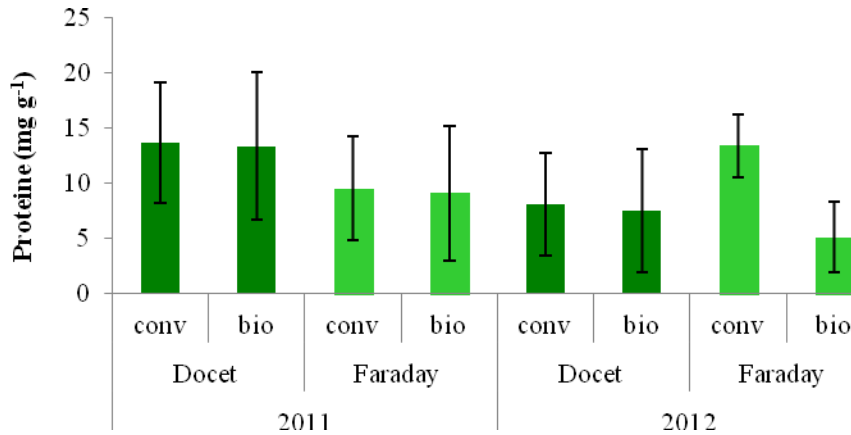


Figura 7. Concentrazione delle proteine presenti nel pomodoro fresco delle cv *Docet* e *Faraday* nel primo e nel secondo ciclo di produzione (2011 e 2012)

La frazione proteica è stata estratta anche dalle bucce di pomodoro, che, com'è noto, sono particolarmente ricche di proteine e sostanze antiossidanti. In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**8 è riportata la quantità di bucce, espressa come percentuale sul peso secco, presenti nelle cv *Docet* e *Faraday* nei due anni di sperimentazione. La quantità è risultata pressoché simile nelle due cv, senza alcuna differenza significativa ( $P > 0,005$ ) nell'ambito della stessa cv dovuta al tipo di gestione agronomica.

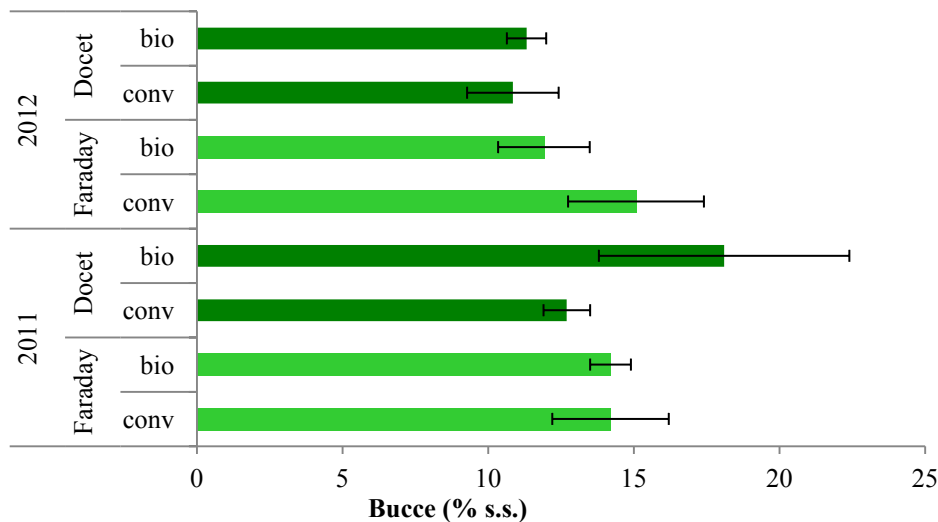


Figura 8. Quantità di bucce rispetto al peso secco delle cv *Docet* e *Faraday* nel 2011 e 2012

La concentrazione proteica riscontrata nelle bucce è risultata notevolmente inferiore rispetto a quella della bacca. In particolare, le quantità sono comprese tra 1,0 e 4,0 mg g<sup>-1</sup> per il primo ciclo produttivo (Figura 9) non mostrando alcuna differenza significativa dovuta al tipo di cv né tantomeno al tipo di gestione agronomica. E' importante però sottolineare l'ampia deviazione standard, soprattutto dei valori relativi alla cv *Faraday* che rendono non significative le differenze dei valori medi riscontrati nelle due cv.

Nel 2012 la quantità di proteine estratte dalle bucce è risultata ancora più bassa rispetto a quella estratta dal pomodoro fresco, con valori mediamente simili (1,4 mg g<sup>-1</sup>) nelle due cv senza alcuna differenza significativa dovuta al tipo di coltivazione (Figura 4 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

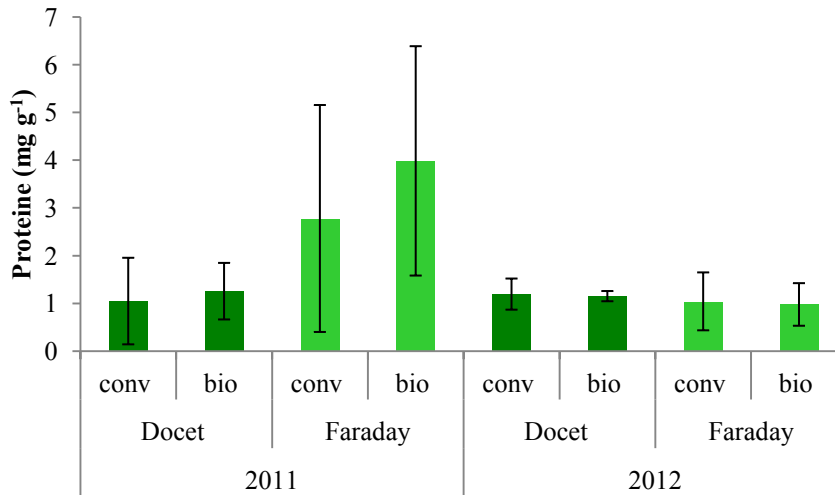


Figura 9. Concentrazione delle proteine presenti nelle bucce di pomodoro delle cv Docet e Faraday nel primo e nel secondo ciclo di produzione (2011 e 2012)

*I profili proteici della polpa dei pomodori*

Gli estratti proteici, previa determinazione della concentrazione, sono stati sottoposti ad analisi elettroforetica 2D.

In Figura 10 sono riportati i profili proteici relativi al pomodoro fresco della cv Docet coltivata in regime biologico e convenzionale nel 2011.

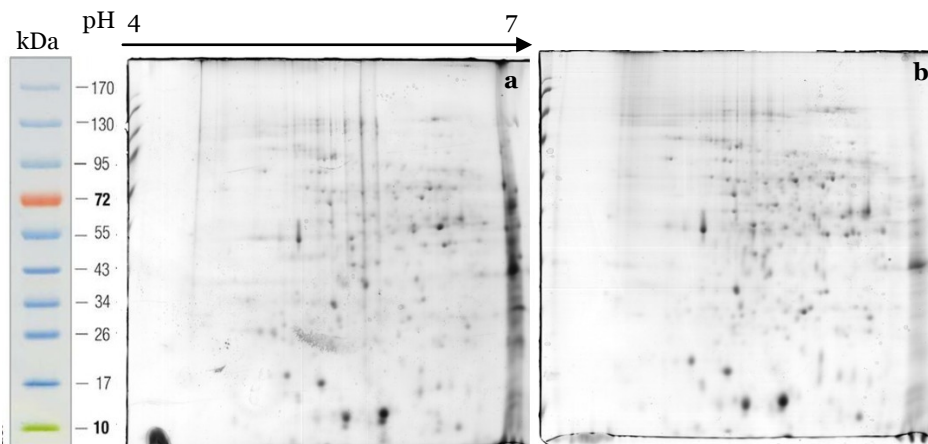


Figura 10. Profili proteici di pomodoro fresco della cv Docet coltivata in regime a) biologico e b) convenzionale nel 2011

I profili sono molto simili tra loro, con un'abbondanza di proteine aventi peso molecolare compreso tra 43 e 95 kDa e pI compreso tra 5 e 6, coinvolte, in accordo con quanto riportato da Rocco et al. (2006), nella sintesi degli zuccheri. Inoltre, sono sempre ben evidenti delle proteine a basso peso molecolare (16-20 kDa) identificate come "shock protein" (Wang et al., 2004).

Mediante l'ausilio di un software specifico (PDQuest) sono stati messi a confronto i gel relativi alla stessa cv proveniente dall'azienda La Morella in biologico e dall'azienda CRA-ORT in convenzionale, sia per il pomodoro fresco che per le bucce.

Nei gel dei pomodori della cv Docet sono stati individuati mediamente 186 spot nel pomodoro coltivato in biologico e 196 in quello coltivato in convenzionale (Figura 10).

Come indicato nel match set (Tabella 15), l'analisi qualitativa ha permesso di individuare 7 spot presenti solo nel pomodoro *Docet* coltivato in convenzionale e 2 spot presenti solo nel pomodoro coltivato in biologico. Molto più importante, invece, è risultata l'analisi quantitativa, ovvero il numero di spot che differivano per intensità: ben 92.

**Tabella 15. Match set relativo al confronto tra il pomodoro fresco della cv Docet in convenzionale e in biologico nel 2011**

Set analisi	Tipo di analisi	N° spot	Metodo
On convenzionale vs biologico	Qualitativa	7	On in A
On biologico vs convenzionale	Qualitativa	2	On in B
Quant convenzionale vs biologico	Quantitativa	92	Outside limits
PLS ( $P < 0,05$ )	Statistica	39	Partial Least Squares

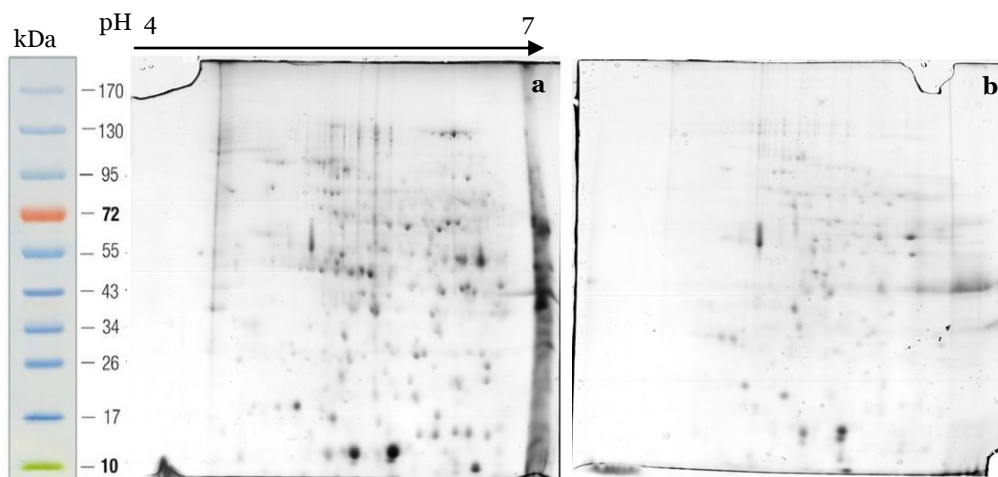
On: numero di spot che differiscono per la quantità; Quant: numero di spot che differiscono per l'intensità; PLS: Partial Least Squares

L'analisi statistica ha, inoltre, messo in evidenza 39 spot significativamente differenti, alcuni per quantità, altri per intensità. Dei 2 spot risultati presenti solo nella cv in biologico, quello SSP 2803 è risultato anche statisticamente significativo.

I gel elettroforetici 2D dei pomodori della cv *Docet* prodotti nel 2012 hanno mostrato un numero di spot proteici più abbondanti rispetto a quello del 2011. La composizione proteica ha presentato comunque una certa analogia con quella della produzione dell'anno precedente con il gruppo delle "shock protein" a basso peso molecolare e pI compreso tra 5 e 6, e il gruppo delle proteine aventi peso molecolare compreso tra 43 e 95 kDa, risultato molto abbondante in questo caso.

In Figura 11 sono riportati i profili proteici relativi al pomodoro fresco della cv Faraday coltivata in regime biologico e convenzionale nel 2011. La cv Faraday è stata caratterizzata da profili molto simili tra loro, con un'abbondanza di proteine aventi peso molecolare compreso tra 43 e 95 kDa e pI compreso tra 5 e 6. Sono anche ben presenti le "shock protein" a basso peso molecolare (16-20 kDa) in entrambi i profili.

Sono stati individuati mediamente 153 spot nel gel relativo al pomodoro fresco coltivato in biologico e 157 spot in quello coltivato in convenzionale. In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Tabella 16 è riportato il match set relativo al confronto tra la cv Faraday a diverso regime di coltivazione nel 2011.



**Figura 11. Profili proteici di pomodoro fresco della cv Faraday coltivata in regime a) biologico e b)convenzionale nel 2011**

**Tabella 16. Match set relativo al confronto del profilo proteico da pomodoro fresco della cv Faraday in biologico e in convenzionale nel 2011**

Set analisi	Tipo di analisi	N° spot	Metodo
On convenzionale vs biologico	Qualitativa	4	On in A
On biologico vs convenzionale	Qualitativa	2	On in B
Quant convenzionale vs biologico	Quantitativa	57	Outside limits
PLS ( $P < 0,05$ )	Statistica	4	Partial Least Squares

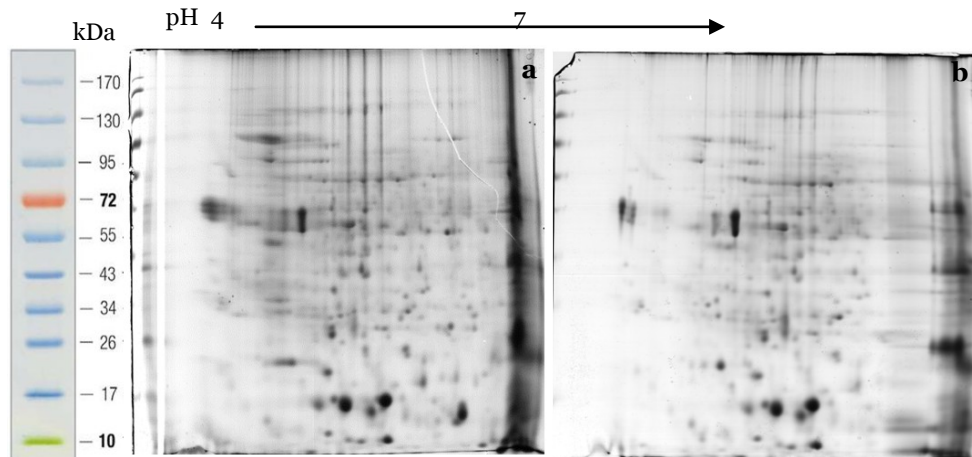
On: numero di spot che differiscono per la quantità; Quant: numero di spot che differiscono per l'intensità; PLS: Partial Least Squares

In questo caso l'analisi qualitativa ha messo in evidenza 2 spot presenti solo nel pomodoro coltivato in biologico e 4 spot presenti solo nella cv Faraday coltivata in convenzionale.

Anche per la cv Faraday nel 2012 è stata osservata una maggiore abbondanza di spot ma con una composizione pressoché simile a quella del 2011, quindi è risultato molto abbondante il gruppo delle "shock protein" a basso peso molecolare e quello delle proteine aventi peso molecolare compreso tra 43 e 95 kDa e pI compreso tra 5 e 6.

I profili proteici delle bucce dei pomodori

I profili proteici delle bucce dei pomodori freschi, nonostante la minor concentrazione proteica in esse riscontrata rispetto alla bacca fresca, si presentano molto più ricchi in proteine, da un punto di vista qualitativo, in entrambe le cv studiate. In Figura 12 sono riportati i profili proteici delle bucce di pomodoro della cv *Docet* nei due regimi di coltivazione, convenzionale e biologico, nel 2011.



**Figura 12. Profili proteici di buccia di pomodoro della cv *Docet* coltivata in a) regime biologico e b) convenzionale nel 2011**

Il profilo proteico della buccia (Figura 12) è risultato, prima di tutto, composto dalle "shock protein" a basso peso molecolare e pI compreso tra 5 e 6 e da proteine aventi peso molecolare compreso tra 43 e 95 kDa implicate nel metabolismo degli zuccheri. E' possibile osservare anche una certa abbondanza di proteine aventi peso molecolare compreso tra 17 e 34 kDa, tra le quali ricadono quelle coinvolte nei processi ossidativi (Rocco et al., 2006).

Nelle bucce appartenenti alla cv *Docet* coltivata in regime biologico sono stati individuati mediamente 232 spot, mentre in quella coltivata in convenzionale ne sono stati individuati 203.

In Tabella 17 è riportato il match set relativo al confronto tra le bucce della cv *Docet* a diverso regime di coltivazione.

**Tabella 17. Match set relativo al confronto tra le bucce della cv *Docet* in biologico e in convenzionale nel 2011**

Set analisi	Tipo di analisi	N° spot	Metodo
On convenzionale vs biologico	Qualitativa	5	On in A
On biologico vs convenzionale	Qualitativa	0	On in B
Quant convenzionale vs biologico	Quantitativa	49	Outside limits
PLS ( $P < 0,05$ )	Statistica	19	Partial Least Squares

On: numero di spot che differiscono per la quantità; Quant: numero di spot che differiscono per l'intensità; PLS: Partial Least Squares

L'analisi qualitativa ha messo in evidenza 5 spot presenti solo nella cv Docet coltivata in convenzionale e nessuno spot esclusivo della buccia del pomodoro coltivato in biologico. Anche per le bucce la maggiore differenza osservata si è avuta in termini di intensità (49 spot).

Nel 2012 la composizione delle bucce della cv Docet è rimasta invariata rispetto all'anno precedente, quindi è stata individuata la presenza del gruppo delle "shock protein" a basso peso molecolare, e quello abbondante delle proteine con peso molecolare compreso tra 43 e 95 kDa e pI compreso tra 5 e 6. In particolare, sono stati individuati 256 spot nelle bucce in convenzionale e 162 in quelle derivanti da pomodori Docet coltivati in biologico. In Tabella 18 è riportato il match set relativo al confronto tra le bucce dei pomodori della cv Docet a diverso regime di coltivazione nel 2012.

**Tabella 18. Match set relativo al confronto tra le bucce della cv Docet in convenzionale e in biologico nel 2012**

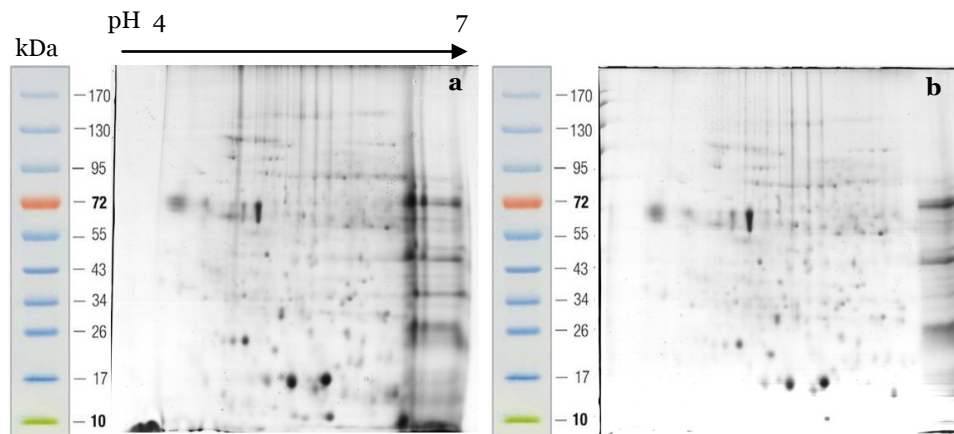
Set analisi	Tipo di analisi	N° spot	Metodo
On convenzionale vs biologico	Qualitativa	21	On in A
On biologico vs convenzionale	Qualitativa	8	On in B
Quant convenzionale vs biologico	Quantitativa	50	Outside limits
PLS ( $P<0,05$ )	Statistica	27	Partial Least Squares

On: numero di spot che differiscono per la quantità; Quant: numero di spot che differiscono per l'intensità; PLS: Partial Least Squares

L'analisi quantitativa ha messo in evidenza 21 spot presenti solo nelle bucce del pomodoro coltivato in convenzionale e 8 spot esclusivi della buccia del pomodoro coltivato in biologico. Anche da questo confronto si è evidenziata una maggiore differenza in termini di intensità (50 spot). L'analisi PLS ( $P<0,05$ ) ha evidenziato 27 spot statisticamente diversi nei due profili.

In Figura 13 sono riportati i profili proteici delle bucce di pomodoro della cv Faraday nei due regimi di coltivazione, biologico e convenzionale, nel 2011.

In quest'anno di coltivazione nelle bucce della cv Faraday si è osservata una minore abbondanza di spot proteici rispetto alla cv Docet, ma sempre con la stessa composizione.



**Figura 13. Profili proteici di bucce di pomodoro della cv Faraday coltivata in regime a) biologico e b) convenzionale nel 2011**

Nelle bucce del pomodoro Faraday, infatti, è stato individuato un minor numero di spot proteici rispetto alla cv Docet, 153 nel convenzionale e 119 nel biologico.

In Tabella 17 è riportato il confronto dei profili proteici delle bucce della cv Faraday a diverso regime di coltivazione.

**Tabella 17. Match set relativo al confronto tra le bucce della cv Faraday in biologico e in convenzionale nel 2011**

Set analisi	Tipo di analisi	N° spot	Metodo
On convenzionale vs biologico	Qualitativa	14	On in A
On biologico vs convenzionale	Qualitativa	5	On in B
Quant convenzionale vs biologico	Quantitativa	61	Outside limits
PLS ( $P<0,05$ )	Statistica	21	Partial Least Squares

On: numero di spot che differiscono per la quantità; Quant: numero di spot che differiscono per l'intensità; PLS: Partial Least Squares

Diversamente dai precedenti match set, in questo caso l'analisi qualitativa ha messo in evidenza 14 spot presenti solo nella buccia della cv Docet in convenzionale e 5 spot esclusivi della buccia del pomodoro coltivato in biologico. Anche in questo caso è stata osservata una maggiore differenza in termini di intensità (61 spot).

I profili proteici delle bucce di pomodoro della cv Faraday nei due regimi di coltivazione, convenzionale e biologico prodotti nel 2012 sono riportati in Figura 14. Nei profili proteici delle bucce di pomodoro Faraday sono stati individuati 268 spot per il biologico e 236 per il convenzionale.

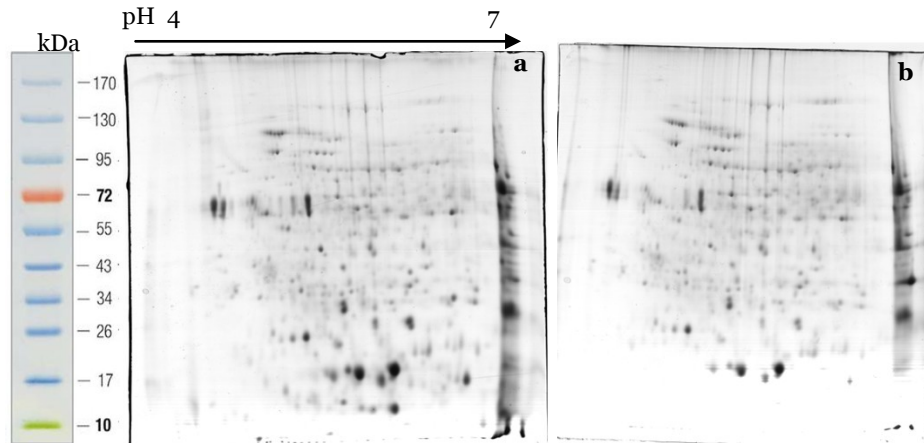


Figura 14. Profili proteici di bucce di pomodoro della cv Faraday coltivata in regime a) biologico e b) convenzionale nel 2012

In Tabella 7 è riportato il match set relativo al confronto del profilo proteico tra le bucce della cv *Faraday* in convenzionale e in biologico nel 2012. L'analisi quantitativa ha messo in evidenza 4 spot esclusivi sia nelle bucce *Faraday* in convenzionale che in biologico e, come nei precedenti match set, la maggiore differenza si è avuta in termini di intensità (63 spot)

Tabella 20. Match set relativo al confronto tra le bucce della cv *Faraday* in convenzionale e in biologico nel 2012

Set analisi	Tipo di analisi	N° spot	Metodo
On convenzionale vsbiologico	Qualitativa	4	On in A
On biologico vsconvenzionale	Qualitativa	4	On in B
Quant convenzionale vsbiologico	Quantitativa	63	Outside limits
PLS ( $P < 0,05$ )	Statistica	7	Partial Least Squares

On: numero di spot che differiscono per la quantità; Quant: numero di spot che differiscono per l'intensità; PLS: Partial Least Squares

#### Identificazione delle proteine

Gli studi proteomici prevedono, dopo l'analisi elettroforetica 2D, l'identificazione delle proteine che costituiscono il proteoma, mediante analisi di spettrometria di massa. La prima fase prevede, prima di tutto, la cernita delle proteine più abbondanti, ovvero gli spot più abbondanti, rilevati nei diversi profili proteici.

Il processo di identificazione, poiché molto delicato, sta richiedendo tempo e attenzione e non è stato ancora completato. Il lavoro di identificazione è incominciato sui profili proteici dei pomodori freschi della cv *Faraday*. In Figura 15 sono stati evidenziati gli spot proteici che sono stati già oggetto di studio. L'attenzione, quindi, è stata focalizzata sullo spot 6B, presente solo nei pomodori freschi della cv *Faraday* coltivati in biologico: lo spot è stato ritagliato dal gel, idrolizzato ed infine sottoposto ad analisi di spettrometria di massa. E' stata identificata una proteina Heat shock, avente peso molecolare 110 kDa e pI pari a 6,2. Lo spettro MALDI-TOF MS relativo allo spot 6B identificato è riportato in Figura 16.

Nel gruppo di Heat shock protein sono, invece, sempre presenti, anche se più espresse nelle cultivar coltivate in biologico, le sHSPs (small heat shock protein), aventi peso molecolare inferiore (17,6 kDa) indicate con le sigle R1, R2 e 75 in Figura 15.

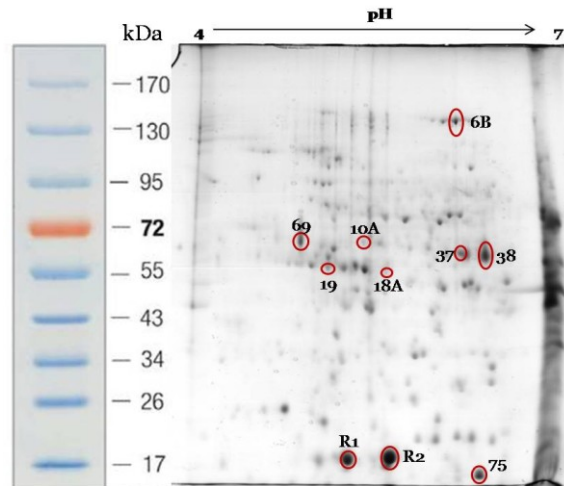


Figura 15 - Spot identificati in un gel elettroforetico 2D di confronto (biologico vs convenzionale) del pomodoro fresco della cv Faraday

Le “shock protein”, ovvero proteine da shock termico (HSP), presenti nelle piante in risposta a stress ambientali, tra cui lo stress ossidativo (Wang et al., 2004) si manifestano in forme diverse a seconda dello stadio di maturazione (Boston et al., 1996; Waters, 1995). Le proteine da shock termico hanno peso molecolare compreso tra 10 e 200 kDa e sono classificate spesso come chaperonine, partecipando attivamente all’induzione di segnali durante stress di natura termica (Schöffl et al., 1999). Normalmente le proteine da shock termico vengono classificate in base al loro peso molecolare approssimativo: si hanno pertanto le HSP con peso molecolare pari a 100 kDa (HSP 100), le HSP 90, le HSP 70, le HSP 60 e le small heat shock protein (sHsps), ovvero le piccole proteine da shock termico che hanno peso molecolare compreso tra 15 e 42 kDa (Trent, 1996). Queste sHsps formano normalmente un complesso di tante piccole subunità dove il peso molecolare è compreso nell’insieme tra i 200 e 800 kDa (Kim et al., 1998).

Morimoto e Santoro (1998) indicano che le Hsps proteggono le cellule da danni esterni e facilitano la sopravvivenza dopo un ritorno alle normali condizioni di crescita. Evidenze sperimentali (Arrigo, 1998; Sun et al., 2002) mostrano che le proteine da shock termico aiutano la sopravvivenza delle cellule allo stress ossidativo, un fenomeno questo legato alla loro capacità di diminuire i livelli di ROS (specie reattive dell’ossigeno). Recentemente è stato riportato che le HSP di pomodoro sono coinvolte nel controllo della depolimerizzazione delle pectine e nella viscosità del succo durante la maturazione dei frutti (Ramakrishna, 2003).

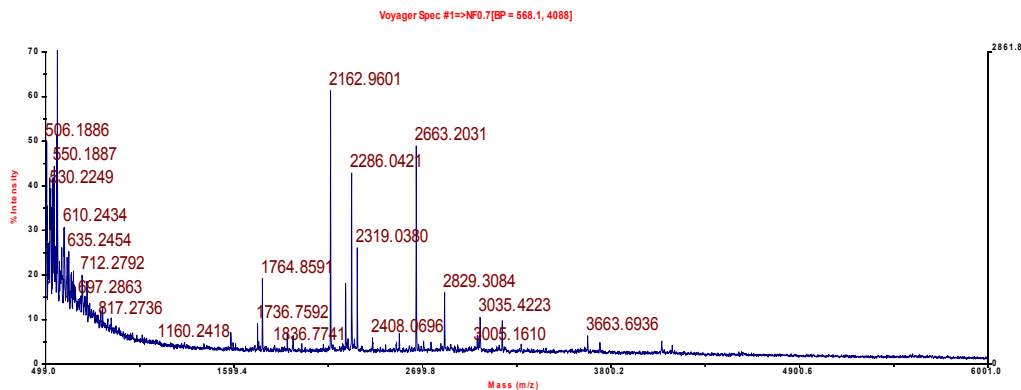


Figura 16. Spettro MALDI-TOF MS relativo allo spot 6B

In corrispondenza dello spot 37 e 38 (Figura 15) è stata identificata una alcol deidrogenasi (ADH), più espressa nelle cultivar coltivate in biologico. L’alcol deidrogenasi del pomodoro è un enzima implicato nell’interconversione degli alcol e delle aldeidi contenuti nelle sostanze volatili responsabili degli aromi (Sieso et al., 1976; Bicsak et al., 1982) ed è maggiormente accumulato in fase di maturazione dei frutti (Bicsak et al., 1982; Chen e Chase, 1993; Longhurst et al., 1990). Il tardo accumulo dell’enzima ADH nella fase di maturazione, combinato con l’aumento delle sostanze aromatiche nel frutto, e il ruolo dell’enzima nella conversione di aldeidi e alcol volatili suggerisce che l’ADH gioca un ruolo importante nello sviluppo del sapore delle bacche (Longhurst et al., 1990).

La maggiore presenza di proteine legate a processi ossidoriduttivi riscontrata nei pomodori freschi coltivati in biologico nonché quella di proteine legate a stress ossidativi, osservata nelle bucce degli stessi pomodori, induce a pensare che la gestione agronomica, e in questo caso quella biologica, possa aver influenzato in maniera significativa la risposta della pianta in termini di attivazione di vie metaboliche specifiche per far fronte agli stress biotici e abiotici verificatisi. Tra



queste proteine, in accordo con quanto presente in letteratura (Rocco et al., 2006), si troverebbero alcune proteine coinvolte appunto nella sintesi dell'acido ascorbico, la cui identificazione è ancora in corso.

Ad avvalorare questa tesi ci sono le analisi chimiche dei pomodori freschi (dati prodotti da un'altra Unità di ricerca coinvolta nel progetto), che indicano un maggior contenuto di sostanze antiossidanti nei pomodori coltivati in biologico. In particolare sono stati rilevati valori più elevati di acido ascorbico e licopene, anche del 20% e 39%, rispettivamente, in più rispetto al convenzionale.

Questa informazione consente di comprendere la risposta fisiologica della pianta, ma anche di evidenziare quel valore aggiunto (alto contenuto di sostanze nutraceutiche) dei pomodori coltivati in biologico, che rappresenta il punto che fa leva sui consumatori al momento dell'acquisto e quindi della scelta del prodotto biologico.

Altra proteina identificata mediante spettrometria di massa è l'annessina p35, molto più espressa, in questo caso, in entrambe le cv coltivate in convenzionale (spot 18A in Figura 15). Le annesine sono una famiglia di proteine strutturali che si trovano comunemente nelle cellule eucariotiche. Normalmente sono localizzate sotto la membrana plasmidica cellulare dove, in presenza di ioni calcio, si legano alle teste polari dei fosfolipidi; alcune annesine si legano a specifiche vescicole intracellulari destinate all'esocitosi. La prima annessina di origine vegetale fu proprio scoperta in *Solanum lycopersicum* (Boustead, 1989) purificando diversi tessuti di pianta di pomodoro e indicando che le fonti più abbondanti di tali proteine si trovano principalmente nelle radici e negli steli della pianta (Smallwood et al., 1990). Le annesine sono implicate in una molteplicità di processi cellulari quali l'esocitosi (Blackbourn et al., 1992; Blackbourn e Battery, 1993; Clark et al., 1992), la regolamentazione della callosio-sintasi (Andrawis et al., 1993), il rilevamento dei livelli di  $Ca^{2+}$  citosolici nella membrana dei vacuoli (Seals et al., 1994).

E' stata inoltre identificata una ribulosio 1,5-difosfato carbossilasi ossigenasi o comunemente Rubisco (spot 69 in Figura 15), presente in entrambe le cultivar ma più espressa in quelle coltivate secondo il regime convenzionale. Questo è un enzima chiave nell'assimilazione fotosintetica di  $CO_2$  nel ciclo di Calvin ed è la proteina più abbondante nelle foglie delle piante. Esso catalizza la fissazione della  $CO_2$  atmosferica allo zucchero pentoso ribulosio 1,5 difosfato (RuBP) che va poi a formare due molecole di 3-fosfogliceraldeide (3PGA), successivamente utilizzato per la formazione di molecole organiche.

Alcune proteine sono state identificate mediante omologia con proteine appartenenti ad altre specie vegetali in quanto il genoma del pomodoro è stato completamente identificato, ma non completamente tradotto (The Tomato Genome Consortium, 2012). Infatti, sono state identificate delle proteine molto comuni in altre Solanacee, le patate, ovvero le patatine (spot 19 in Figura 15), aventi peso molecolare pari a 41 kDa e un punto isoelettrico pari a 5,1. Le patatine rappresentano un gruppo di glicoproteine con peso molecolare compreso nell'intervallo di 40-45 kDa; da quanto riportato in letteratura, le patatine sembrano essere coinvolte nelle attività di alcuni enzimi, quali esterasi degli acidi grassi, aciltransferasi e acil idrolasi lipidica (Mazumdar et al., 2006; De Leo et al., 2002; Plate et al., 1993). Alcune classi di proteine che non sono state sopraccitate sono state identificate e, alcune di queste, sono di particolare interesse in quanto possono essere direttamente correlate al processo di maturazione dei frutti. Una di queste è l'enzima 1-aminociclopropano-1-carbossilato (ACC) ossidasi (spot 10A in Figura 15), che ha un ruolo chiave per la produzione di etilene nei frutti, processo questo che precede l'inizio della maturazione (Rocco et al., 2006).

Lo studio proteomico dei pomodori da industria appartenenti alle due cv Docet e Faraday, coltivati in regime biologico e convenzionale ha fornito interessanti risultati. In particolare:

- la quantità di proteine estratte dai pomodori freschi è stata indipendente dalla cv e dalla gestione agronomica;
- il prodotto trasformato, sia i pelati che la passata, era caratterizzato da un contenuto proteico molto basso al punto di non permettere la successiva analisi proteomica;
- i profili proteici dei pomodori freschi hanno mostrato differenze significative per alcune proteine o gruppi di proteine specifiche;
- le bucce dei pomodori, sebbene contenessero una quantità di proteine più bassa rispetto alla polpa dei pomodori, hanno mostrato un proteoma più ricco e diversificato;
- lo studio comparativo dei proteomi dei pomodori coltivati in biologico e convenzionale hanno messo in risalto la maggior presenza di proteine legate a processi ossidoriduttivi e alla sintesi di composti antiossidanti, quale l'acido ascorbico.

E' chiaro che lo studio proteomico dovrà essere completato portando a termine l'ultima fase, quella dell'identificazione delle proteine che sono risultate presenti solo nei prodotti di una gestione agronomica. Ciò aiuterà ad avere un quadro completo di ciò che è stato trascritto dalle piante in risposta agli stress a cui sono state sottoposte seguendo il disciplinare biologico. L'attivazione di vie metaboliche che portano alla sintesi di sostanze necessarie alla loro sopravvivenza, piuttosto che di altre, è indice di una modificazione funzionale e fisiologica delle piante stesse. Tali informazioni aiuteranno a seguire, da un lato, la sintesi di quelle sostanze come i composti antiossidanti, desiderate nei prodotti biologici perché costituiscono il loro valore aggiunto, e dall'altro a comprendere come migliorare la coltivazione in biologico riducendo gli stress a cui è sottoposta la pianta seguendo il disciplinare della coltivazione biologica e migliorando eventualmente le rese produttive. Questo rappresenta un aspetto cruciale per le produzioni biologiche, caratterizzate infatti da rese molto basse (intorno al 50% di quelle ottenute in convenzionale), che si può superare solo conoscendo bene, in maniera approfondita, la risposta fisiologica della pianta ad una disponibilità di nutrienti che segue una dinamica completamente diversa rispetto alla coltivazione convenzionale.

***ATT.3.4 Analisi dei componenti antiossidanti***

Sono stati inoltre quantificati i parametri composizionali caratteristici delle sostanze antiossidanti più rappresentative (carotenoidi, vitamina C e polifenoli) che sono in grado di discriminare quale delle due tecniche agronomiche consenta di ottenere prodotti finiti con caratteristiche nutrizionali più interessanti.

**Work Package 4 Valutazione della qualità del prodotto trasformato**

**ATT. 4.1 Determinazione delle proprietà fisico-chimiche e nutrizionali**

Le stesse determinazioni analitiche di tipo fisico-chimico e nutrizionali descritte per il prodotto fresco (Att. 3.1), sono state ripetute sul prodotto trasformato per valutare eventuali perdite o differenze dovute al processo di trasformazione e alle caratteristiche composizionali della materia prima.

In analogia ai prodotti freschi, anche sui prodotti trasformati sono state effettuate dall'Area Conserve di Pomodoro di SSICA le analisi atte alla caratterizzazione chimico-fisica e nutrizionale. I dati preliminari hanno mostrato una tendenza simile a quella riscontrata nei prodotti freschi ovvero una rilevante differenza nel contenuto di acido ascorbico e di polifenoli, a vantaggio dei derivati di origine biologica, mentre si è osservata una lieve inversione di tendenza nella concentrazione di zuccheri totali e licopene, i cui valori non si discostano comunque molto da quelli del fresco.

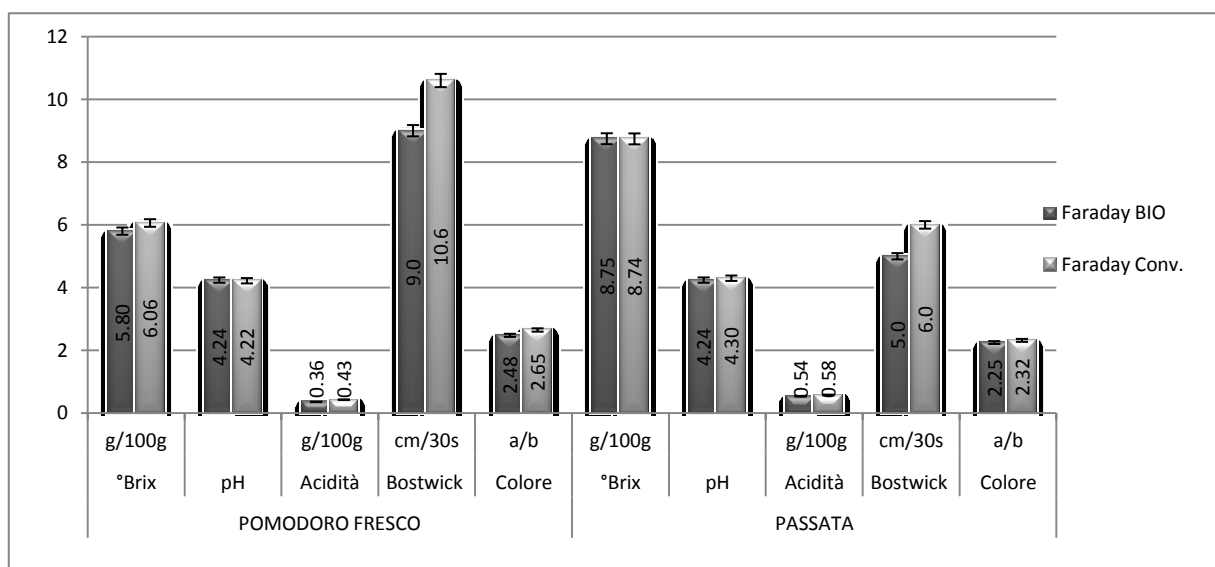
E' interessante sottolineare che la trasformazione in pomodori pelati ha comportato una diminuzione più significativa nel contenuto di alcuni nutrienti, dal prodotto fresco al trasformato, rispetto alla trasformazione in passata. Ciò è dovuto alla fase di pelatura completa cui sono stati sottoposti i pomodori, dal momento che le bucce sono ricche di carotenoidi, vitamina C, polifenoli oltre ad altri microcomponenti bioattivi.

**Tabella 21. Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sulle passate della varietà Faraday (BIO VS CONV)**

TESI	PASSATA	RR	RS	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				ZUCCHERI		Bostwick cm/30s	VITC		LICOPENE		POLIFENOLI	
		g/100g	g/100g			L	a	b	a/b	Zucch.Tot(%)	Zuc./RS(%)		mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.
Faraday BIO	A	8,75	10,48	4,24	0,54	24,82	30,63	13,68	2,24	4,622	44,103	4,9	377,34	3600,57	216,50	2065,84	88,13	840,94
	B	8,74	10,49	4,24	0,54	24,94	30,75	13,67	2,25	3,704	35,310	5,0	414,55	3955,58	214,50	2046,76	93,16	888,07
	Media	8,75	10,48	4,24	0,54	24,88	30,69	13,67	2,25	4,16	39,72	4,95	395,94	3778,08	215,50	2056,30	90,64	864,50
Faraday CONV	A	8,74	10,24	4,30	0,57	24,39	30,72	13,19	2,33	4,570	44,629	6,0	310,67	3042,83	234,00	2291,87	57,33	559,84
	B	8,74	10,18	4,31	0,58	24,29	30,59	13,21	2,32	4,849	47,633	6,0	309,09	3027,37	239,00	2340,84	59,55	585,01
	Media	8,74	10,21	4,30	0,58	24,34	30,65	13,20	2,32	4,71	46,13	6,00	309,88	3035,10	236,50	2316,36	58,44	572,43

**Tabella 22. Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sui pelati della varietà Docet (BIO VS CONV)**

TESI	PELATI	RR	RS	pH	ACIDITÀ g*100g	COLORE HUNTERLAB				ZUCCHERI		Bostwick cm/30s	VITC		LICOPENE		POLIFENOLI	
		g/100g	g/100g			L	a	b	a/b	Zucch.Tot(%)	Zuc./RS(%)		mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.
Docet BIO	A	5,51	6,77	4,55	0,29	24,29	27,50	13,69	2,01	2,890	42,688		159,58	2357,14	109,40	1615,95	22,92	338,55
	B	5,73	6,47	4,58	0,28	24,34	28,10	13,64	2,06	3,262	50,417		158,78	2454,03	123,65	1911,13	20,01	309,20
	C	5,37	6,65	4,52	0,29	24,51	26,76	13,77	1,94	2,841	42,722		/	/	125,90	1893,23	21,50	323,24
	Media	5,54	6,63	4,55	0,29	24,38	27,45	13,70	2,00	3,00	45,21		159,18	2405,59	119,65	1806,77	21,47	323,66
Docet CONV	A	7,25	7,85	4,47	0,39	24,68	28,32	13,61	2,08	3,759	47,885		158,67	2021,25	148,85	1896,18	16,66	212,26
	B	7,41	7,88	4,49	0,38	25,11	28,71	13,97	2,06	4,136	52,487		139,99	1776,50	143,50	1821,07	13,24	168,02
	C	7,33	8,15	4,48	0,39	24,57	28,35	13,58	2,09	4,138	50,773		/	/	157,10	1927,61	11,34	139,08
	media	7,33	7,96	4,48	0,39	24,79	28,46	13,72	2,08	4,01	50,39		149,33	1898,88	149,82	1881,62	13,75	173,12



**Figura 17. Effetto della trasformazione industriale in passata sulla qualità generica del pomodoro**

Invece, per quanto riguarda le analisi di caratterizzazione qualitativo-nutrizionale, ossia mirate alla quantificazione di composti bioattivi naturalmente presenti, le differenze sono apparse più marcate. Dalla Figura 18 si può osservare un significativo incremento (ANOVA) delle quantità di acido ascorbico per i pomodori bio rispetto ai convenzionali, che peraltro si registra anche nei polifenoli seppur in maniera meno evidente. Questo fenomeno, probabilmente, si è manifestato poiché la pianta coltivata in regime biologico viene indotta al potenziamento dei propri meccanismi

difensivi in risposta ad un maggiore stress causato da fattori ambientali avversi(6), ovviamente non mitigati da prodotti fitosanitari abitualmente impiegati nel sistema a lotta integrata. Viceversa, per il licopene i valori suggeriscono che la sintesi di questo composto non risenta particolarmente delle pratiche agronomiche impiegate.

Dopo la trasformazione in passata i parametri di qualità generica sono rimasti in linea con l'andamento registrato nel prodotto fresco, tenendo conto che il processo produttivo di questo derivato prevedeva una fase di concentrazione a 8.5 °Brix. L'unica differenza da segnalare è dovuta al valore di consistenza Bostwick che si è attestato ad un valore di 5 cm/30s per la passata bio e 6 cm/30s per quella convenzionale, in favore quindi della prima.

Per ciò che concerne i composti bioattivi, dopo la trasformazione industriale è stata mantenuta la stessa tendenza registrata nel prodotto fresco con la superiorità del prodotto bio rispetto al convenzionale (Figura 18), seppur con delle ovvie riduzioni imputabili al processo tecnologico. In particolare nel trasformato si recupera circa l'80% del contenuto di vitamina C presente nel prodotto fresco. Per il licopene ed i polifenoli invece non si registrano sostanziali riduzioni.

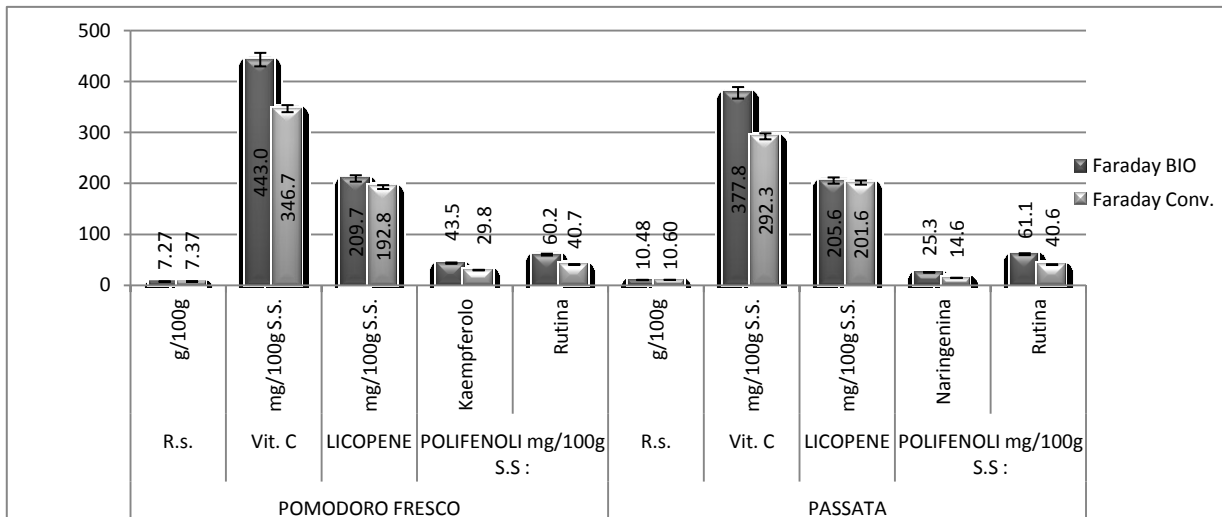


Figura 18. Effetto della trasformazione industriale in passata sui contenuti nutrizionali del pomodoro

Caratterizzazioni analitiche effettuate sul pomodoro fresco e sui pomodori pelati (cv Docet)

Subito dopo il conferimento alla SSICA, le bacche appartenenti alla cultivar Docet sono state tritate sottovuoto per poter effettuare le determinazioni analitiche relative ai parametri di qualità generica e commerciale (come già accennato °Brix, pH, Colore Hunter, Acidità tot., consistenza Bostwick e zuccheri). Anche questa varietà di pomodoro, di morfologia allungata tipica per la produzione di pelati, ha presentato ottime caratteristiche qualitative particolarmente adatte alla successiva trasformazione industriale (Figura 19) e pressoché identiche sia nelle bacche derivanti da agricoltura biologica che in quelle derivanti da agricoltura convenzionale (es. pH 4.3).

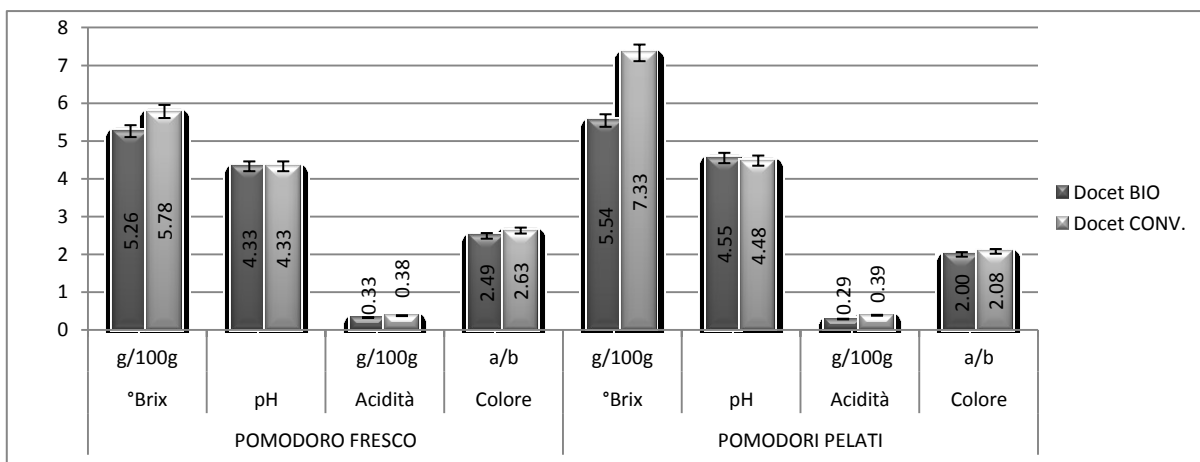


Figura 19. Effetto della trasformazione industriale in pelati sulla qualità generica del pomodoro

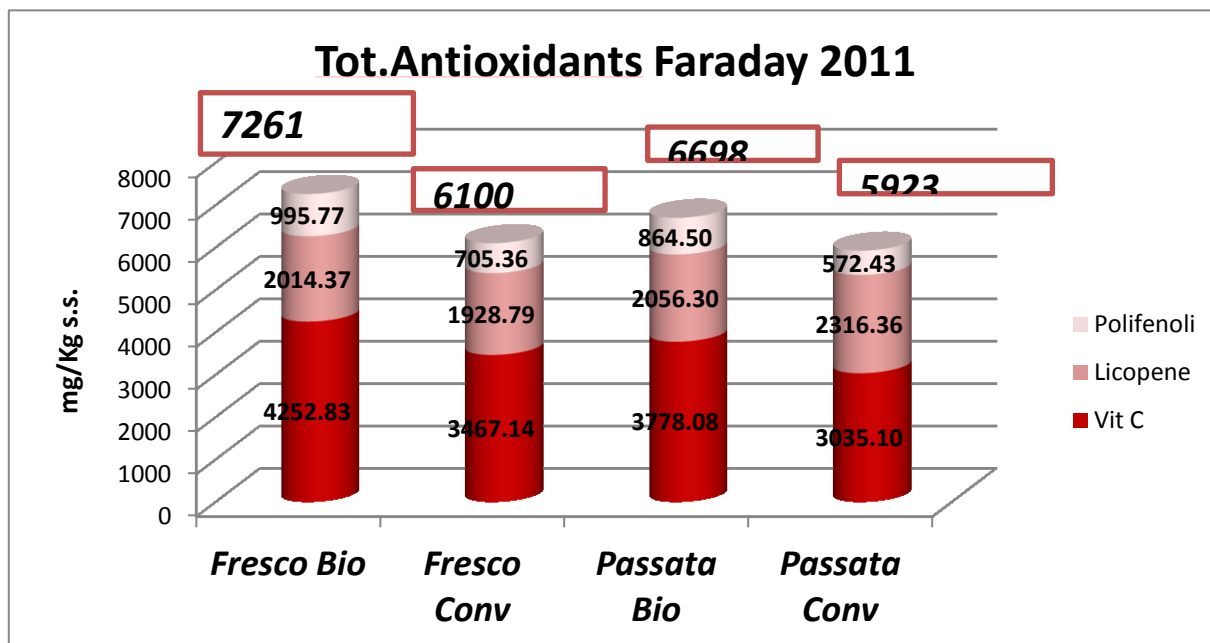


Figura 20. Riepilogo dati antiossidanti confronto coltivazioni Bio vs Conv (Varietà Faraday 2011)

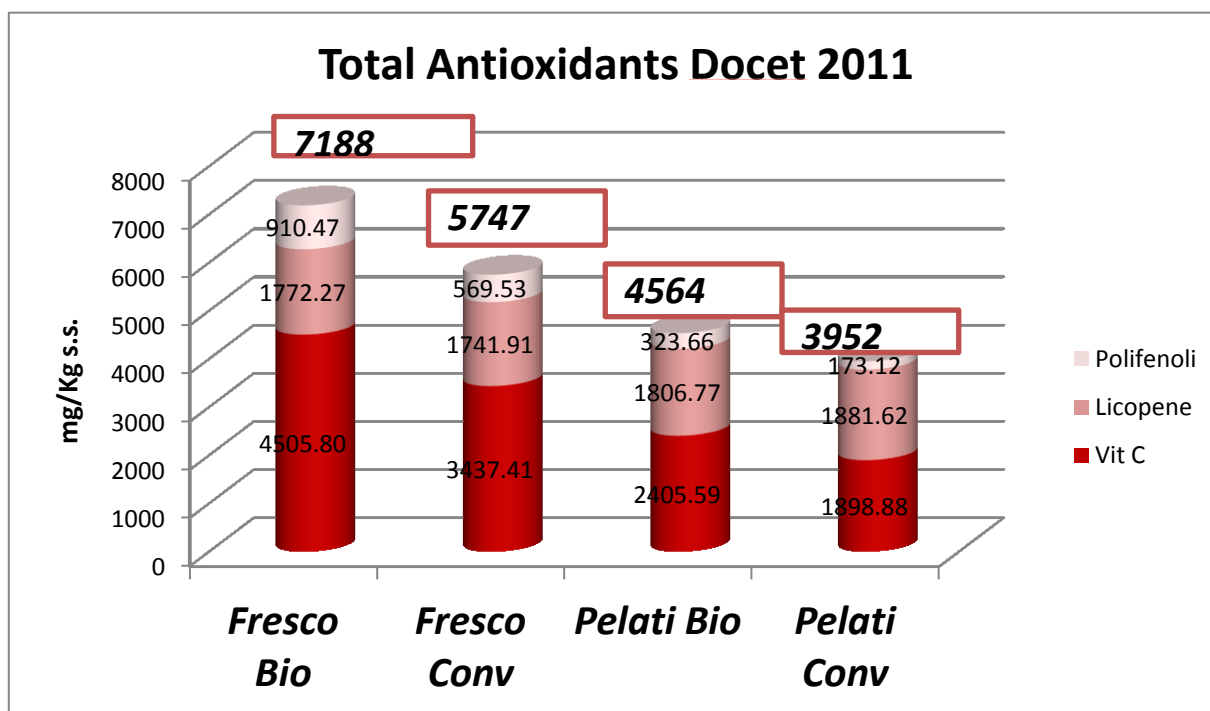


Figura 21. Riepilogo dati antiossidanti confronto coltivazioni Bio vs Conv (Varietà Docet 2011)

La sperimentazione condotta durante la campagna 2012 ha potuto dimostrare che, come nella precedente annualità 2011, si sono confermati i dati positivi per quanto riguarda i dati relativi alle sostanze bioattive naturali vit. C e polifenoli nei derivati ottenuti dai campioni coltivati biologicamente, mentre sono sensibilmente migliori i dati dei prodotti convenzionali sia per quanto riguarda le rese industriali di trasformazione sia la qualità generica e anche dei carotenoidi totali (licopeni) come per i campioni freschi.

E' interessante sottolineare che si sono confermati anche i dati relativi alla diminuzione più significativa nel contenuto di alcuni nutrienti (vit. C e polifenoli) nella trasformazione in pomodori pelati, rispetto alla trasformazione in passata.

**Tabella 23 Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sulle passate della varietà Faraday (Bio vs Conv)**

TESI	PASSATA	RR	RS	pH	ACIDITÀ	COLORE HUNTERLAB				ZUCCHERI			VITC		LICOPENE		POLIFENOLI	
		g/100g	g/100g		g*100g	L	a	b	a/b	Zucch.Tot(%)	Zuc./RS(%)	Bostwick cm/30s	mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.
FARADAY BIO	A	9,55	10,91	4,29	0,65	25,78	31,17	14,17	2,20	4,96	45,49	3,50	474,97	4353,53	219,76	2014,30	166,09	1522,41
	B	9,49	11,23	4,29	0,62	25,75	31,21	14,17	2,20	4,95	44,08	3,00	440,26	3920,39	217,16	1933,75	166,72	1484,58
	Media	9,52	11,07	4,29	0,64	25,77	31,19	14,17	2,20	4,96	44,78	3,25	457,62	4136,96	218,46	1974,02	166,41	1503,49
FARADAY CONV	A	9,09	10,28	4,33	0,64	24,50	30,62	13,85	2,21	4,74	46,06	6,50	357,98	3482,30	213,34	2075,29	181,02	1760,92
	B	9,09	9,78	4,33	0,76	24,50	30,70	13,83	2,22	4,74	48,42	6,00	354,04	3620,04	214,24	2190,59	169,32	1731,29
	Media	9,09	10,03	4,33	0,70	24,50	30,66	13,84	2,22	4,74	47,24	6,25	356,01	3551,17	213,70	2130,61	175,17	1746,10

**Tab.24. Confronto dati qualitativi e nutraceutici ottenuti sui pelati della varietà Docet (Bio vs Conv)**

TESI	PELATI	RR	RS	pH	ACIDITÀ	COLORE HUNTERLAB				ZUCCHERI			VITC		LICOPENE		POLIFENOLI	
		g/100g	g/100g		g*100g	L	a	b	a/b	Zucch.Tot(%)	Zuc./RS(%)	Bostwick cm/30s	mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.	mg/kg	mg/kg S.S.
DOCET BIO	A	6,03	7,27	4,40	0,53	26,82	28,68	14,55	1,97	3,52	48,43	9,00	259,51	3569,60	110,12	1514,72	44,39	610,63
	B	5,98	6,72	4,38	0,47	26,85	28,72	14,64	1,96	3,58	53,30	8,50	274,47	4084,38	105,16	1564,88	42,74	635,97
	C	6,00	7,05	4,39	0,50	26,84	28,70	14,61	1,97	3,55	50,35	8,75	267,00	3787,23	107,63	1539,82	44,58	632,29
	Media	6,00	7,01	4,39	0,50	26,84	28,70	14,60	1,97	3,55	50,70	8,75	266,99	3813,74	107,64	1539,81	43,90	626,30
DOCET CONV	A	6,72	7,42	4,45	0,47	25,37	29,71	14,07	2,11	3,75	50,47	7,50	231,90	3125,34	137,62	1854,72	61,64	830,78
	B	6,70	7,56	4,43	0,42	25,21	29,67	14,07	2,11	3,75	49,54	8,50	224,61	2971,03	137,65	1820,77	61,97	819,70
	C	6,71	7,47	4,44	0,54	25,30	29,68	14,04	2,11	3,75	50,20	8,00	228,26	3048,18	137,64	1837,75	61,65	825,25
	media	6,71	7,48	4,44	0,48	25,29	29,69	14,06	2,11	3,75	50,07	8,00	228,26	3048,18	137,64	1837,74	61,75	825,24

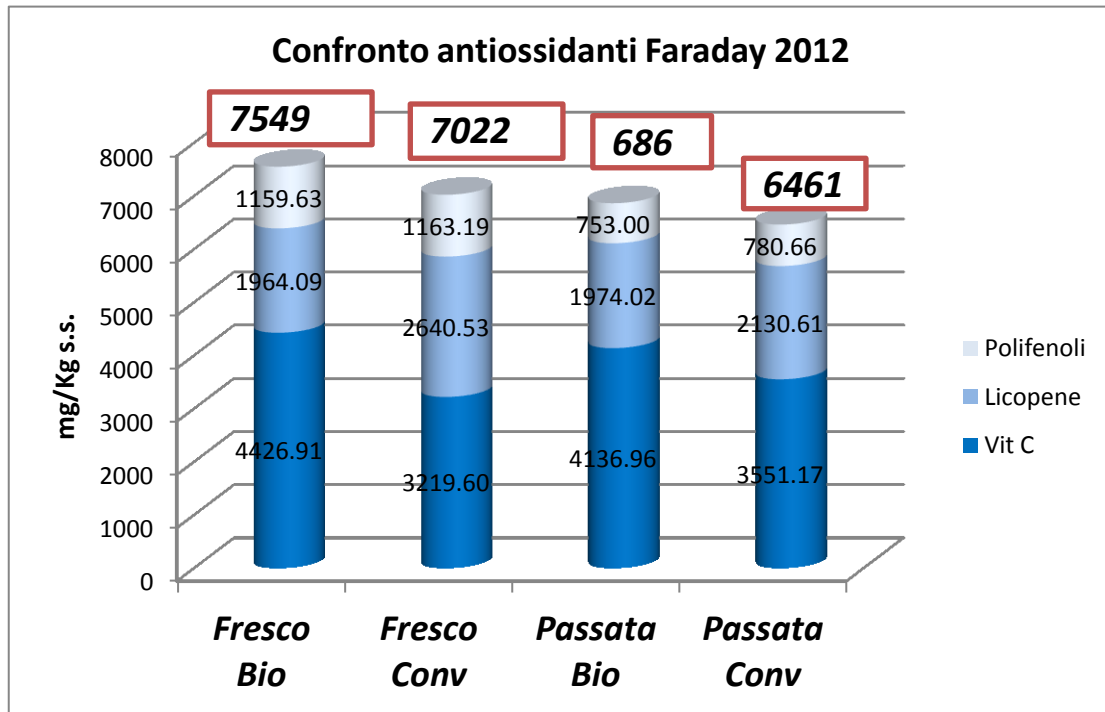


Figura 22. Riepilogo dati antiossidanti confronto coltivazioni BIO VS CONV. (Varietà Faraday 2012)

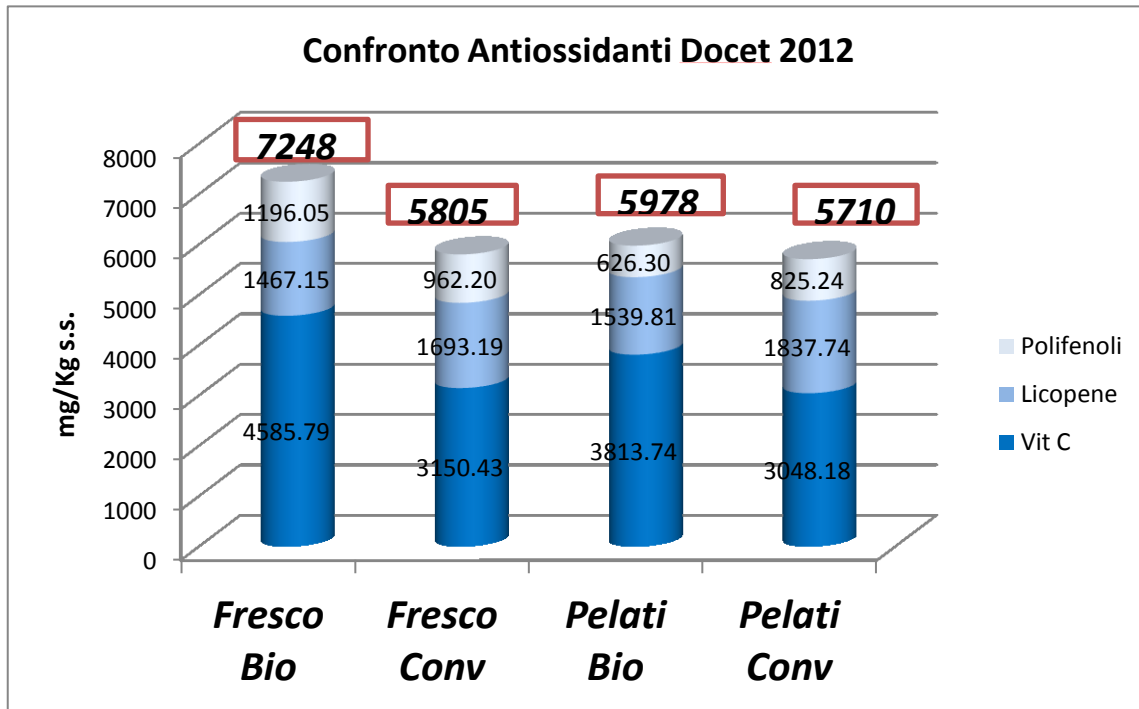


Figura 23. Riepilogo dati antiossidanti confronto coltivazioni BIO VS CONV. (Varietà Docet 2012)

#### ATT.4.2 Analisi dei costituenti inorganici

Le passate e i pelati ottenute da pomodori di varietà Faraday (per la passata) e Docet (per i pelati) provenienti sia dall'azienda convenzionale (CRA) che da quella biologica (MOR) sono stati liofilizzati. Dai pelati liofilizzati sono stati separati i semi per setacciatura. Sul liofilizzato si è proceduto all'analisi dei macro e microelementi con le stesse modalità descritte per le bacche di pomodoro (determinazione dell'azoto mediante analizzatore elementare HCNS e determinazione degli altri elementi tramite Assorbimento Atomico e ICP-MS dopo mineralizzazione).

In generale, in termini di elementi minerali, i trasformati di pomodoro mantengono le stesse caratteristiche delle bacche di origine. Infatti nelle passate e nei pelati ottenuti da bacche biologiche si è osservato un maggior contenuto di fosforo, zinco e boro e un minor contenuto di azoto e manganese rispetto ai trasformati ottenuti da bacche prodotte in regime convenzionale.

Nei prodotti trasformati, inoltre, si sono osservate alcune variazioni del contenuto di elementi minerali rispetto alle bacche di origine riconducibili sia a perdite durante le fasi di lavorazione sia per i microelementi a probabile contaminazione ad opera degli impianti di trasformazione. Le variazioni osservate, soprattutto per i macroelementi, non sono state uniformi nei due anni di sperimentazione, facendo quindi ritenere che le caratteristiche dei pomodori che influenzano la ritenzione degli elementi minerali durante le fasi di trasformazione non sono attribuibili ad uno specifico metodo culturale.

Tabella 25. Contenuto di sostanza secca (%) dei trasformati di pomodoro (passate da pomodori Faraday e pelati da pomodori Docet) ottenuti nei due anni di sperimentazione dalle bacche provenienti dall'azienda a gestione convenzionale (CRA) e da quella a gestione biologica (MOR)

	Passate 2011	Pelati 2011	Passate 2012	Pelati 2012
CRA	10.3	8.8	10,5	7,5
Morella	10.6	7.5	11,2	6,9

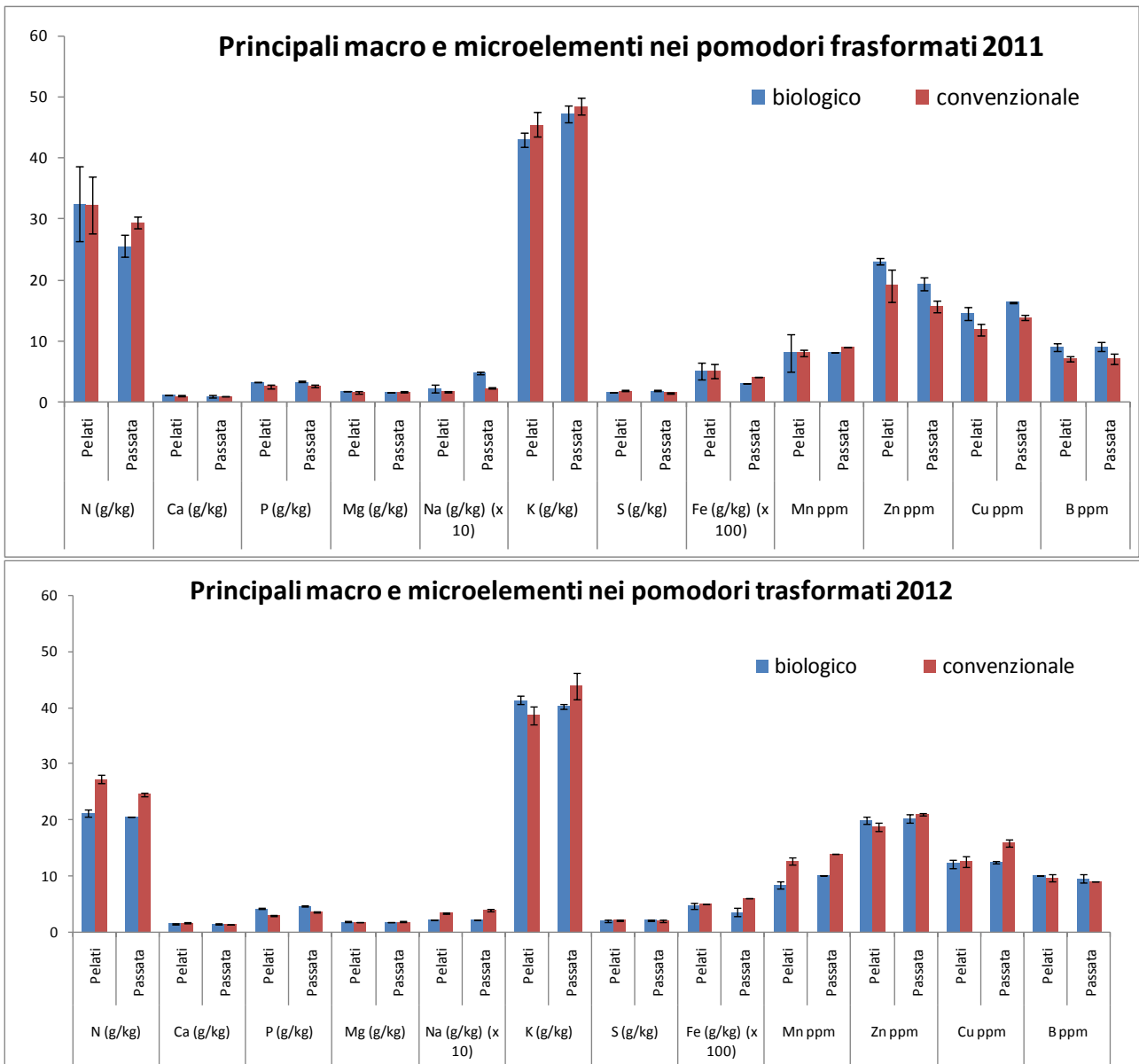


Figura 24. Contenuto, espresso su s.s., dei principali macro e microelementi dei trasformati di pomodoro (passate da pomodori Faraday e palati da pomodori Docet) ottenuti nei due anni di sperimentazione dalle bacche provenienti dall'azienda a gestione convenzionale e da quella a gestione biologica



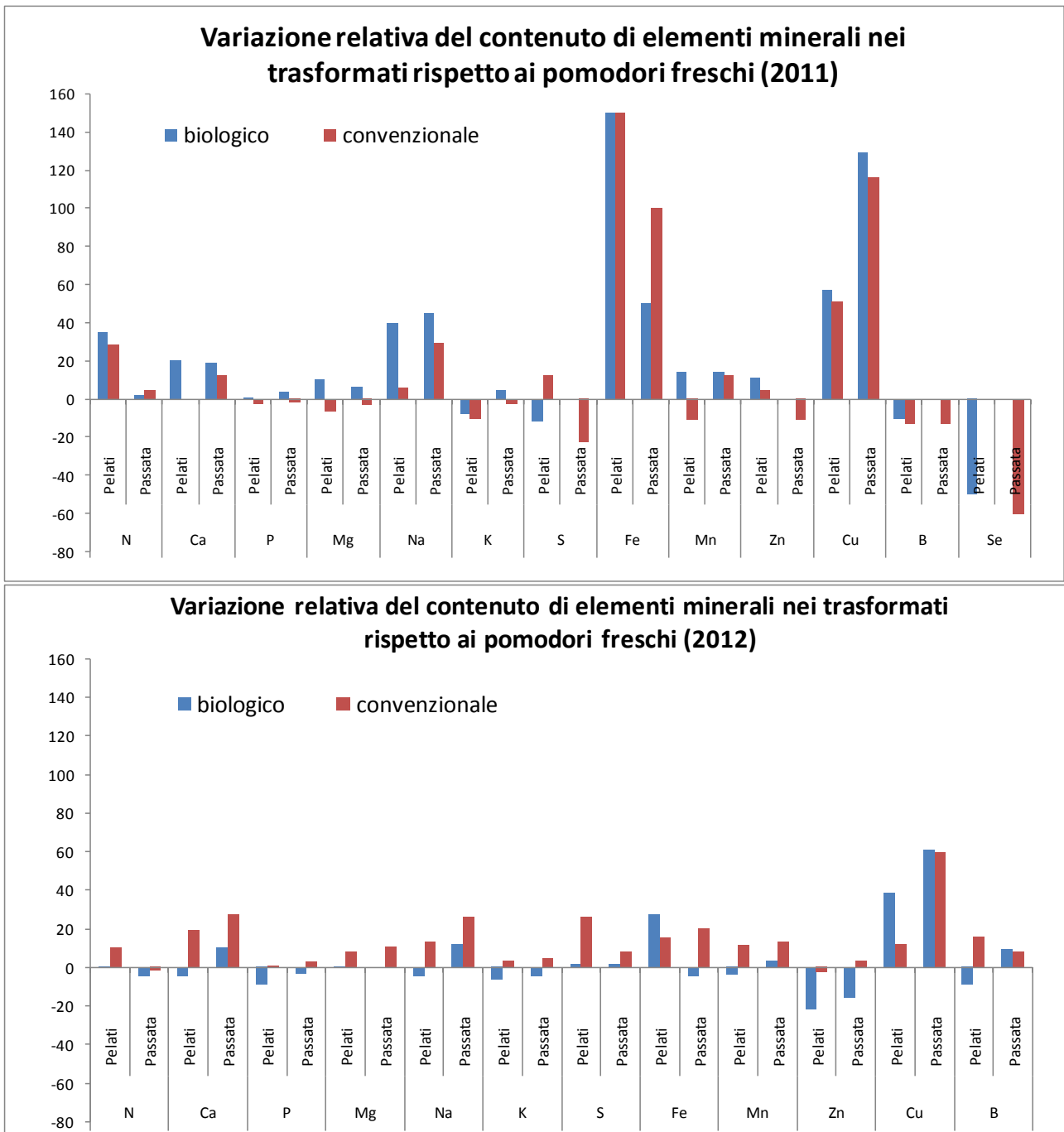


Figura 25. Variazione relativa del contenuto dei principali macro e microelementi nei prodotti trasformati rispetto ai pomodori di origine osservate nei due anni di sperimentazione.

**ATT. 4.3 Analisi proteomica degli estratti proteici**

Anche dai pelati e dalle passate ottenuti dal processo di trasformazione avvenuto presso le Stazioni Sperimentali per l'Industria delle Conserve Alimentari (SSICA) di Anagni (SA) e Parma, come descritto da Sandei et al. (2012), è stata estratta la frazione proteica, secondo il metodo di Rocco et al. (2006).

Le quantità di proteine estratte dai prodotti trasformati sono state talmente basse che, per tali campioni, non è stato possibile proseguire con l'analisi del proteoma. Tale risultato si può spiegare tenendo conto che i prodotti trasformati, a differenza di quelli consumati freschi, subiscono diversi trattamenti, anche termici, che possono compromettere la stabilità delle proteine (Krebbbers et al., 2003).

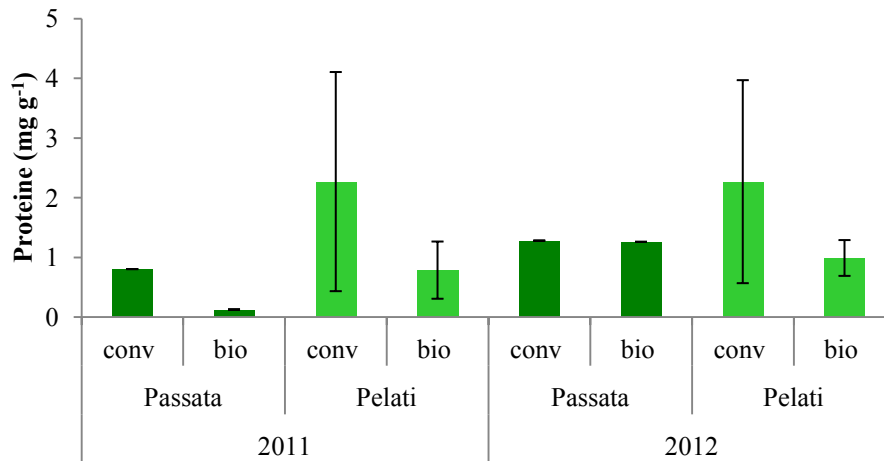


Figura 26. Concentrazione delle proteine presenti nel prodotto trasformato nel primo e nel secondo ciclo di produzione (2011 e 2012)

#### ATT.4.4 Analisi dei componenti antiossidanti

Le valutazioni analitiche dei principali antiossidanti presenti, sono state effettuate anche sui prodotti finiti per verificarne il comportamento e la possibilità di discriminare i prodotti ottenuti con tecnica agronomica biologica rispetto a quelli ottenuti con tecniche agronomiche tradizionali.

**Work Package 5. Integrazione dei risultati del progetto e preparazione di piani operativi**

**ATT. 5.1 Integrazione dei risultati e loro analisi statistica**

I dati sperimentali di tutte le attività previste dal progetto sono stati elaborati globalmente per avere una giusta visione d'insieme e soprattutto comprendere le relazioni che esistono tra i diversi parametri studiati.

L'analisi globale dei dati raccolti dalle diverse UUOO che ha evidenziato l'estrema eterogeneità delle variabili non sempre con distribuzione normale. Pertanto si è proceduto all'applicazione di test non parametrici (Mann-Whitney U) che hanno messo in evidenza per alcuni parametri una differenza significativa tra il pomodoro coltivato in biologico e quello in convenzionale, come ad esempio la passata bio presentava un maggior residuo secco e un maggior contenuto in vitamina C e polifenoli.

L'analisi delle Componenti Principali (Figura 27), prendendo in esame le proprietà chimiche del suolo e le proprietà qualitative del pomodoro fresco, ha permesso di discriminare nettamente tra i pomodori biologici da quelli convenzionali in particolare sulla componente 2 dove è presente una correlazione inversa con il contenuto in N e C del suolo, di vitamina C e di polifenoli nonché del colore delle bacche. E' stata evidente anche una segregazione nell'ambito delle due cv destinate 1) Docet, alla produzione di passata e 2) Faraday, alla produzione di pelati, soprattutto nel convenzionale.

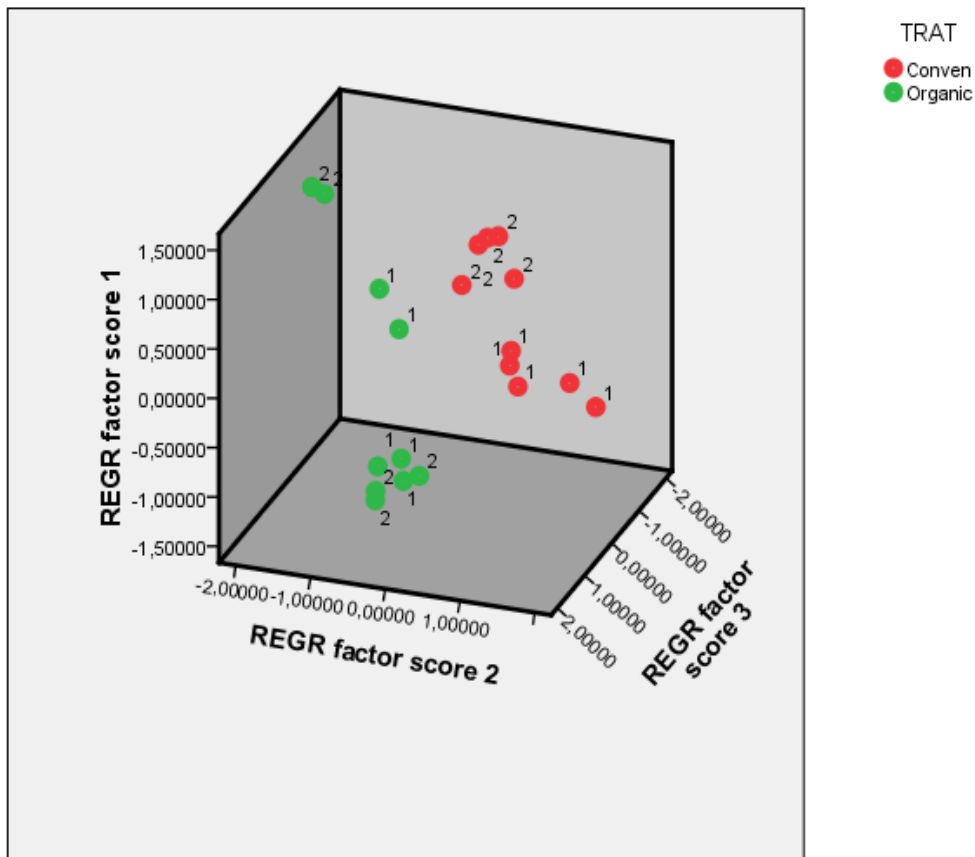


Figura 27. Analisi delle Componenti principali.

Per poter meglio spiegare quali proprietà del suolo influenzano le proprietà del prodotto fresco è stata condotta anche una analisi di correlazione tra le variabili riportata in Figura 28. I nodi rappresentano le differenti variabili mentre le linee che li congiungono indicano una correlazione di Pearson  $> 0.6$  riportata in rosso se positiva o in blu se negativa).

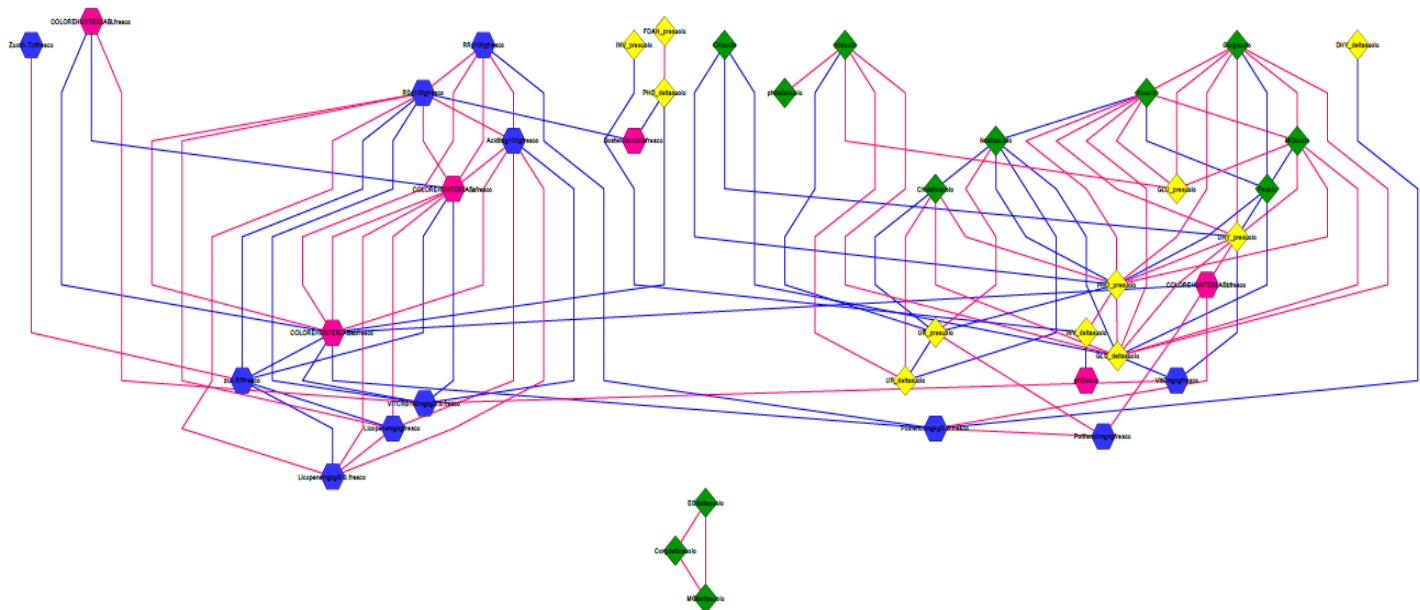


Figura 28. Analisi delle correlazioni tra le variabili del suolo e del pomodoro fresco

***ATT. 5.2 Implementazione di un database di semplice consultazione***

La complessità dei dati e la loro complessa correlazione ha reso difficile l'organizzazione di un database semplice di facile consultazione. I dati ottenuti dalle UUOO sono stati e saranno, a completamento, utilizzati per pubblicazioni divulgative di settore o su riviste scientifiche internazionali per renderli comunque disponibili.

***ATT. 5.3 Preparazione di piani operativi a livello di azienda e regionale***

La ricerca condotta nell'ambito del presente progetto ha portato ad un gran numero di risultati che risultano utili allo studio di aspetti agronomici, chimici, biochimici, fisiologici e commerciali. L'approccio, infatti, è stato di tipo multidisciplinare proprio allo scopo di mettere in relazione i vari aspetti della produzione e della trasformazione del pomodoro da industria. Alla luce di quanto riportato, è risultato in realtà insufficiente uno studio di 2 anni per poter estrapolare delle indicazioni per migliorare e ottimizzare la produzione in biologico del pomodoro da industria da proporre come piano operativo. Come ampiamente riportato in letteratura negli studi di taglio agronomico o comunque legati alla produzione agricola necessitano di tempi più lunghi affinché i risultati possano essere considerati robusti dal punto di vista statistico. Senza questa validità ci si trova impossibilitati a stilare dei piani operativi da divulgare a livello locale o regionale. dal momento che lo studio ha riguardato la fase produttiva del pomodoro fresco fino alla fase di trasformazione delle bacche in pelati e polpa.

### Work Package 6. Trasferimento alle aziende dei risultati del progetto

Le attività del Work Package 6 sono iniziate nel mese di giugno 2011.

Attraverso questo WP si è inteso fornire agli operatori del comparto di produzione di conserve di pomodoro un'assistenza quanto più possibile vicina alle singole realtà aziendali che formano una rete distrettuale complessa ma allo stesso tempo dinamica e competitiva.


Lo scopo dell'attività è consistita nel fornire informazioni esaustive alle aziende.


L'attività è stata svolta tramite:


- a) Realizzazione di un portale per la promozione delle attività del progetto alle aziende
- b) informazioni alle aziende attraverso circolari, azioni di mail
- c) seminari di presentazione e di divulgazione dei risultati

#### ATT. 6.1 Organizzazione di giornate per gli operatori del settore

- ✓ Il seminario di presentazione del progetto si è svolto il 28 luglio 2011 presso il Centro CRA-ORT di Battipaglia. Vi hanno partecipato rappresentanti del mondo industriale, agricolo, delle case sementiere e dell'università. Ad una prima fase illustrativa del progetto è seguita la visita ai campi scelti per la sperimentazione.

  
A.N.I.C.A.V.

  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

  
CRA  
CENTRO DI RICERCA PER L'ORTICOLTURA

---

---

**Progetto BIOPOMNUTRI**

---

Ore 9.00 *Annibale Pancrazio* Presidente ANICAV  
Saluti

ore 9.30 Visita ai campi sperimentali

ore 11.00 Pausa caffè

ore 11.30 *Prof.ssa Maria Rao*  
DiSSPAPA Università Federico II di Napoli  
Presentazione del progetto BioPomNutri

ore 12.30 Discussione

ore 13.00 Chiusura dei lavori

---

Battipaglia, 28 luglio 2011 - ore 9:00  
CRA-Centro di Ricerca per l'Orticultura,  
Azienda Sperimentale di Battipaglia  
Strada Statale 28 n° 204

- ✓ Il secondo seminario, organizzato per divulgare lo stato di avanzamento del progetto, si è svolto il 9 ottobre 2012 presso la Stazione Sperimentale di Angri. All'evento hanno partecipato rappresentanti del mondo industriale, agricolo, delle case sementiere e dell'università.



*Ministero delle politiche agricole  
alimentari e forestali*



**Progetto BioPomNutri**  
**Coltivazione biologica e trasformazione  
del pomodoro da industria: effetti su  
qualità e caratteristiche nutrizionali  
dei prodotti**



Angri, 9 ottobre 2012 - ore 15.00  
Stazione Sperimentale per l'Industria  
delle Conserve Alimentari  
Via Nazionale, 121/123

---

Interventi

Saluti  
*Annibale Pancazio Presidente ANICAV*

Presentazione delle attività di ricerca  
*Prof. Maria A Rao, Università di Napoli Federico II*

Caratterizzazione bio-agronomica dei pomodori da industria coltivati  
in sistema biologico e convenzionale  
*Dott. Massimo Zaccardelli, CRA Pontecagnano*

Proprietà fisiche e chimiche dei suoli  
*Prof. Paola Adamo, Università di Napoli Federico II*

Proprietà biochimiche e biologiche dei suoli  
*Dott. Marcela Caceres Gonzalez, Università di Napoli Federico II*

*Pausa caffè*

Processo di trasformazione e caratteristiche nutrizionali del prodotto  
fresco e trasformato  
*Dott. Luca Sandei, SSICA Parma*

Composizione minerale del prodotto fresco e trasformato  
*Dott. Diana Agrelli, Università di Napoli Federico II*

Proteomica del prodotto fresco e trasformato  
*Dott. Rosalia Scelza, Università di Napoli Federico II*

Discussione

---

- ✓ Il seminario conclusivo si è svolto il 27 febbraio 2013 presso la Stazione Sperimentale di Anghi. All'evento hanno partecipato numerosi rappresentanti del mondo industriale, agricolo, delle case sementiere e dell'università.



 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

 CRA  
CONSIGLIO PER LA RICERCA  
E LA SPERIMENTAZIONE  
IN AGRICOLTURA

 CRA-ORT  
CENTRO DI RICERCA  
PER L'ORTICOLTURA

 SSICA

 ANICAV

**Progetto BioPomNutri**  
***Coltivazione biologica e trasformazione del  
pomodoro da industria: effetti su qualità e  
caratteristiche nutrizionali dei prodotti***

Anghi, 27 Febbraio 2013 - ore 16:00  
Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari  
Via Nazionale n. 121/123

**Interventi**

Ore 16.00 Saluti  
*Annibale Pancrazio Presidente ANICAV*

ore 16.05 Presentazione del progetto  
*Prof. Maria A.Rao Dipartimento di Agraria, UNINA*

ore 16.15 Disegno sperimentale e gestione agronomica dei campi sperimentali  
*Dott. Massimo Zaccardelli CRA-ORT Pontecagnano*

Ore 16.30 Elementi nutritivi nella pianta e nel pomodoro fresco e trasformato  
*Dott. Diana Agrelli Dipartimento di Agraria, UNINA*

Ore 16.45 Processo di trasformazione e caratteristiche nutrizionali del pomodoro fresco e trasformato  
*Dott. Luca Sandei, SSICA Parma*

Ore 17.00 Analisi proteomica del pomodoro fresco e trasformato  
*Dott. Rosalia Scelza Dipartimento di Agraria, UNINA*

Ore 17.15 Discussione generale dei risultati e considerazioni conclusive

Ore 18.00 Chiusura dei lavori

 MINISTERO DELLE POLITICHE  
AGRICOLE ALIMENTARI  
E FORESTALI

**ATT. 6.2 Preparazione materiale e mezzi di divulgazione.**

E' stato realizzato un portale, [www.biopomnutri.it](http://www.biopomnutri.it), per la promozione delle attività del progetto alle aziende.



E' stata condotta inoltre una campagna di informazione realizzata attraverso: circolari informative agli associati dell'ANICAV (circa 130 aziende); immissione sul sito web dell'Associazione di comunicati e circolari; invio di circolari per l'invito al seminario di presentazione; inserimento sul portale dell'Associazione del programma del seminario di presentazione; invio di pacchetti informativi ad una mailing list elaborata sulla base delle aziende potenzialmente interessate al progetto.

**Materiale pubblicato e divulgato**

**Comunicazioni a Congressi**

- González Cáceres, M., Scelza, R., Agrelli, D., Ronga, D., Zaccardelli, M., Amalfitano, C., Adamo, P. and Rao, M.A. Improvement of soil fertility and nutritional state of *Solanum lycopersicum* through organic management 3rd International Workshop Advances in Science and Technology of Natural Resources, Universidad de la Frontera, Pucón (Chile) 2-4 November 2011 (poster)
- Gonzalès Cacères M., Iavazzo P., Scelza R., Agrelli D., Ronga D., Zaccardelli M., Amalfitano C., Adamo P., Rao M.A. Effetti della coltivazione biologica di *Solanum Lycopersicum* sulla fertilità del suolo e sullo stato nutrizionale delle piante. XXIX Convegno Nazionale della Società Italiana di Chimica Agraria, Foggia 21-23 Settembre 2011 (poster)
- Gonzalès Cacères M., Scelza R., Agrelli D., Ronga D., Zaccardelli M., Amalfitano C., Adamo P., Rao M. A.. Effects of organic farming of *Solanum lycopersicum* on soil fertility and nutritional status of plants. 12th ISHS Symposium on the Processing Tomato e 10th World Processing Tomato Congress, Pechino June 9-12, 2012 (poster)
- Sandei L, Vadalà R., Pirondi S., De Sio F., Zaccardelli M., Scelza R., Adamo P. and Rao M. Effect of organic farming applied to processing tomatoes. Evaluation of quality and nutritional characteristics. 12th ISHS Symposium on the Processing Tomato e 10th World Processing Tomato Congress, Pechino June 9-12, 2012 (comunicazione orale)
- Scelza Rosalia , Rao Maria A. Analisi proteomica di pomodori da industria provenienti da agricoltura biologica. Convegno SICA, Milano 18-19 Settembre 2012 (poster)
- Coppola Ida, Rosalia Scelza, Diana Agrelli, Marcela Gonzalès Cacères, Domenico Ronga, Massimo Zaccardelli, Raffaella Vadalà, Francesco De Sio, Luca Sandei, Carmine Amalfitano, Paola Adamo, Maria A. Rao. Effetti della coltivazione biologica sulla qualità del pomodoro da industria fresco e trasformato. Convegno SICA, Milano 18-19 Settembre 2012 (poster)



- Progetto BioPomNutri. Coltivazione biologica e trasformazione del pomodoro da industria: effetti su qualità e caratteristiche nutrizionali dei prodotti - Relazione dell'attività svolta nel primo anno. Stazione per l'Industria delle Conserve di Angri, 9 ottobre 2012.
- Progetto BioPomNutri. Coltivazione biologica e trasformazione del pomodoro da industria: effetti su qualità e caratteristiche nutrizionali dei prodotti - Presentazione finale delle attività svolte nel biennio. Stazione per l'Industria delle Conserve di Angri, 27 febbraio 2013.

**Publicazioni**

- Zaccardelli Massimo., Ronga D., Ragosta G., Vadalà R., Pirondi S., De Sio F., Perrone D., Sandei L., Adamo P., Rao M. A. Produttività e attitudine alla trasformazione di pomodoro da industria coltivato in convenzionale e in biologico. L'Informatore Agrario, n.7, 2012.
- Sandei L, Vadalà R., Pirondi S., De Sio F., Zaccardelli M., Scelza R., Adamo P. and Rao M. Effect of organic farming applied to processing tomatoes. Evaluation of quality and nutritional characteristics.. ACTA Horticulturae 971:59-69 [http://www.actahort.org/books/971/971\\_4.htm](http://www.actahort.org/books/971/971_4.htm)

**Tesi di laurea**

- Tesi di laurea specialistica in Scienze e Tecnologie Alimentari del Dott. Andrea Pinetti UNIPR. "Valutazione della coltivazione biologica e della trasformazione industriale sulle caratteristiche nutrizionali del pomodoro da industria", relatore: Prof.ssa Gatti.
- Tesi di laurea specialistica in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Agrarie della dott. Laura del Vacchio "Proprietà biochimiche di suoli agricoli a conduzione biologica", relatore: Prof.ssa M.A. Rao
- Tesi di laurea specialistica in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Agrarie della dott. Carmela Zannella "Proteomica del pomodoro da industria coltivato in biologico e convenzionale", relatore: Prof.ssa M.A. Rao

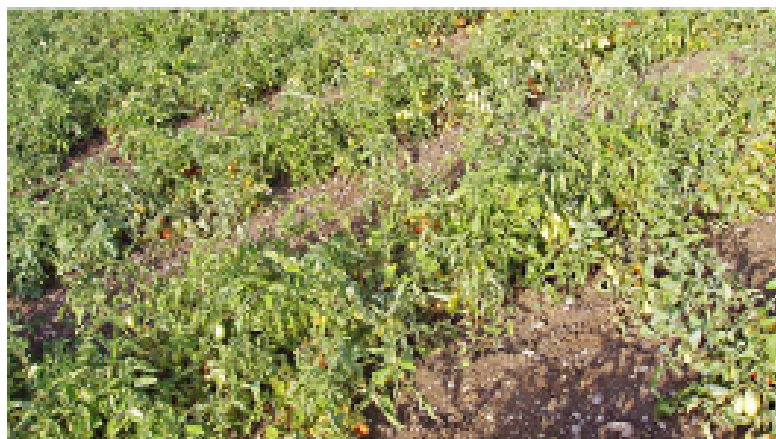
**Tesi di dottorato**

- Tesi di Dottorato in Scienze delle Risorse Ambientali della dott. Marcela Caceres Gonzalez "Effects of sustainable soil management on fertility of agricultural soils"

## SPECIALE POMODORO DA INDUSTRIA

● RISULTATI OTTENUTI DAL CRA-ORT NELL'AMBITO DEL PROGETTO BIOPOMNUTRI

# Pomodoro trasformato, meglio convenzionale che bio



La produzione commerciale di Docet è stata di 30,3 t/ha in biologico e di 78 t/ha in convenzionale; Faraday invece ha dato 37,2 t/ha di prodotto commerciale in convenzionale e 67,4 t/ha in biologico

di M. Zaccardelli, D. Ronga, G. Ragosta, R. Vadalà, S. Pirondi, F. De Sio, D. Perrone, L. Sandei, P. Adamo, M.A. Reo

**L**a coltura del pomodoro in Italia si estende su oltre 105.000 ha (Istat, 2011), dei quali 86.000 sono destinati alla trasformazione industriale. Circa 2.500 ha di pomodoro vengono condotti in biologico (Sinab, 2011).

La resa di pomodoro da industria è mediamente di 60 t/ha (Istat, 2011) che, in biologico, risulta essere almeno dimezzata rispetto a quella ottenibile in convenzionale. Questo fatto rende il settore bio del pomodoro da industria sicuramente fragile per quanto riguarda la competitività. Del resto, prove di confronto varietale di pomodoro da industria, eseguite in biologico, hanno evidenziato come gli attuali ibridi disponibili sul mercato sia-

Dal confronto tra due varietà di pomodoro da industria, Docet e Faraday, coltivate in convenzionale e in biologico emerge che le rese agronomica e industriale risultano più elevate nel sistema convenzionale. La causa è da ricercarsi nella minore disponibilità di azoto assimilabile dalle piante coltivate in biologico

no decisamente meno produttivi quando non coltivati in convenzionale.

Tuttavia, visto il crescente interesse dei consumatori per i prodotti biologici, sia freschi sia trasformati, il pomodoro da industria coltivato in regime bio e i prodotti da esso derivati potrebbero rappresentare un'interessante opportunità di rilancio per questo comparto, storicamente incentrato sul prodotto convenzionale.

**TABELLA 1 - Analisi statistica dei principali caratteri bio-produttivi rilevati sul pomodoro biologico e convenzionale**

	Grado di copertura (*)	Stato fitosanitario (*)	Rigoglio vegetativo (*)	Produzione commerciale (t/ha)	Produzione totale (t/ha)	N. bacche marce/m <sup>2</sup>	N. bacche apicali/m <sup>2</sup>	Peso medio bacca
<b>Varietà</b>								
Docet	3,80 n.s.	3,80 n.s.	3,92 n.s.	54,15 n.s.	59,15 n.s.	12,42 b	26,37 a	62,92 n.s.
Faraday	3,75 n.s.	3,77 n.s.	4,68 n.s.	52,33 n.s.	64,79 n.s.	35,29 a	0 b	59,75 n.s.
<b>Tecnica di coltivazione (b)</b>								
Convenzionale	3,92 n.s.	3,93 n.s.	5,10 a	72,71 a	85,25 a	27,25 n.s.	14,58 n.s.	65,42 a
Biologico	3,63 n.s.	3,63 n.s.	3,50 b	33,77 b	38,69 b	20,46 n.s.	11,79 n.s.	57,25 b
<b>Interazione a x b</b>								
Significatività	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.

(\*) Il valore dell'indice può essere compreso tra 1 e 5. n.s. = non significativo.

Le differenze tra i due sistemi di coltivazione sono state evidenziate non solo per la produzione commerciale e totale, ma anche per il rigoglio vegetativo e per il peso medio della bacca, superiori nel convenzionale.

## Come sono state impostate le prove

Le prove sono state allestite presso l'Azienda sperimentale di Battipaglia del Cra-Ort, per la coltivazione del pomodoro in convenzionale e presso l'Azienda La Morella, per la coltivazione del pomodoro in biologico. Le due aziende, distanti meno di 5 km l'una dall'altra, sono ubicate nella Piana del Sele, presso Battipaglia (Salerno). Le loro caratteristiche pedologiche e, soprattutto, le condizioni climatiche, sono molto simili.

Le cultivar interessate dalla prova sono state la Docet, tipologia da pelato, e la Faraday, tipologia a bacca tonda-squadrata, tipica da passata-concentrato.

Per ambedue le aziende è stato adottato uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con 3 repliche, ognuna costituita da una parcella di 44 m<sup>2</sup>.

**TRAPIANTO.** Il trapianto è avvenuto il 6 maggio 2011, per il convenzionale e il 7 maggio 2011, per il biologico. La

densità di investimento è stata di 3,3 piante/m<sup>2</sup>, trapiantate lungo bine distanti l'una dall'altra 166 cm e con distanza di 40 cm tra le file di una bina e tra le piante sulla fila. La tecnica culturale e la difesa fitosanitaria sono state realizzate secondo le indicazioni riportate nel disciplinare di produzione integrata della Regione Campania, per il pomodoro convenzionale, e nel regolamento Ce n. 834/2007, 889/2008 e 1235/2008 per il pomodoro coltivato in biologico.

**IRRIGAZIONE.** L'irrigazione è avvenuta mediante ali gocciolanti, reintegrando il volume di acqua persa per evapotraspirazione.

**RACCOLTA.** La raccolta dei pomodori è avvenuta l'11 agosto per il pomodoro coltivato in convenzionale e il 16 agosto per quello coltivato in biologico.

**RILIEVI.** Da ogni parcella, oltre a determinare la produzione totale e com-

merciale per unità di superficie, sono stati prelevati campioni rappresentativi di bacche per le analisi qualitative e le analisi chimiche e chimico-fisiche. I dati bio-produttivi sono stati sottoposti ad analisi statistica impiegando il programma Systat e separando le medie con il Tukey test.

**RILIEVI ALLA TRASFORMAZIONE.** Circa 150-200 kg di frutti, per ognuna delle due varietà e per ognuno dei due campi, sono stati trasformati in pelato (Docet) e in passata (Faraday), rispettivamente negli stabilimenti della Stazione sperimentale per l'industria delle conserve alimentari di Angri (Salerno) e di Parma. Sui frutti freschi, subito prima della trasformazione e sul trasformato (pelato e passata), sono stati determinati residuo rifrattometrico, residuo secco, pH, acidità, colore, consistenza (Bostwick) e zuccheri totali, secondo le metodiche ufficiali. \*

Pertanto, lo scopo di questo lavoro, realizzato nell'ambito del progetto «Coltivazione biologica e trasformazione del pomodoro da industria: effetti su qualità e caratteristiche nutrizionali dei prodotti», acronimo BioPomNutri, finanziato dal Mipaaf attraverso il Programma di azione nazionale per l'agricoltura biologica e i prodotti biologici per gli anni 2008 e 2009 (Azione 2.2.), è stato quello di valutare la performance agronomica, la qualità nutrizionale e tecnologica e l'attitudine alla trasformazione industriale di due cultivar di pomodoro, una da pelato e una da passata, coltivate in convenzionale e in biologico. I risultati riportati si riferiscono al primo anno di attività del progetto.

### Risultati produttivi e qualitativi

La produzione commerciale ottenuta dalla cultivar Docet è stata di 30,3 t/ha, per il sistema biologico e di 78 t/ha, per il sistema convenzionale (grafico 1); per la cultivar Faraday, invece, la produzione commerciale è stata di 37,2 t/ha, in biologico e di 67,4 t/ha, in convenzionale. Dall'analisi statistica dei dati rilevati (tabella 1) si evidenziano differenze statisticamente significative tra i due diversi sistemi di coltivazione, piuttosto che tra le due varietà. Le differenze tra i due sistemi sono sta-

te evidenziate non solo per la produzione commerciale e totale, ma anche per il rigoglio vegetativo e per il peso medio delle bacche; tutti i valori sono stati superiori nel convenzionale.

Differenze statisticamente significative tra le due varietà sono state riscontrate per il numero di bacche marce, superiore per la tipologia tonda Faraday e per il numero

di bacche con marciame apicale, superiore per la tipologia lunga Docet. Per tutti i caratteri rilevati, eccetto che per il numero di bacche marce, l'interazione varietà x sistema di coltivazione è risultata statisticamente non significativa.

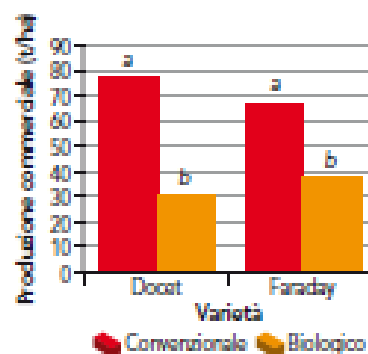
### Caratteristiche chimico-fisiche

**Prodotto fresco.** Riguardo le analisi chimico-fisiche effettuate sui frutti freschi conferiti appena prima della loro trasformazione industriale in pelato e passata (tabella 2), per la varietà Docet (cultivar da pelato), raccolta in regime convenzionale, è stato riscontrato un maggiore valore di residuo rifrattometrico rispetto al biologico; comportamento in parte osservato anche per la varietà Faraday (cultivar da passata).

Per quanto riguarda il valore di pH e di zuccheri totali, non sono state osservate particolari differenze tra i due sistemi di coltivazione, mentre i dati relativi ad acidità e colore sono risultati più elevati nel campo convenzionale rispetto al biologico. Il dato di consistenza Bostwick fa invece preferire il campo biologico rispetto al convenzionale.

**Prodotto trasformato.** Con le determinazioni chimico-fisiche eseguite sui prodotti trasformati (tabella 3), per i

**GRAFICO 1 - Produzione commerciale di pomodoro prodotto in convenzionale e biologico**



La differenza significativa non si registrano tra le due varietà bensì tra i due metodi di coltivazione.

## SPECIALE POMODORO DA INDUSTRIA

TABELLA 2 - Analisi chimica e chimico-fisica dei pomodori freschi coltivati in biologico e in convenzionale

	RR (g/100 g)	RS (g/100 g)	pH	Acidità (g/100 g)	Colore (a/b)	Bostwick (cm/30s)	Zuccheri totali (%)	Zuccheri tot/RS (%)	Zuccheri tot/RR (%)
<b>Docet</b>									
In convenzionale	5,78	6,99	4,33	0,38	2,63	13,70	3,54	50,57	60,96
In biologico	5,26	6,54	4,33	0,33	2,49	11,00	3,30	50,47	62,74
<b>Faraday</b>									
In convenzionale	6,06	7,37	4,22	0,43	2,65	10,60	3,71	50,30	61,21
In biologico	5,80	7,57	4,24	0,36	2,48	9,00	3,74	49,37	64,46

RR = residuo rifrattometrico. RS = residuo secco.

Per la varietà Docet (da pelati), in regime convenzionale, è stato riscontrato un maggiore valore di residuo rifrattometrico rispetto al biologico; comportamento in parte osservato anche per la varietà Faraday (da passata).

TABELLA 3 - Analisi chimica e chimico-fisica dei pomodori trasformati provenienti dalle coltivazioni in biologico e convenzionale

	RR (g/100 g)	RS (g/100 g)	pH	Acidità (g/100 g)	Colore (a/b)	Bostwick (cm/30s)	Zuccheri totali (%)	Zuccheri tot/RS (%)	Zuccheri tot/RR (%)
<b>Passata</b>									
Faraday convenzionale	8,74	10,21	4,30	0,58	2,32	6,00	4,80	47,04	54,95
Faraday biologico	8,75	10,48	4,24	0,54	2,25	5,00	4,16	39,72	47,60
<b>Pelati</b>									
Docet convenzionale	7,33	7,96	4,48	0,39	2,08	n.d.	4,01	50,39	56,16
Docet biologico	5,54	6,63	4,55	0,29	2,00	n.d.	3,00	45,22	54,91

RR = residuo rifrattometrico. RS = residuo secco.

Per i pelati ottenuti da pomodori convenzionali, si confermano positivamente i maggiori contenuti di residuo rifrattometrico, residuo secco e zuccheri rispetto ai pelati biologici; per la passata, le stesse differenze sono risultate meno evidenti.

pelati ottenuti da pomodori convenzionali, si confermano positivamente i maggiori contenuti di residuo rifrattometrico, residuo secco e zuccheri rispetto ai pelati biologici; per la passata, le stesse differenze sono risultate meno evidenti. Per i prodotti ottenuti da pomodori biologici vengono confermati i migliori dati di consistenza (dato Bostwick inferiore) e un rapporto acidità su sostanza secca inferiore.

### Convenzionale batte bio grazie alla maggiore disponibilità di azoto

I dati parziali ottenuti dimostrano che le rese agronomica e industriale risultano più elevate nel sistema convenzionale rispetto al biologico, fatto que-

sto che determina una minore competitività del pomodoro bio rispetto a quello integrato. Le cause di questo marcato calo di produzione sono da ricercarsi soprattutto nella minore disponibilità di azoto prontamente assimilabile dalle piante coltivate in biologico rispetto al convenzionale.

Nell'ambito del progetto BioPomNutri contestualmente alle analisi chimico-fisiche appena descritte, è stata effettuata anche la determinazione quantitativa di acido L-ascorbico, polifenoli e carotenoidi totali, componenti nutrizionali caratteristici del pomodoro, che saranno oggetto di una prossima pubblicazione.

Nel 2012 verrà eseguito un secondo anno di sperimentazione al fine di validare i risultati del 2011.

## APPROFONDIMENTO

## Bostwick

Quam, quam voluer adipissit velit nibh erosit modiat, volueret iliquipis ad ro doloborem dit ci tet veliquat. Uid modionsent augue magum volobore deleseq uissed dit, consequat prate vullam del utpat iliquisit lummy nummod delenibb eam quis etueros num qui elis am, consenim dolorem il ing endiat laereros dignisil aliquat iliquat nullam dolobortie del do o vel dolor aliquipsum nos at wiscing eadlore magna facca odolo vel dolor aliquipsum nos at wiscing eartie molore delit exer sum ipsigame ortisi Equipit ilit dit velit num augiam. \*

Massimo Zeccardelli,

Giovanni Ragosta, Domenico Perrone

Cra - Centro di ricerca per l'orticoltura

Azienda sperimentale di Battipaglia (Salerno)

Domenico Ronga

Dipartimento di scienze agrarie e degli alimenti

Università di Modena e Reggio Emilia

Raffaella Vadalà, Susanna Pirondi

Francesco De Sio, Luca Sandal

Azienda speciale stazione sperimentale per l'industria delle conserve alimentari (Sicis)

Industria delle conserve alimentari (Sicis)

Paola Adamo, M.A. Rao

Dipartimento di scienze del suolo della pianta,

dell'ambiente e delle produzioni animali -

Diagrapa, Università di Napoli Federico II

Portici (Napoli)

Si ringraziano le ditte sementiere che hanno fornito il seme, l'Azienda La Morella che ha ospitato le prove in biologico e lo staff del Cra-Cri e della Stazione sperimentale per l'industria delle conserve alimentari di Anagni (Salerno) e di Parma.



Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a: [redazione@informatoreagrarario.it](mailto:redazione@informatoreagrarario.it)

Per consultare gli approfondimenti o la bibliografia: [www.informatoreagrarario.it/rdLin/12la??\\_????\\_web](http://www.informatoreagrarario.it/rdLin/12la??_????_web)

## ALTRI ARTICOLI SULL'ARGOMENTO

- Pomodoro da industria, confronto tra biologico e convenzionale. Pubblicato su L'Informatore Agrario n. 2/2012 a pag. 55.

[www.informatoreagrarario.it/bdo](http://www.informatoreagrarario.it/bdo)

## Effect of Industrial Processing upon Organic and Conventional Tomatoes: Evaluation of Quality and Nutritional Characteristics – “A Preliminary Work”

L. Sandei<sup>1</sup>, R. Vadalà<sup>1</sup>, S. Pironi<sup>1</sup>, F. De Sio<sup>1</sup>, M. Zaccardelli<sup>2</sup>, R. Scelza<sup>3</sup>, P. Adamo<sup>3</sup> and M.A. Rao<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SSICA– Stazione Sperimentale per l’Industria delle Conserve Alimentari, Parma, Italy

<sup>2</sup>Centro di ricerca per l’orticoltura (CRA), Pontecagnano, Italy

<sup>3</sup>DiSSPAPA Università di Napoli Federico II, Portici, Italy

**Keywords:** organic agriculture, processing tomato nutritional bioactive compounds, secondary metabolites, protein profile

### Abstract

The increasing consumer’s awareness about direct correlation existing among food and health and the contamination problems coming from some foodstuffs, have recently created a rising demand for food that the consumers perceive as “natural and unadulterated”. For these reasons the importance of the organic agriculture is growing. The aim of this work was to evaluate, with particular attention to the bioactive compounds, the quality of two organic processed tomato products (tomato puree and whole peeled tomatoes), with the quality of non organic products (integrated pest management), industrially processed with conventional techniques by means of semi-industrial pilot plants.

Referring to the first year of a 24-month research project (BioPomNutri [www.biopomnutri.it](http://www.biopomnutri.it)), qualitative and nutritional characteristics have been analysed and show significant differences in the antioxidant content both for fresh and processed products obtained from organic farming and from integrated farming.

### INTRODUCTION

Despite a recent press release by Federalimentare - Italy, the international financial and economic downturn also affected the Italian food industry, showing a relative decline in domestic consumption by about 2% and a drop in industrial production by approximately 1.7% in 2011 compared to the previous year. The sector of organic products in Italy and in Europe shows a more than positive result, with a growth in the consumption of packaged products exceeding 11% over the past 10 years (Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare – ISMEA). According to a recent survey, presented at BioFach in Nuremberg, the turnover of the organic sector worldwide reached almost \$ 60 billion in 2010, tripling in 10 years, and the fair organisers also foresaw a market in continued growth. Indeed, at that same BioFach, a historic agreement was signed between the European Union and the United States that, acknowledging the equivalence between the respective regulatory standards, simplified trade relations between the two sides of the Atlantic.

Amongst the horticultural crops produced under organic farming, processing tomato is one of the most important ones in terms of dissemination and potential. On the other hand, tomato and its processed derivatives have occupied a prominent position for many years among the most consumed vegetables in the world (ranking 2<sup>nd</sup> after potatoes). Proper management of organic processing tomato could lead to significant effects on the quality of fresh and processed product, making it richer in functional antioxidants (ascorbic acid, lycopene and polyphenols (Bilton, 2001; Leifert, 2009), which are the subject of growing interest in the world of research, for obvious and positive correlations with certain epidemiological aspects associated with health, diet and bio sustainability (Willcox et al., 2003).

Despite the whole thing, however, there are still few studies aimed at relating the nutritional characteristics of certain agro-industrial products to the techniques used to obtain the agricultural raw materials (Dangour et al., 2009).

The aim of this work was to evaluate, with particular attention to the bioactive compounds, the quality of two organic processed tomato products (tomato puree and whole peeled tomatoes), with the quality of non-organic products, processed with conventional techniques by means of semi-industrial pilot plants.

#### MATERIALS AND METHODS

The *BioPomNutri* project provided for two experimental fields of processing tomatoes grown under organic and conventional farming on two farms located very close together (<5 km), in the municipality of Battipaglia in the Plain of Sele river. This region has always been considered the traditional heart of Salerno agricultural production.

In each of the two experimental fields two commercial cultivars were grown, an elongated type ('Docet' cultivar *ESASEM*) suitable for the production of peeled tomatoes and a round prismatic type ('Faraday' cultivar *ISI Sementi*) for tomato puree (Table 1). These cultivars were selected by local expert agronomists of the Centro di ricerca per l'orticoltura (CRA-ORT) in Battipaglia as well adapted to both organic and conventional farming conditions: productivity, hardiness, competition with weeds and resistance to plant diseases.

#### Experimental Design

Two field trials were conducted during Spring-Summer 2011 at Battipaglia Valley, Campania Region, to test agronomic and processing performances of the selected cultivars. The sites had similar soils. Site 1 (CRA-ORT) was in conventional management, while Site 2 (farm "Morella") was in organic management. Weather conditions were recorded in both environments. A randomized-block experimental design, with three replication, was applied for both growing sites; each plot size was 44.00 m<sup>2</sup>. Cultivars were planted on May 6<sup>th</sup> 2011 for conventional farming and on May 7<sup>th</sup> 2011 for organic farming, with a density of 30,000 plants/ha (1.27×0.40×0.40 m). All plots in conventional field received, as basic fertilizers, 90 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O and 37.5 kg/ha of N. In organic field no basic fertilizer was applied. For both fields, each plot contained 132 plants. Cultural technique and pest management were performed in according to disciplinary of integrated production of Campania Region for conventional field, and in according to organic pest management EC Reg. no. 834/2007, 889/2008 and 1235/2008, for organic field. A dripline system was used as irrigation method for both environments, and water volumes were calculated according to crop evapotranspiration. Harvest (on August 11<sup>th</sup> for conventional field and on August 16<sup>th</sup> for biological field) was conducted 15 days after the last irrigation. For each plot, 12 plants (4 m<sup>2</sup>) were harvested from the central binary and agronomic, qualitative, chemical and physical tests were performed.

CRA-ORT carried out agronomic surveys to determine total and commercial production per unit surface and, at the same time, representative samples were taken for chemical, physical and qualitative determinations on fresh berries.

#### Industrial Processing

About 200 kg of ripe fruits per variety and per field were delivered to the SSICA offices of Parma and Angri (Salerno) to be industrially processed into puree and whole peeled tomatoes.

Tomatoes were crushed and peeled using SSICA's semi-industrial pilot plants according to the flow charts shown in Figures 1a and b.

#### Chemical and Physical Analysis

The qualitative analysis focused on the assessment of the following parameters: °Brix, pH, Hunter Colour, Bostwick consistency, total acidity, total sugars and total solids, carotenoids, polyphenols and ascorbic acid.

Before being analysed, the fresh tomato samples (about 5 kg) were cold crushed under vacuum to maintain the chemical-physical and nutritional characteristics of the raw

material unaltered as much as possible. In total, 24 samples (Table 2) were analysed, with each analysis repeated three times.

**1. Extraction and Quantification of Lycopenes.** The determination of carotenoid content was carried out following the method developed previously by the Tomato Products Sector of SSICA (Sandeï et al., 2009), which uses the ASE 350® system (accelerated solvent extractor, Dionex) for the quantitative extraction of carotenoids from the matrix with THF as the extraction solvent. The quantification was then performed by chromatography (C18 column, Grace Vydac 201 TP 54 250 mm x 4.6 mm, 5 µm, eluent MeCN/MeOH/CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (75:21:4 v/v/v) + 0.1% of BHT+ 0.05% of Triethylamine + 0.05 M ammonium acetate, λ= 470 nm).

**2 Extraction and Quantification of Ascorbic Acid (Vitamin C).** The vitamin C content was determined by chromatography (Phenomenex Synergi column (250 × 4.60 mm) 4 µm Hydro-RP (80 Å), eluent 20 mM phosphate buffer pH 2.5, λ=254 nm) from a solution of sample diluted in metaphosphoric acid (HPO<sub>3</sub>) at 6%.

**3 Extraction and Quantification of Polyphenols.** Carotenoids and polyphenols were extracted from the matrix using the ASE 350® and aqueous ethanol (EtOH 70%) with the addition of 0.1% formic acid (HCOOH) as extraction solvent at a temperature of 80°C. The extraction conditions were optimized previously (data not published). Briefly, about 4 g of sample were dispersed in a similar amount of diatomaceous earth (Sigma Aldrich) and introduced in a 22 ml stainless steel cell included in the instrument. The latter operated in Solvent Saver mode with a flow rate of 1 ml/min and a heating phase of 5 min. The extracts obtained were concentrated and then analysed by HPLC (Phenomenex Synergi column (250 × 4.60 mm) 4 µm Hydro-RP, eluent A) H<sub>2</sub>O + 0.2% HCOOH, B) MeCN + 0.2% HCOOH: 0 min 90% A, 14 min 50% A, 24 min 30% A; DAD detector λ= 285, 320, 350, 360 nm).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Agronomic and Production Results

Agronomic assessment and bio-productive features are reported in detail by Zaccardelli et al. (2012). The commercial production obtained in the two experimental fields showed significant differences between the two farming systems, rather than between the two varieties (Zaccardelli et al., 2012). The 'Faraday' cultivar showed a commercial production of 37.2 tons per hectare under organic farming and 67.4 t/ha under conventional farming. The 'Docet' cultivar had a similar trend: 30.3 t/ha for organic samples and 78.0 t/ha for conventional ones.

### Analytical Characterization Performed on Fresh and Crushed Tomato ('Faraday' Cultivar)

After vacuum crushing, the fresh berries were characterized analytically in terms of commercial quality, namely °Brix, pH, Hunter colour, total acidity, Bostwick consistency and sugars.

The data obtained (Fig. 2) showed that the berries from both organic and conventional farming were within the optimal "range" of suitability for processing. More pronounced differences were observed for the nutritional characterization, i.e. the quantification of the characteristic bioactive compounds naturally present. Figure 3 shows that there were significant differences (ANOVA) in ascorbic acid and polyphenols (Rutin and Naringenin) in organic tomatoes compared to conventional ones. This behaviour is in agreement with literature (Mitchell et al., 2007; Leifert, 2009; Fell, 2003; Vallverdú-Queralt et al., 2012) and can be explained pointing out that plants grown under organic farming, not relying on the help of pesticides commonly used in integrated pest management systems, respond to the severe stress caused by adverse environmental factors, by a strengthening of their defence mechanisms, which leads to an increased synthesis of certain metabolites, including antioxidants such as ascorbic acid and polyphenols. Conversely, the content of lycopenes suggested that the synthesis of these

compounds was only partially affected by the employed agronomic practices.

Following the processing into tomato puree, the generic quality was in line with the fresh product trends. The only significant difference was Bostwick consistency: 5 cm/30 s and 6 cm/30 s for organic tomato puree and for the conventional one, respectively. For the bioactive compounds after industrial processing, the same trend found in the fresh product was recorded with higher average values in the organic product than in the conventional one (Fig. 3), albeit with obvious reductions attributable to the technological process. In particular, processed tomato maintained 80% of the vitamin C content present in the fresh matter (Fig. 4). For lycopenes and polyphenols, instead, there was no significant reduction (approximately 5 and 18% in lycopenes and total polyphenols, respectively), with the adopted industrial processing conditions. Figure 3 highlights the effect of processing on some important quality parameters. Specifically, it is evident that the tomato puree process did not heavily affect any of the parameters considered, which all remained above 80% compared to the initial values. Furthermore, industrial processing did not highlight different behaviour between the two crop managements.

#### Analytical Characterizations Performed on Fresh and Peeled Tomatoes ('Docet' Cultivar)

Similarly to 'Faraday' cultivar, berries of 'Docet' cultivar, after delivery to SSICA, were vacuum crushed to make analytical determinations relating to the parameters of generic and commercial quality (see above). Also this variety of tomato, with elongated morphology typical for producing peeled tomatoes, showed excellent quality characteristics that made it particularly suitable for industrial processing (Fig. 5), and that were nearly identical in both fruits from organic and conventional farming (e.g. 4.3 pH). On the contrary, statistically significant differences (ANOVA) were in the antioxidant content. In particular, organic tomatoes showed a higher content of polyphenols (Rutin and Naringenin) and especially of vitamin C compared to conventional ones (Fig. 6), while the content of lycopenes, as already noted in the 'Faraday' variety for crushed tomato, had a similar value in both samples (fresh organic and conventional 'Docet').

Following the processing into peeled tomatoes, noticeable changes in bioactive compounds were recorded, in particular: vitamin C remained only by around 60% and polyphenols by around 50% (Fig. 7), reflecting the trend observed in the fresh product, with organic tomatoes that presented larger amounts of antioxidants than conventional tomatoes. These substantial losses are likely due, in the case of ascorbic acid, to oxidative processes triggered during the industrial processing phases carried out at rather high temperatures and in the presence of oxygen (there are many phases in which the product comes in contact with air). In addition to oxidation phenomena, the decrease in polyphenols is probably also associated with the almost total removal of the skins, which is the portion of berries that is naturally richer in these metabolites. Instead, the data relating to lycopenes did not show changes or significant drops compared to the fresh product, confirming that the carotenoid molecules are oxidised less easily than phenolic substances (being endowed with a higher redox potential than the latter (Jovanovic et al., 1994; Burke et al., 2004). Moreover, there is still the addition of preserving liquid that is partially concentrated, rich in insoluble lipophilic components (carotenoids, etc.). By comparing Figures 3 and 6 the processing of peeled tomatoes seems more strongly to affect nutrient content than the processing of crushed tomatoes.

#### CONCLUSIONS

The cultivation of processing tomatoes in Italy covers approximately 86,000 hectares of land, of which only about 2,500 hectares are devoted to organic farming (Sinab, 2011).

The *BioPomNutri* project aimed to assess with an as much as possible complete experimental design (from farm to fork), the agronomic performance, nutritional and



technological quality, and processing suitability of two tomato cultivars currently on the market. Being the data collected still partial, since they only refer to the first year of experimentation of the “*BioPomNutri*” project, it can be concluded that:

- The qualitative and nutritional characterisation of fresh and processed tomatoes made it possible to detect significant differences in the content of antioxidants between the derivatives of products from organic farming and those of products from conventional farming. Organic products showed better nutritional characteristics (Figs. 8 and 9) compared to conventional products.
- The industrial processing into tomato purees had a limited effect on evaluated quality parameters; differently, the processing into peeled tomatoes caused a significant loss of the same.
- Compared to the recent past, organic tomatoes showed an improved commercial quality, which was absolutely comparable to that of products from the integrated pest management system. Even though these data are quite encouraging, organic fruit production remained far below that of conventional production (was ~35 t/ha of average yield of organic tomatoes against ~70 t/ha of average yield of conventional tomatoes).
- The tomato puree process maintained approximately 85% of the antioxidant content compared to fresh tomato, whereas peeled tomatoes contained about 60%, for both organic and conventional products, with the difference that in organic tomatoes the initial average content was higher.

This preliminary year of experimentation highlights the urgent need to organise in-depth studies aimed at further increasing the commercial competitiveness of organic tomato; in particular, through the implementation of breeding programs (conventional breeding) to develop organic varieties that are not only suitable for industrial processing, but also more productive. Moreover, given the growing interest shown by consumers towards products that are naturally richer in antioxidant compounds, and in a context of increased attention to bio-sustainability of global production, the development of new commercial products obtained from organic raw materials could provide the inspiration for a new market boost in this sector, which has always been considered strategic for the Italian food industry.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This project has been supported by the Italian Ministry of Agriculture Food and Forestry Policies.

#### Literature Cited

- Bilton, R., Gerber, M., Grolier, P. and Leoni, C. 2001. The White Book on antioxidants in tomatoes and tomato products and their health benefits, 2<sup>nd</sup> Ed. CMITI Srl, Avignon.
- Burke, M., Edge, R., Land, E.J., McGarvey, D.J., Truscott, T.G. 2001. One-electron reduction potentials of dietary carotenoid radical cations in aqueous micellar environments. *FEBS Letters* 500:132-136.
- Dangour, A., Dodhia, S., Hayter, A., Aikenhead, A., Allen, E., Lock, K. and Uauy, R. 2009. Comparison of composition (nutrients and other substances) of organically and conventionally produced foodstuffs: a systematic review of the available literature. 2009. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/organicreviewappendices.pdf>.
- European Organization of Tomato Industries (OEIT) 2012. CAP: OEIT reiterates its main observations. *Tomato News*. 4:41-42.
- Federalimentare. 2012. [www.federalimentare.it](http://www.federalimentare.it)
- Fell, A. Organic and Sustainable Foods Have More Polyphenolics Linked to Health Benefits. [http://www.news.ucdavis.edu/search/news\\_detail.lasso?id=6312](http://www.news.ucdavis.edu/search/news_detail.lasso?id=6312).
- ISMEA. 2012. [www.ismea.it](http://www.ismea.it)
- Jovanovic, S.V., Steenken, S., Tosic, M., Marjanovic, B. and Simic, M.G. 1995. Flavonoids as Antioxidants. *Journal of the American Chemical Society* 116:4846-4851.

Leifert, C. 2009. [www.qlif.org/Library/leaflets/folder\\_2\\_small.pdf](http://www.qlif.org/Library/leaflets/folder_2_small.pdf).  
 Mitchell, A.E., Hong, Y.-J., Koh, E., Barrett, D.M., Bryant, D.E., Denison, R.F. and Kaffka, S. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:6154-6159.  
 Sandei, L., Risi, P. and Bloise, F. 2009. Development and standardisation of an accelerated solvent extraction method for lycopene analysis. *Acta Hort.* 823:173-188.  
 Sandei, L., Adamo, P. and Rao, M.A. 2012. Pomodoro trasformato, il convenzionale batte il bio. *L'Informatore Agrario* 7:40-42.  
 Vallverdú-Queralt, A., Jáuregui, O., Medina-Remón, A. and Lamuela-Raventós, R.M. 2012. Evaluation of a method to characterize the phenolic profile of organic and conventional tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60:3373-3380.  
 Willcox, J.K., Catignani, G.L. and Lazarus, S. 2003. Tomatoes and Cardiovascular Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 43:1-18.  
 Zaccardelli, M., Ronga, D., Ragosta, G., Vadalà, R., Pirondi, S., De Sio, F., Perrone, D., Sandei, L., Adamo, P. and Rao, M.A. 2012. Pomodoro trasformato, il convenzionale batte il bio. *L'Informatore Agrario* 7:40-42.

Tables

Table 1. Batches processed: IPM stands for Integrated Pest Management.

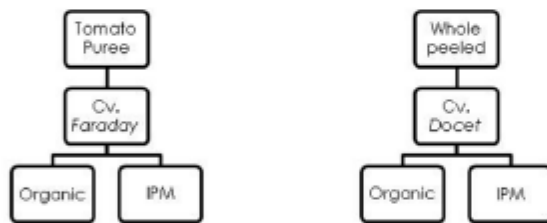
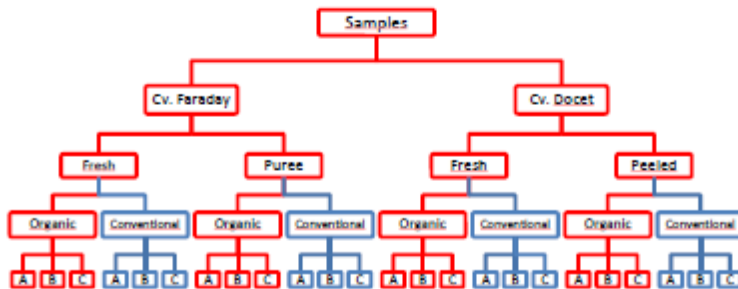


Table 2. BioPomNutri Experimental design plot.



Figures

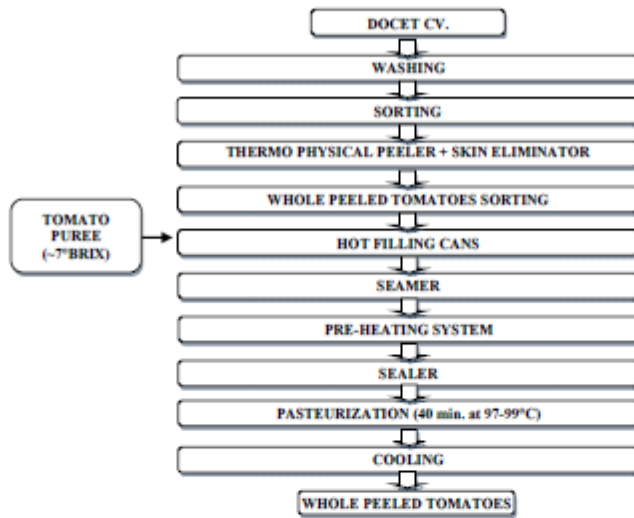


Fig. 1a. Flow chart of whole peeled tomato processing.

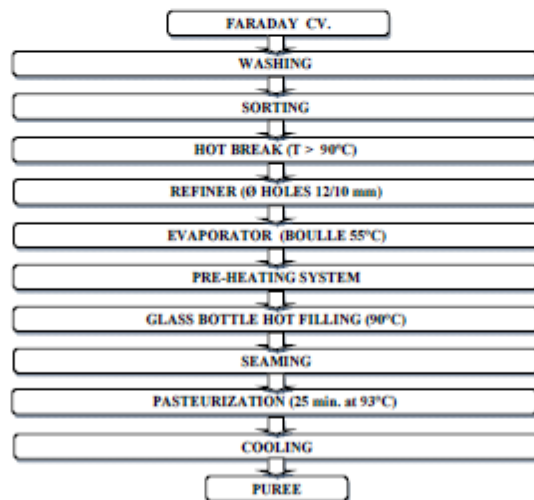


Fig. 1b. Flow chart of tomato puree processing.

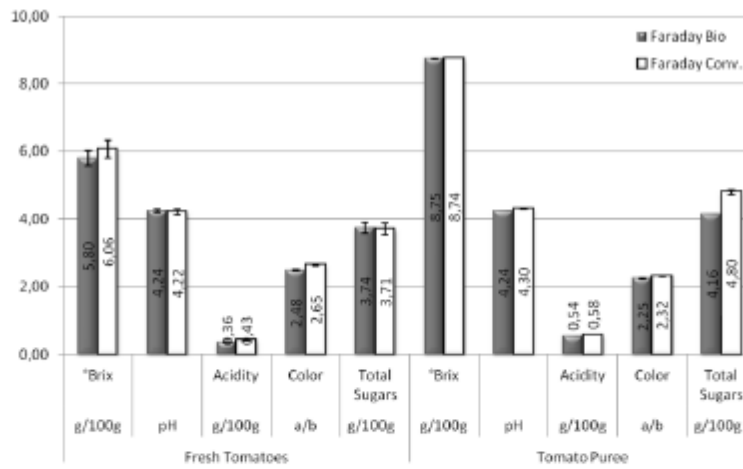


Fig. 2. Effect of industrial processing of tomato puree on the generic quality ('Faraday').

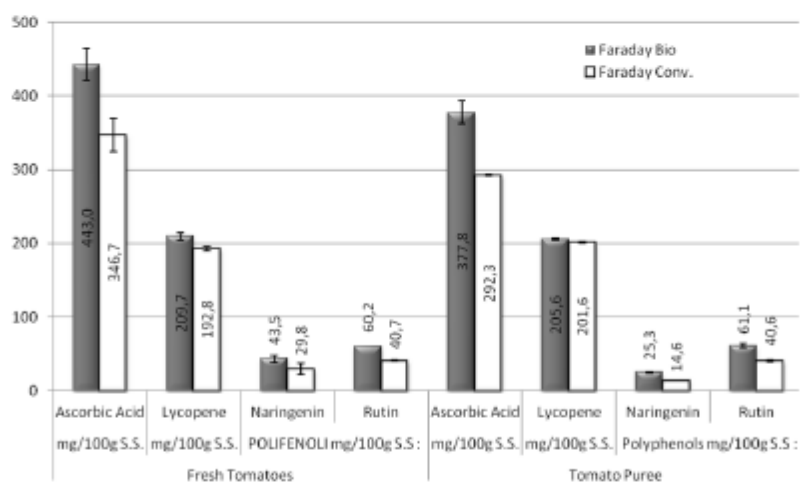


Fig. 3. Effect of industrial processing on the nutritional content of tomato puree ('Faraday').

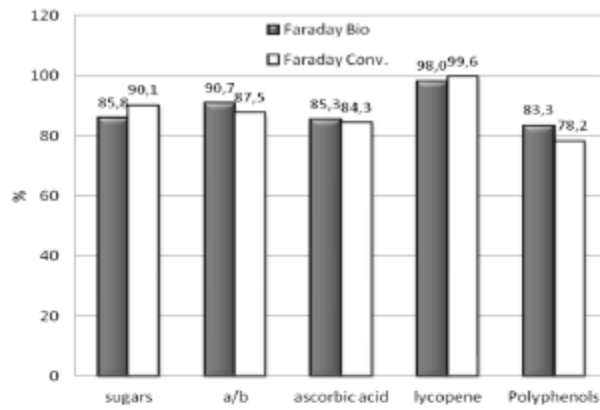


Fig. 4. Nutrient maintenance after processing of cultivar 'Faraday'.

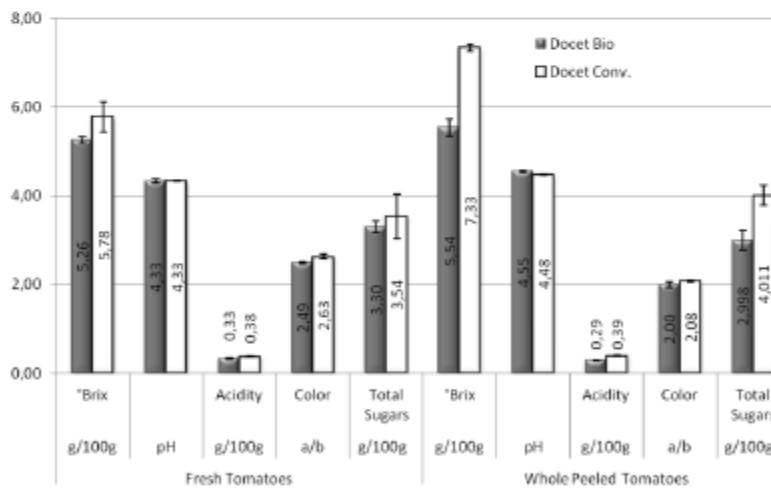


Fig. 5. Effect of industrial processing of peeled tomatoes on the generic quality of cultivar 'Docet'.

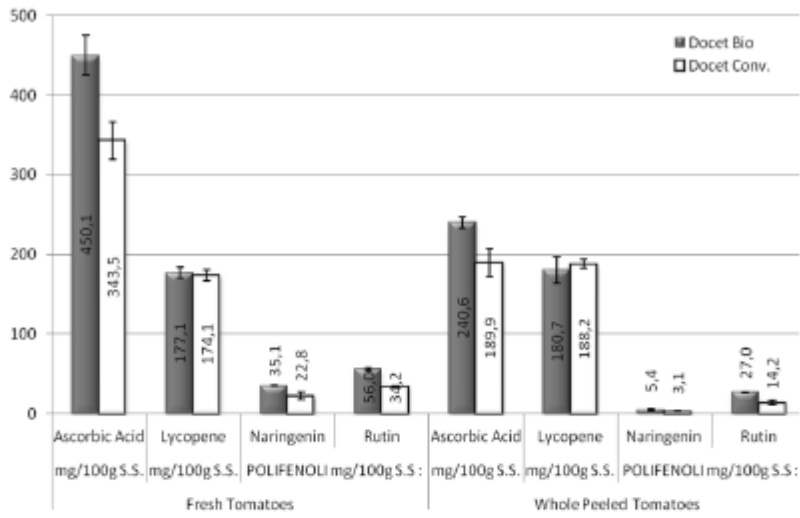


Fig. 6. Effect of industrial processing of peeled tomato on the nutritional content of cultivar 'Docet'.

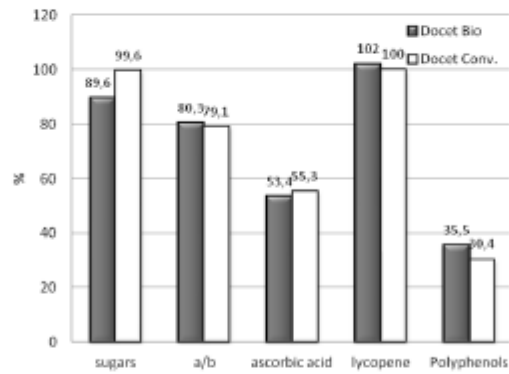


Fig. 7. Nutrient content in tomato of cultivar 'Docet' after processing.

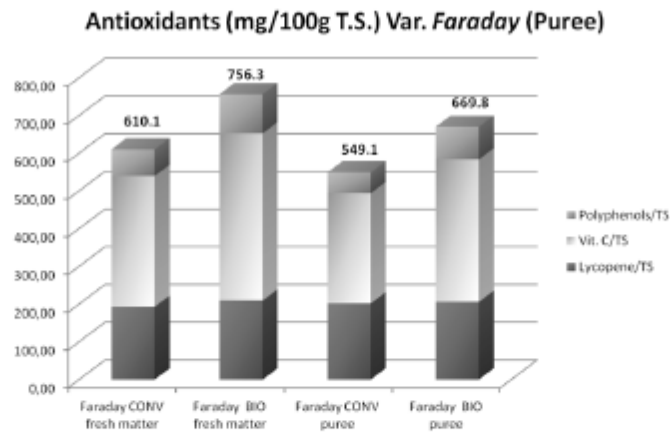


Fig. 8. Total content of antioxidants in fresh and processed (crushed) tomato of cultivar 'Faraday'.

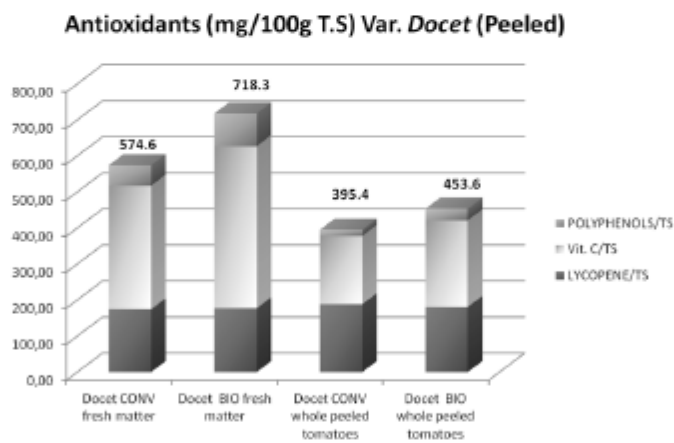


Fig. 9. Total content of antioxidants in fresh and processed (peeled) tomato of cultivar 'Docet'.