

successivamente si sono verificati frequenti eventi piovosi che si sono protratti per tutto il ciclo colturale, non rendendo necessari ulteriori irrigazioni. Complessivamente con le tre irrigazioni differenziate per tesi sono stati apportati: 375 m<sup>3</sup>/ha (Tesi C), 300 m<sup>3</sup>/ha (Tesi C-20), 225 m<sup>3</sup>/ha (Tesi C-40).

La raccolta della prova è iniziata il 28/09/2010 e si è conclusa il 27/10/2010. Durante tale periodo il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. ha operato in costante collaborazione con i tecnici della 3A-PTA fornendo il necessario supporto nell'individuazione dell'epoca ottimale di raccolta, nella valutazione della produzione di ogni singola parcella e nella predisposizione dei campioni prelevati dai tecnici del Parco Tecnologico per sottoporli alle analisi previste nel progetto.

### **Valutazione di differenti film biodegradabili per pacciamatura su melone – PROVA 2010**

La prova è stata realizzata dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. in collaborazione con i tecnici della 3A-PTA e con il Responsabile Scientifico per valutare l'efficienza di differenti film biodegradabili forniti da Novamont S.p.a. da impiegare per la pacciamatura su melone e gli effetti sullo sviluppo della coltura e sulle caratteristiche dei prodotti. In particolare 3 tipologie di film forniti da Novamont: nero biodegradabile 15 µm (**N BIO 15**), nero biodegradabile 12 µm (**N BIO 12**), fumè biodegradabile 20 µm (**F BIO 20**), sono stati valutati in confronto con un telo in polietilene nero da 40 µm (**N 40**) normalmente disponibile in commercio.

Per la realizzazione della sperimentazione la Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. individuato il terreno, sul quale nell'annata precedente erano state distribuite 40 t/ha di letame, ha eseguito un'aratura e condotto una concimazione di fondo distribuendo 0,14 t/ha fosfato biammonico 18-46 e 0,1 t/ha Solfato Potassico Magnesiaco (30% K<sub>2</sub>O - 10% MgO - 42% SO<sub>3</sub>) apportando 25,0 Kg/ha di N, 63,9 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 31,3 Kg/ha di K<sub>2</sub>O, 10,4 Kg/ha di MgO e 43,8 Kg/ha di SO<sub>3</sub>, interrati con le lavorazioni eseguite per preparare il terreno per la semina.

Dopo aver provveduto alla preparazione del terreno per la semina mediante aratura e successive erpicature, il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., seguendo lo schema sperimentale impostato dal Responsabile Scientifico, ha eseguito lo squadro dell'appezzamento e la sistemazione del terreno in "porche" mediante baulatura. Andando a costituire delle aiuole larghe 1,60 m con distanza tra i colmi di 2,00 m.

Successivamente il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. ha provveduto alla stesura delle manichette collegate all'impianto di irrigazione a goccia ed alla messa in opera lungo le "aiuole" della pacciamatura.

La messa in opera dei film per la pacciamatura è stata fatta in accordo con il personale della 3A-PTA e seguendo lo schema sperimentale impostato dal Responsabile Scientifico Dott. Paolo Benincasa (Fig. 4).



**Figura 4 - Valutazione di differenti film biodegradabili per pacciamatura su melone – PROVA 2010**

Il 09/07/2010 è stata eseguita la semina forando alla distanza prestabilita (1foro/1m) il telo e provvedendo alla messa a dimora della varietà 01ZS735 MARCELO della Zetaseed.

Come normale prassi è stata adottata una densità di 0,5 piante/m<sup>2</sup> ed un sesto di impianto a file semplici con distanza tra le file di 2,0 m e distanza tra le piante sulla fila di 1,0 m. La prova come da schema ha interessato 8 file, due per ciascuna delle tipologie di film impiegate nella sperimentazione. Ogni parcella era composta da 2 file costituite da 30 piante ciascuna, in cui il personale della 3A-PTA ha individuato la zona rilievo e raccolta costituita da 5 piante centrali per fila (10 piante/parcella).

La coltura durante il suo sviluppo è stata sottoposta ad un continuo monitoraggio da parte del personale della 3A-PTA che ha eseguito, sotto le indicazioni del responsabile scientifico, rilievi riguardanti le fasi fenologiche (fioritura, allegagione, maturazione), l'incidenza di fisiopatie e patologie biotiche e il comportamento in campo dei teli durante la sperimentazione.

Durante l'intero periodo di durata della prova la coltura è stata gestita dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G, che ha eseguito tutti gli interventi colturali necessari. In particolare per la concimazione di copertura sono state distribuite, mediante fertirrigazione, 45,5 Kg/ha di N, 159,8 Kg/ha di K<sub>2</sub>O, 0,4 Kg/ha di MgO utilizzando 0,35 t/ha di Nitrato di potassio 13-0-46 e 3,5 l/ha di T-Algamin (soluzione di Nitrato di Magnesio, Azoto (N) nitrico 7% pari a 93 g/l a 20°C Ossido di magnesio (MgO) solubile in acqua 9% pari a 120 g/l a 20°C).

Per la difesa fitosanitaria della coltura nel rispetto delle prescrizioni indicate nel Disciplinare Regionale di Produzione Integrata del melone sono stati impiegati i seguenti principi attivi: Cymoxanil – rame metallo da ossicloruro (f.c. CURZATE R WG) per il controllo della Peronospora delle cucurbitacee (*Pseudoperonospora cubensis*).

La raccolta della prova è iniziata il 20/09/2010 e si è conclusa il 07/10/2010. Durante tale periodo il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. ha operato in costante collaborazione con i tecnici della 3A-PTA fornendo il necessario supporto nell'individuazione dell'epoca ottimale di raccolta, nella valutazione della produzione di ogni singola parcella e nella predisposizione dei campioni (due per ogni parcella) che sono stati prelevati il 27/09/2010 dai tecnici del Parco Tecnologico per sottoporli alle analisi previste nel progetto.

### **Valutazione dell'efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio – PROVA 2010**

La prova è stata realizzata dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. in collaborazione con i tecnici della 3A-PTA e con il Responsabile Scientifico per valutare la possibilità di introdurre il pirodiserbo per il controllo delle infestanti in post-emergenza su spinacio. Tale sperimentazione prevedeva il confronto tra tre differenti itinerari tecnici per il controllo delle infestanti su spinacio: Chimico 1: Diserbo in pre-emergenza; Chimico 2: Diserbo in pre-emergenza + eventuale intervento in post-emergenza; Pirodiserbo eseguito in post-emergenza.

Per realizzare la sperimentazione la Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., individuato il terreno più idoneo alla conduzione della prova, in base alle caratteristiche fisico-chimiche del suolo ed alle esigenze della coltura ha provveduto alla esecuzione di una concimazione di fondo apportando 45 Kg/ha di N, 115 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sottoforma di fosfato biammonico 18-46 (0,25 t/ha), interrato con le lavorazioni eseguite per preparare il terreno alla semina.

Dopo aver provveduto alla preparazione del terreno per la semina mediante aratura e successive erpicature, il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., seguendo lo schema sperimentale impostato dal Responsabile Scientifico, ha eseguito lo squadro dell'appezzamento e la sistemazione del terreno in "porche" mediante baulatura. Andando a costituire delle aiuole larghe 1,60 m tali da contenere 5 file semplici/baule.

La semina della coltura, che è stata eseguita il 12/10/2010 utilizzando la varietà Matador ed adottando come normale prassi una densità di 120 piante/m<sup>2</sup> (distanza sulla fila teorica 2,6 cm ed interfila effettiva  $160/5 = 32$  cm). Seguendo lo schema sperimentale su indicazione del personale

della 3A-PTA sono stati individuati tre “parcelloni” riferiti alle rispettive tesi Chimico 1, Chimico 2 e Pirodiserbo ciascuno costituito da 3 baulature che si sviluppavano per una lunghezza di 50 m. All’interno di ciascun “parcellone” il personale della 3A-PTA ha provveduto ad individuare 3 zone “rilievo e raccolta” localizzate nella baulatura centrale e costituite dalle tre file centrali e da 2 m lineari centrali/fila.

La coltura durante il suo sviluppo è stata sottoposta ad un continuo monitoraggio da parte del personale della 3A-PTA che ha eseguito, sotto le indicazioni del responsabile scientifico, rilievi riguardanti lo stato fitosanitario della coltura e l’evoluzione della flora infestante.

Durante l’intero periodo di durata della prova la coltura è stata gestita dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. che ha eseguito tutti gli interventi colturali necessari in base alla propria esperienza professionale. In particolare ha provveduto ad eseguire la concimazione di copertura apportando 78 Kg/ha di N, distribuendo 0,3 t/ha di Nitrato ammonico (26% di N).

Nei “parcelloni” relativi alle tesi Chimico 1 e Chimico 2, come da protocollo, è stato eseguito un intervento in pre-emergenza per il controllo delle infestanti con il f.c. Lenacilo FCS (p.a. Lenacil puro 43,8%). A causa della scarsa presenza di infestanti non è stato ritenuto necessario eseguire interventi in post-emergenza come era previsto per le tesi Chimico 2 e Pirodiserbo.

Per evitare problemi di “mancanza di infestanti” si è provveduto nella prova condotta nel 2011 alla semina di “essenze infestanti” prima della messa a dimora della coltura.

## SECONDA ANNUALITÀ – 2011

### **Valutazione della risposta produttiva dello zucchini alla riduzione dei volumi irrigui aziendali – PROVA 2011**

Tale prova è stata realizzata dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. con le stesse finalità della *Prova 2010: Valutazione della risposta produttiva dello zucchini alla riduzione dei volumi irrigui aziendali* adottando, in base alle indicazioni fornite dal responsabile della supervisione scientifica e dai tecnici della 3A-PTA, un differente schema rispondente alle necessità tecniche e scientifiche della sperimentazione.

Per la realizzazione della sperimentazione la Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. individuato il terreno più idoneo alla conduzione della prova, dopo aver provveduto all’esecuzione dell’aratura, ha condotto una concimazione di fondo apportando 60 Kg/ha di N, 153 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 144 Kg/ha di K<sub>2</sub>O sottoforma di fosfato biammonico 18-46 (0,3 t/ha) e Solfato di potassio (0,27 t/ha) interrati con le lavorazioni eseguite per preparare il terreno al trapianto.

Dopo aver provveduto alla preparazione del terreno per il trapianto mediante aratura e successive erpicature, il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., in accordo con la 3A-PTA e seguendo lo schema sperimentale impostato dal Responsabile Scientifico Dott. Paolo Benincasa, ha provveduto allo squadro dell'appezzamento per la messa a dimora della coltura.

Successivamente è stato messo in opera l'impianto per l'irrigazione a goccia "differenziata", costituito dalla motopompa che attingeva dal fiume Tevere, della tubazione di mandata, dal sistema di filtraggio a sabbia e a maglia, dalle tre linee di testata complete delle rispettive valvole per la gestione dei tre differenti regimi irrigui (C, C-20, C-40), delle manichette di collegamento e da tutti gli accessori richiesti alla costituzione dell'impianto (Fig. 5). In rapida successione si è provveduto alla stesura del film per la pacciamatura.



**Figura 5 - Valutazione della risposta produttiva dello zucchini alla riduzione dei volumi irrigui aziendali – PROVA ANNATA 2011: impianto di irrigazione**

Il 11/05/2011 è stata eseguito il trapianto utilizzando la varietà Tocon-zm, adottando come normale prassi una densità di 1,1 piante/m<sup>2</sup> ed un sesto di impianto a file semplici con distanza tra le file di 1,5 m e distanza tra le piante sulla fila di 0,61 m.

La prova come da schema è stata impostata costituendo 9 parcelle, ciascuna formata da 4 file, costituite da 30 piante/fila.

Il personale della 3A-PTA ha definita per ciascuna parcella, la zona rilievo e raccolta, che è stata localizzata nelle due file centrali individuando 6 piante centrali per fila (12 piante/parcella). (Fig. 6).



**Figura 6 - Valutazione della risposta produttiva dello zucchini alla riduzione dei volumi irrigui aziendali – PROVA ANNATA 2011**

La coltura durante il suo sviluppo è stata sottoposta ad un continuo monitoraggio da parte del personale della 3A-PTA che ha eseguito, sotto le indicazioni del Responsabile Scientifico, rilievi riguardanti le fasi fenologiche (fioritura, allegagione, maturazione) e l'incidenza di fisiopatie e patologie biotiche.

Durante l'intero periodo di durata della prova la coltura è stata gestita dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G che ha eseguito tutti gli interventi colturali necessari. In particolare per la concimazione di copertura sono state distribuite, mediante fertirrigazione, 17 Kg/ha di N, 25 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 38 Kg/ha di K<sub>2</sub>O come concime complesso Fertileader 4-6-9, in maniera omogenea su tutte le tesi a confronto.

Per la difesa fitosanitaria della coltura, nel rispetto delle prescrizioni indicate nel Disciplinare di Produzione Integrata della zucca da zucchini della Regione Umbria, è stato impiegato il principio attivo Bupirimate (f.c. NIMROD 250 EV) per il controllo del *Mal Bianco* (*Erysiphe cichoracearum* D.C.)

In riferimento all'irrigazione il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. dopo aver effettuato un'intervento in maniera omogenea su tutta la superficie per favorire l'attecchimento della coltura, come previsto dal protocollo di lavoro, ha provveduto ad applicare alla prova i tre differenti regimi irrigui. Come nell'annata precedente per ciascun intervento, la tesi di riferimento è stata il controllo normalmente irrigato, rappresentato dal volume irriguo che nelle specifiche condizioni ambientali e di sviluppo vegetativo, l'azienda in base alla propria esperienza professionale, applicherebbe della coltura. In funzione di questo sono stati definiti i quantitativi di acqua apportati, con ciascun intervento, relativamente alle tesi C-20 (volume ridotto del 20%) e C-40 (volume ridotto del 40%).

Complessivamente con le irrigazioni differenziate per tesi sono stati apportati: 2434 m<sup>3</sup>/ha (Tesi C), 1947 m<sup>3</sup>/ha (Tesi C-20), 1460 m<sup>3</sup>/ha (Tesi C-40).

La raccolta della prova è iniziata il 08/06/2011 e si è conclusa il 25/07/2011. Durante tale periodo il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. ha operato in costante collaborazione con i tecnici della 3A-PTA fornendo il necessario supporto nell'individuazione dell'epoca ottimale di raccolta, nella valutazione della produzione di ogni singola parcella e nella predisposizione dei campioni prelevati dai tecnici del Parco Tecnologico per sottoporli alle analisi previste nel progetto.

### **Valutazione di differenti film biodegradabili per pacciamatura su melone – PROVA 2011**

La prova è stata realizzata dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. con le stesse finalità della *Prova 2010: Valutazione di differenti film biodegradabili per pacciamatura su melone*. In particolare, in questa annata, 4 tipologie di film forniti da Novamont S.p.a.: nero biodegradabile 15 µm (**N. BIO 15: PC 11 N 1**), nero biodegradabile 20 µm (**N. BIO 20: PC 11 N 1/20**), fumè chiaro biodegradabile 20 µm (**F. CH. BIO 20: PC 11 F 6/20**), e fumè scuro biodegradabile 20 µm (**F. SC. BIO 20: PC 11 F7/20**), sono stati valutati in confronto con un telo in polietilene nero da 40 µm (**N 40**) normalmente disponibile in commercio, introducendo nella sperimentazione anche un controllo non pacciamato.

Per la realizzazione della sperimentazione la Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. individuato il terreno, dopo aver provveduto all'esecuzione dell'aratura, ha condotto una concimazione di fondo apportando 37,5 Kg/ha di N, 95,8 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 41,7 Kg/ha di K<sub>2</sub>O, 13,9 Kg/ha di MgO e 58,3 Kg/ha di SO<sub>3</sub> sottoforma di fosfato biammonico 18-46 (0,21 t/ha) e Solfato Potassico Magnesiaco (30% K<sub>2</sub>O - 10% MgO - 42% SO<sub>3</sub>) (0,14 t/ha), interrati con le lavorazioni eseguite per preparare il terreno al trapianto.

Dopo aver provveduto alla preparazione del terreno per il trapianto mediante aratura e successive erpicature, il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., seguendo lo schema sperimentale impostato dal Responsabile Scientifico, ha eseguito lo squadro dell'appezzamento e la sistemazione del terreno in "porche" mediante baulatura. Andando a costituire delle aiuole larghe 1,60 m con distanza tra i colmi di 2,00 m. Successivamente sono state stese le manichette collegate all'impianto di irrigazione a goccia e posti in opera i film per la pacciamatura.

La messa in opera dei film per la pacciamatura è stata fatta manualmente in accordo con il personale della 3A-PTA e seguendo lo schema sperimentale impostato dal Responsabile Scientifico Dott. Paolo Benincasa.

Il 20/05/2011 è stata eseguito il trapianto utilizzando la come nell'annata precedente la varietà 01ZS735 MARCELO della Zetaseed.

Come normale prassi è stata adottata una densità di 0,5 piante/m<sup>2</sup> ed un sesto di impianto a file semplici con distanza tra le file di 2,0 m e distanza tra le piante sulla fila di 1,0 m. La prova come da schema ha interessato 18 parcelle ciascuna composta da 2 file costituite da 30 piante ciascuna. Il personale della 3A-PTA ha definito per ciascuna parcella, la zona rilievo e raccolta, costituita da 5 piante centrali per fila (10 piante/parcella).

La coltura durante il suo sviluppo è stata sottoposta ad un continuo monitoraggio da parte del personale della 3A-PTA che ha eseguito, sotto le indicazioni del responsabile scientifico, rilievi riguardanti le fasi fenologiche (fioritura, allegagione, maturazione), l'incidenza di fisiopatie e patologie biotiche e il comportamento in campo dei teli durante la sperimentazione.

Durante l'intero periodo di durata della prova la coltura è stata gestita dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G, che ha eseguito tutti gli interventi culturali necessari. In particolare per la concimazione di copertura sono state distribuite, mediante fertirrigazione, 5,8 Kg/ha di N, 1,2 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,3 Kg/ha di K<sub>2</sub>O e 6,1 Kg/ha di CaO utilizzando Fertileader 4-6-9, Nitrato di calcio (15,5% di N – 26,5% di CaO) e Fertiactyl GZ (Concime NK in sospensione 13-5 + 8,7C a basso titolo di cloro).

Per la difesa fitosanitaria della coltura nel rispetto delle prescrizioni indicate nel Disciplinare Regionale di Produzione Integrata del melone sono stati impiegati i seguenti principi attivi: Solfato di rame e calce (f.c. Poltiglia Bordolese Caffaro), per il controllo della Peronospora delle cucurbitacee (*Pseudoperonospora cubensis*); mentre contro il *Mal Bianco* (*Erysiphe cichoracearum Sphaerotheca fuliginea*) è stato utilizzato Bupirimate (f.c. NIMROD 250 EW).

La raccolta della prova è iniziata il 22/07/2011 e si è conclusa il 16/08/2011. Durante tale periodo il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. ha operato in costante collaborazione con i tecnici della 3A-PTA fornendo il necessario supporto nell'individuazione dell'epoca ottimale di raccolta, nella valutazione della produzione di ogni singola parcella e nella predisposizione dei campioni che sono stati prelevati dai tecnici del Parco Tecnologico per sottoporli alle analisi previste nel progetto.

### **Valutazione dell'efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio – PROVA 2011**

La prova è stata realizzata dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. in collaborazione con i tecnici della 3A-PTA e con il Responsabile Scientifico con le stesse finalità della *Prova 2010: Valutazione dell'efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio*.

Per la realizzazione della sperimentazione la Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. individuato il terreno, dopo aver provveduto all'esecuzione dell'aratura, ha condotto una concimazione di fondo apportando 45 Kg/ha di N, 115 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sottoforma di fosfato biammonico 18-46 (0,25 t/ha), interrato con le lavorazioni eseguite per preparare il terreno alla semina. Dopo aver provveduto alla preparazione del terreno per la semina mediante aratura e successive erpicature, il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., seguendo lo schema sperimentale impostato dal Responsabile Scientifico, ha eseguito lo squadro dell'appezzamento e la sistemazione del terreno in "porche" mediante baulatura. Andando a costituire delle aiuole larghe 1,60 m tali da contenere 5 file semplici/baule.

Considerando che nell'annata precedente (2010) per "mancanza di infestanti", non sono stati eseguiti gli interventi in post-emergenza previsti per i "parcelloni" Chimico 2 e Pirodiserbo, si è provveduto nella prova condotta nel 2011 alla semina di "essenze infestanti".

In particolare su tutta la superficie interessata alla prova, sono state seminate manualmente (a spaglio) graminacee e dicotiledoni.

Tra le graminacee sono state utilizzate:

- *Festuca Arundinacea* (miscuglio 150 g/sup. prova)
- *Poa pratensis* L. (miscuglio 150 g/sup. prova)
- *Dactylis glomerata* L (Erba marzolina) (miscuglio 150 g/sup. prova)

Tra le dicotiledoni sono state messe a dimora:

- *Brassica napus* L. var. *Oleifera* D.C., (colza) var. Anaconda (1.500.000 semi/sup. prova)
- *Trifolium incarnatum* L. (miscuglio 150 g/sup. prova)

La semina della coltura, è stata eseguita il 27/09/2011 utilizzando la varietà Gladiator adottando una densità di 80 piante/m<sup>2</sup> (distanza sulla fila teorica 5 cm ed interfila effettiva 25 cm). Successivamente è stata eseguita una rullatura per favorire la germinazione della coltura (Fig 7 – 8).



Figura 7 - 8 - Valutazione dell'efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio – PROVA ANNATA 2011

Seguendo lo schema sperimentale su indicazione del personale della 3A-PTA sono stati individuati tre “parcelloni” riferiti alle rispettive tesi Chimico 1, Chimico 2 e Pirodiserbo ciascuno costituito da 3 baulature che si sviluppavano per una lunghezza di 40 m (9-10-11).



**Figura 9-10-11 - Valutazione dell'efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio – PROVA ANNATA 2011: “Parcelloni” Chimico 1 – Chimico 2 - Pirodiserbo**

All'interno di ciascun “parcellone” il personale della 3A-PTA ha provveduto ad individuare 3 zone “rilievo e raccolta” localizzate nella baulatura centrale e costituite dalle tre file centrali e da 2 m lineari centrali/fila.

La coltura durante il suo sviluppo è stata sottoposta ad un continuo monitoraggio da parte del personale della 3A-PTA che ha eseguito, sotto le indicazioni del responsabile scientifico, rilievi riguardanti lo stato fitosanitario della coltura e l'evoluzione della flora infestante.

Durante l'intero periodo di durata della prova la coltura è stata gestita dal personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. che ha eseguito tutti gli interventi culturali necessari in base alla propria esperienza professionale. In particolare ha provveduto ad eseguire la concimazione di copertura apportando 65 Kg/ha di N, distribuendo 0,25 t/ha di Nitrato ammonico (26% di N).

Nei “parcelloni” relativi alle tesi Chimico 1 e Chimico 2, come da protocollo, è stato eseguito un intervento in pre-emergenza per il controllo delle infestanti con il f.c. Lenacilo FCS (p.a. Lenacil puro 43,8%). L’intervento in post-emergenza previsto per la tesi Chimico 2 è stato eseguito impiegando il p.a. Quizalofop-p-etile (f.c. Targa Flo). Mentre nel “parcellone” Pirodiserbo l’intervento con fiamma libera è stato eseguito il 29/11/2011 (Fig. 12 – 13).



**Figura 12-13 - Valutazione dell’efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio – PROVA ANNATA 2011: Esecuzione Pirodiserbo**

Durante la raccolta (27/03/2012 e 03/04/2012) il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. ha operato in costante collaborazione con i tecnici della 3A-PTA fornendo il necessario supporto nell’individuazione dell’epoca ottimale di raccolta, nella valutazione della produzione di ogni singola parcella e nella predisposizione dei campioni che sono stati prelevati dai tecnici del Parco Tecnologico per sottoporli alle analisi previste nel progetto.

#### **4.3.2 PROVE DI PROCESSO E SPERIMENTAZIONE DI TECNICHE INNOVATIVE PER REALIZZARE PRODOTTI FRESCHI PRONTI E PER LA PREPARAZIONE DI ORTAGGI - MESSA A PUNTO DI FILM INNOVATIVI CHE CONSENTANO LA REALIZZAZIONE DI PACKAGING FUNZIONALI CHE MIGLIORINO LE CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO E NE DETERMININO UN ALLUNGAMENTO DELLA SHELF- LIFE, (PROVE DI MACCHINABILITÀ, SALDABILITÀ, ECC)**

Per la realizzazione di queste attività in coerenza con le finalità ed i contenuti progettuali, il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. ha operato in stretta collaborazione con il personale del Dipartimento di Innovazione dei Sistemi Biologici, Alimentari e Forestali (DIBAF) dell'Università della Tuscia, della Società Analysis S.r.l. e di Novamont S.p.a..

In particolare presso il laboratorio della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. sono state effettuate delle prove aziendali che hanno preso in considerazione tutte le operazioni riguardanti la preparazione, il taglio, il trattamento, il confezionamento di spinaci freschi e cotti prodotti in azienda.

Tale sperimentazione impostata dal DIBAF dell'Università della Tuscia prevedeva oltre alla messa a punto delle fasi di preparazione, taglio, lavaggio e asciugatura, la valutazione delle caratteristiche e del comportamento dei film innovativi, biodegradabili forniti da Novamont S.p.a., da impiegare nel confezionamento degli spinaci freschi e cotti.

Prima dell'inizio della sperimentazione, in collaborazione con Analysys Srl, sono state effettuate numerose prove comparative utilizzando metodologie di confezionamento standard al fine di poter individuare le condizioni ottimali in riferimento al taglio, trattamento e confezionamento dei prodotti. L'esperienza ha fornito i parametri per individuare la migliore via da seguire nella fase di scelta dei campioni da utilizzare in termini di modalità di raccolta, sviluppo vegetativo e consistenza. Questo ha permesso nella successiva fase sperimentale del progetto di annullare gli errori imputabili alla scarsa o non adatta qualità dei campioni conferiti evitando errate interpretazioni dei dati ottenuti.

In via preliminare è stata quindi allestita una linea produttiva che tenesse conto delle esigenze di manipolazione e preparazione dello spinacio sia fresco che cotto, in modo da assicurare la possibilità di effettuare tutte le operazioni di abbattimento della temperatura in cella frigo, separazione e rimozione manuale delle foglie danneggiate, il taglio delle foglie, il lavaggio ed il confezionamento.

Sono stati inoltre condotti dal personale dedicato numerosi test riguardanti il tipo di taglio da utilizzare al fine di individuare quale riuscisse ad assicurare il migliore compromesso tra aspetto

del prodotto in sede di vendita, minimizzazione degli scarti e uniformità del prodotto finito. La fase di taglio rappresenta infatti uno dei punti critici del processo, in quanto l'affilatura delle lame e la loro sterilizzazione condizionano l'omogeneità e la conservabilità del prodotto finito.

Una volta messi a punto gli strumenti da utilizzare, con il supporto del personale del DIBAF dell'Università della Tuscia, sono realizzate due prove:

- 1) *Prova di caratterizzazione qualitativa di spinaci di IV gamma freschi confezionati in film packaging Novamont nel corso della conservazione a 4°C*
- 2) *Caratterizzazione qualitativa di spinaci di VI gamma freschi e cotti confezionati in due tipologie di materiale plastico (PET e PLA) nel corso della conservazione a 4°C.*

### **1) Prova di caratterizzazione qualitativa di spinaci di IV gamma freschi confezionati in film packaging Novamont nel corso della conservazione a 4°C**

Tale prova è stata impostata dal DIBAF dell'Università della Tuscia con l'obiettivo di valutare due tipologie di vaschette, una in polietilentereftalato (PET) e l'altra in polipropilene (PP), termosaldate rispettivamente con film in acido polilattico biodegradabile fornito dalla Novamont S.p.a. e con film commerciale in polipropilene (PP).

Per la realizzazione di tale prova il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., in base alle indicazioni fornite dal DIBAF dell'Università della Tuscia, ha adottato il seguente schema operativo:

1. *Abbattimento della temperatura del prodotto fresco:* disposizione dei spinaci appena raccolti in cella frigo per l'abbattimento della temperatura.
2. *Separazione e rimozione manuale delle foglie danneggiate*
3. *Taglio:* il taglio delle foglie sane è stato effettuato in maniera netta incidendo l'altezza del colletto con lame affilate e sterilizzate con una soluzione di ipoclorito di sodio al 5 %, al fine di ridurre il più possibile eventuali contaminazioni.
4. *Lavaggio:* dopo il taglio il prodotto è stato sottoposto ad un lavaggio sanitizzante con una soluzione di acqua ed acido peracetico alla concentrazione di 300 ppm, denominata "Tsunami", per una durata di 10 minuti, al fine di eliminare ogni possibile residuo batterico della lavorazione.
5. *Asciugatura:* gli spinaci sono stati lasciati asciugare all'aria per 30 minuti.
6. *Confezionamento:* una volta eseguita l'asciugatura si è provveduto a suddividere il prodotto lavorato in due campioni. Un campione è stato inserito in vaschette di polietilentereftalato (PET), che sono state termosaldate con il film biodegradabile fornito dalla Novamont S.p.a.. L'altro campione è stato posto in vaschette di polipropilene (PP) termosaldate con un film commerciale sempre in polipropilene (PP).

I due campioni sono stati quindi immediatamente immagazzinati in cella frigorifera ad una temperatura di 4°C.

I due campioni sono stati quindi consegnati alla società Analysis ed al DIBAF dell'Università della Toscana per essere sottoposti alle analisi previste dal progetto.

Durante la sperimentazione si sono verificate delle difficoltà legate alla saldabilità del film biodegradabile fornito da Novamont S.p.a. alle vaschette in PET. Tali problematiche che hanno in parte condizionato i risultati della prova, sono state segnalate al personale del DIBAF dell'Università della Toscana ed alla Novamont S.p.a..

## **2) Caratterizzazione qualitativa di spinaci di VI gamma freschi e cotti confezionati in due tipologie di materiale plastico (PET e PLA) nel corso della conservazione a 4°C.**

Tale prova è stata impostata dal DIBAF dell'Università della Toscana con l'obiettivo di valutare gli effetti che due diversi polimeri utilizzati per il confezionamento, il polietilentereftalato (PET) e l'acido polilattico (PLA), hanno sulla qualità di spinaci tagliati freschi e cotti.

### Prova condotta su spinaci freschi

Per la realizzazione di tale sperimentazione condotta sugli spinaci freschi, il personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., in base alle indicazioni fornite dal DIBAF dell'Università della Toscana, ha adottato lo stesso schema operativo seguito nella prova sopra esposta, con l'unica differenza per la fase di confezionamento:

1. *Abbattimento della temperatura del prodotto fresco*: disposizione dei spinaci appena raccolti in cella frigo per l'abbattimento della temperatura.
2. *Separazione e rimozione manuale delle foglie danneggiate*
3. *Taglio*: il taglio delle foglie sane è stato effettuato in maniera netta incidendo l'altezza del colletto con lame affilate e sterilizzate con una soluzione di ipoclorito di sodio al 5 %, al fine di ridurre il più possibile eventuali contaminazioni.
4. *Lavaggio*: dopo il taglio il prodotto è stato sottoposto ad un lavaggio sanitizzante con una soluzione di acqua ed acido peracetico alla concentrazione di 300 ppm, denominata "Tsunami", per una durata di 10 minuti, al fine di eliminare ogni possibile residuo batterico della lavorazione.
5. *Asciugatura*: gli spinaci sono stati lasciati asciugare all'aria per 30 minuti.
6. *Confezionamento*: una volta eseguita l'asciugatura si è provveduto a suddividere gli spinaci in due campioni. Un campione è stato inserito in vaschette di PET (polietilentereftalato) riciclabile e solitamente utilizzate per il confezionamento di ortaggi. L'altro campione è stato posto in vaschette in PLA (acido polilattico), biodegradabili.

I due campioni sono stati quindi immediatamente immagazzinati in cella frigorifera ad una temperatura di 4°C.

#### Prova condotta su spinaci freschi

Relativamente alla prova condotta con gli spinaci cotti, fino alla fase di asciugatura è stata adottata la medesima procedura operativa seguita per lo stesso prodotto fresco. Successivamente al lavaggio gli spinaci sono stati posti in acqua alla temperatura di 100°C e lasciati in ebollizione per 5 minuti. Trascorso questo periodo gli spinaci sono stati lasciati sgrondare per 30 minuti. Una volta asciugati si è provveduto ad eseguire il confezionamento come per la prova condotta sugli spinaci freschi, suddividendo il prodotto in due campioni. Un campione è stato inserito in vaschette di PET (polietilentereftalato) riciclabili e solitamente utilizzate per il confezionamento di ortaggi. L'altro campione è stato posto in vaschette in PLA (acido polilattico), biodegradabili. I due campioni sono stati quindi immediatamente immagazzinati in cella frigorifera ad una temperatura di 4°C.

I due campioni sono stati quindi consegnati alla società Analysis S.r.l. ed al DIBAF dell'Università della Tuscia per essere sottoposti alle analisi previste dal progetto.

I risultati dei test di laboratorio condotti dal DIBAF dell'Università della Tuscia e dalla Società Analysis S.r.l. sono stati illustrati e sottoposti al personale della Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., che dopo la loro analisi ha provveduto a condurre ulteriori prove in azienda per la messa a punto della tecnologia.

La Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. disponendo in azienda di una termosaldatrice con caratteristiche rispondenti alle richieste specifiche delle prove, non ha attivato l'affitto come previsto dalle spese ammesse, conducendo tutti i test di confezionamento con la termosaldatrice di proprietà.

In riferimento alla attrezzatura utilizzata per il taglio delle verdure è stato attivato un contratto di affitto per soli tre mesi. Le altre prove realizzate in azienda sono state condotte utilizzando, previa modifica, l'attrezzatura per il taglio delle verdure già disponibile in azienda.

Tutte le prove di processo condotte in azienda sono state realizzate da personale Dipendente junior. Nello specifico rispetto a quanto previsto nell'analisi dei costi, non è stato utilizzato personale qualificato, ma personale junior che ha operato sotto la supervisione continua e costante del titolare.

#### **4.4 IMPRESA INDIVIDUALE PIZZI GIORGIO MARIA**

**4.4.1 REALIZZAZIONE DELLE PROVE AGRONOMICHE NECESSARIE PER VALUTARE LE MIGLIORI CONDIZIONI PER OTTENERE PRODOTTI ORTOFRUTTICOLI (MELONE, VERDURE A FOGLIA LARGA, INSALATE), PIÙ ADATTA AD ESSERE TRASFORMATI COME FRESCHI PRONTI O IN IV GAMMA.**

Il partner Impresa Individuale “Pizzi Giorgio Maria” in seguito al cambiamento del partenariato inizialmente costituito ed alla riorganizzazione aziendale ha rinunciato alle attività previste ed al relativo contributo. La comunicazione della rinuncia al contributo concesso dalla Regione Umbria (Prot. 3A-PTA n.532 del 20/01/2014) è riportata nell’**Allegato 4**.

## **4.5 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA – DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGROALIMENTARI (Ora: DIPARTIMENTO PER LA INNOVAZIONE NEI SISTEMI BIOLOGICI, AGROALIMENTARI E FORESTALI)**

### **4.5.1. PREMESSA**

Come previsto nel progetto l'attività svolta dal Dipartimento è stata strettamente collegata a quella degli altri partner. Infatti, essendo tale attività prettamente di tipo conservativo e di confezionamento, la disponibilità del prodotto primario (ortaggi e frutta) e del prodotto secondario (la confezione) ha condizionato lo svolgimento delle operazioni.

La stretta collaborazione con il Capofila 3A-PTA, le aziende agricole, Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. e l'Impresa Individuale "Treppaoli Luca", la società Analysis S.r.l. e la società Novamont S.p.a., ha permesso di svolgere tre tipologie di sperimentazioni che hanno preso in considerazione le tre colture, zucchini, melone e spinacio, analizzate nell'ambito del progetto.

La prima attività svolta dal Dipartimento ha riguardato l'impiego del NIR-AOTF per individuare il giusto stadio di maturazione delle zucchine basandosi sul contenuto in sostanza secca. Come riportato di seguito i risultati sono stati eccellenti e oggi è possibile impiegare lo strumento per stabilire l'epoca di raccolta della zucca in funzione della concentrazione di sostanza secca. E' la prima volta a livello non solo nazionale ma internazionale che viene realizzata questo tipo di applicazione.

La seconda sperimentazione ha riguardato l'applicazione di film biodegradabili per il confezionamento dello spinacio sia crudo che cotto. Purtroppo il film fornito dalla Novamont non ha dato i risultati sperati più che altro perché non si è rivelato macchinabile, vale a dire saldabile, e inoltre con problemi di opacità del film e formazione di condensa. Siamo quindi ricorsi all'impiego di un altro film a base di acido lattico PLA in confronto con quello impiegato dalle aziende stesse e i dati sono riportati di seguito.

La terza sperimentazione ha riguardato il melone a fette e ha previsto sempre l'applicazione dei film sopradetti ma anche dell'acqua ozonata a confronto con il prodotto sanificante usato commercialmente (l'acido peracetico).

#### 4.5.2 SPERIMENTAZIONE - ZUCCHINE

Presso la Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G., nella prova “*Valutazione della risposta produttiva dello zucchini alla riduzione dei volumi irrigui aziendali*” realizzata nel 2011 ed impostata dal personale della 3A-PTA, attraverso l’impiego di uno spettrofotometro NIR (Near - Infrared) – AOTF (Acousto Optically Tunable Filter) (Barbieri-Gonzaga e Pasquini, 2005), il Dipartimento ha condotto il monitoraggio dei principali parametri che descrivono la qualità del frutto di *Cucurbita pepo* L., ed in particolare la quantità di sostanza secca, la durezza del frutto ed il colore. La cv di zucchini oggetto di studio è stata la Tocon-zm.

Il lavoro è consistito nel campionare i peponidi dalle 3 parcelle sperimentali predisposte per la prova, in modo da ottenere campioni rappresentativi dei diversi stati di accrescimento del frutto a partire dall’allegazione.

I campioni sono stati processati presso il laboratorio post - raccolta del Dipartimento di Innovazione dei Sistemi Biologici, Alimentari e Forestali (DIBAF) dell’Università degli Studi della Tuscia. Dalla zona mediana di ogni peponide mediante lo strumento Luminar 5030 Miniature Hand - held NIR Analyzer (Brimrose, Baltimore, MD) sono stati acquisiti 4 spettri in quattro punti equidistanti che sono stati successivamente mediati. L’acquisizione degli spettri è avvenuta in modalità per riflettanza diffusa nel range di lunghezza d’onda compreso tra 1100 e 2300 nm, con una capacità risolutiva di 2 nm. Contemporaneamente su ogni peponide è stata condotta l’analisi del colore mediante un colorimetro Minolta 2600d in modalità SCE, per la misura dell’angolo di colore ( $^{\circ}h$ ), ed è stata valutata la resistenza a penetrazione mediante un penetrometro elettronico da banco mod. 53205 (TR, Forlì, Italia) dotato di puntale da 7 mm. Gli stessi zucchini sono stati poi impiegati per la determinazione della sostanza secca. Sottili sezioni sono state asportate dalla parte centrale del peponide e messe in stufa a 105° C per 48 ore. La quantità di sostanza secca è stata espressa in percentuale mediante la formula:  $(100 \cdot \text{Peso secco}) / \text{Peso fresco}$ . Sugli zucchini impiegati per la determinazione della sostanza secca sono stati, inoltre, misurati il diametro medio e la lunghezza. L’elaborazione dei dati spettrali è stata effettuata con il software Unscrambler v9.7 (CAMO ASA, Oslo, Norvegia) ed è consistita nell’elaborare modelli di regressione PLS (Partial Least Square) per la predizione della quantità di sostanza secca, dell’angolo di colore e della durezza del frutto. I modelli predittivi ottenuti sono stati validati via cross - validazione dell’insieme dei dati (Internal Full Cross validation). In aggiunta è stata calcolata, sugli spettri medi di assorbanza ( $\log 1/R$ ) di ciascuna parcella e per ciascun tempo di acquisizione, l’analisi delle componenti principali (PCA).

Dai campionamenti effettuati a differenti stadi di accrescimento del peponide, risulta una chiara relazione inversa tra le caratteristiche biometriche del frutto (diametro e lunghezza) e la concentrazione di sostanza secca misurata che decresce con l’aumento delle dimensioni del

frutto. L'analisi PCA messa a punto sulle determinazioni NIR-AOTF risulta in grado di discriminare i campioni in base al tempo di campionamento e ne spiega la variabilità con solo due componenti principali (PC1=90%; PC2=10%). Gli algoritmi PLS ottenuti mostrano statisticamente significativi valori del coefficiente di determinazione in calibrazione superiore a 0,90 per le tre variabili investigate; nello specifico i coefficienti regressivi sono stati pari rispettivamente a 0,91 per la misura della % di sostanza secca e 0,94 per predizione quella dell'angolo di colore e della consistenza. In validazione la capacità predittiva dei modelli si mantiene buona per la determinazione della % di sostanza secca, con un coefficiente di determinazione in cross validazione ( $R^2_{cv}$ ) pari a 0.81 e un errore standard (SECV) di 0.46%. I modelli ottenuti per la predizione dell'angolo di colore e della consistenza del frutto riducono fortemente la loro performance in fase di cross - validazione, spiegando rispettivamente solo il 63% e il 55% della varianza dei campioni validati. La difficoltà della spettroscopia NIR nell'investigare tali parametri qualitativi nell'ambito alimentare con le lunghezze d'onda qui utilizzate trova riscontro in bibliografia (Pillonel et al., 2007; Cho et al., 1992 ).

Il presente studio dimostra la possibilità di applicare metodi spettrali NIR per valutare, via tecnica non-distruttiva, la percentuale di sostanza secca degli zucchini. Unitamente alla non distruttività e a tutti i caratteri positivi riscontrabili con questo tipo di tecniche analitiche, vantaggio della sperimentazione messa a punto risiede nella versatilità dello strumento AOTF NIR che può operare direttamente su pianta, riducendo quindi a zero i tempi di campionamento. Oltre ad essere un potenziale strumento per il monitoraggio dell'evoluzione della maturazione delle produzioni aziendali, il NIR AOTF può convenientemente trovare applicazione nella cernita qualitativa dei prodotti in diverse classi merceologiche.

Di seguito le tabelle con i principali risultati ottenuti (Tabella 1 – Tabella 2).

Tabella 1 Descrizione statistica dei set di campioni usati per lo sviluppo dei modelli di predizione

Parametro	n° campioni	Media	Dev. St.	Val. min	Val. max
Sostanza secca (%)	145	6,20	0,77	4,12	7,94
Angolo di colore (°h)	27	106,59	0,51	102,52	106,61
Durezza (kg/cm2)	36	5,50	0,46	4,41	6,68

Tabella 2 Risultati degli algoritmi PLS risultanti dall'applicazione del NIR-AOTF

Parametro	R2c	R2cv	SEC	SECV	Lv	RPD
Sostanza secca (%)	0,91	0,81	0,32	0,46	11	1,67
Angolo di colore (°h)	0,94	0,63	0,17	0,41	9	1,24
Durezza (kg/cm2)	0,94	0,55	0,16	0,41	10	1,12

Nell'**Allegato 5** si riporta l'articolo pubblicato su Industrie Alimentari - Anno 51 - n. 526 luglio-agosto 2012.

### **4.5.3 SPERIMENTAZIONE – SPINACIO**

#### **4.5.3.1 PROVA DI CONFRONTO TRA PET E PLA PER IL CONFEZIONAMENTO DEGLI SPINACI CRUDI E COTTI**

Questa ricerca ha preso in esame gli effetti di due diversi polimeri utilizzati per il confezionamento, il polietilentereftalato (PET) e l'acido polilattico (PLA), sulla qualità di spinaci tagliati (*Spinacea Oleracea* cv *Matador*) freschi e cotti, monitorando nel periodo di conservazione i parametri fisiologici, tecnologici e sensoriali. Gli spinaci utilizzati per la sperimentazione sono stati prelevati dalla prova condotta presso la Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. (*Valutazione dell'efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio*).

Le vaschette di spinaci sono state conservate in cella frigorifera al buio, alla temperatura di 4°C per la durata di 16 giorni.

#### ***1 Materiale vegetale e preparazione dei campioni***

Per la sperimentazione sono stati utilizzati cespi di spinaci freschi (*Spinacea Oleracea* cv *Matador*) prodotti dall'azienda agricola "Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G." Subito dopo la raccolta sono stati posti in cella per l'abbattimento della temperatura. Le foglie danneggiate sono state separate e rimosse manualmente poi, la separazione delle singole foglie è stata effettuata effettuando un taglio netto all'altezza del colletto con lame affilate e sterilizzate con una soluzione di ipoclorito di sodio al 5 %, al fine di ridurre il più possibile eventuali contaminazioni. Terminata questa operazione le foglie sono state sottoposte al lavaggio in acqua e "Tsunami" (Tsunami™, Ecolab, Mendota Heights, MN) una soluzione sanitizzante a base di acido peracetico, alla concentrazione di 300 ppm per 10 minuti. Successivamente gli spinaci sono stati lasciati ad asciugare all'aria per 30 minuti.

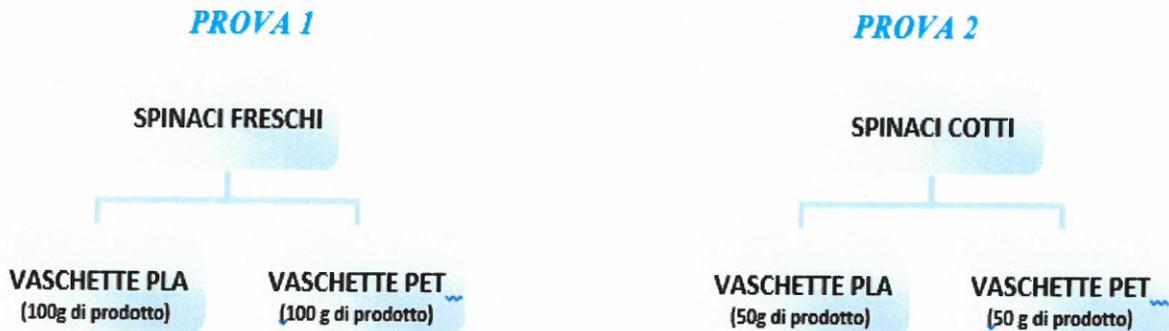
Per quanto riguarda gli spinaci cotti, questi hanno subito le stesse operazioni di preparazione degli spinaci freschi, sopra descritte e la cottura è stata effettuata immergendo gli spinaci in acqua alla temperatura di 100°C e lasciati in ebollizione per 5 minuti. Questi sono stati poi lasciati a sgrondare per 30 min prima di essere confezionati.

Terminata la fase di asciugatura per entrambe le tipologie di prodotto di IV gamma (spinaci freschi e cotti) si è proceduto con il confezionamento in vaschette.

#### ***2 Confezionamento***

In questa sperimentazione sono state testate due tipologie di vaschette incernierate della gamma Cistalpack, forniti da Coopbox, una realizzata nella versione PET (polietilentereftalato)

riciclabile e solitamente utilizzata per il confezionamento di ortaggi, l'altra nell'innovativa versione PLA (acido polilattico), una materia prima derivante da fonti rinnovabili, al 100% biodegradabile. Di seguito riportiamo le specifiche dei campioni:



Le vaschette sono state chiuse e conservate in cella alla temperatura di 4°C. Le prove sono state condotte in triplo, con tre vaschette analizzate per ogni tipologia di campione.

### 3 Analisi della composizione dello spazio di testa dei packaging

La composizione dei gas dello spazio di testa delle confezioni è stata determinata tramite un analizzatore portatile OXYCARB 5 (Isolcell S.p.a, Italia) che riporta la composizione, espressa in percentuale, di ossigeno, misurato mediante una cella galvanica di lunga durata, e anidride carbonica mediante un sensore infrarosso.

### 4 Attività dell'acqua

La determinazione della quantità di acqua libera è stata effettuata ponendo una porzione circolare di foglia del diametro di 3 cm all'interno dello strumento AquaLab serie 3 della Decagon Devices Inc., USA. Questo strumento per la misurazione dell'attività dell'acqua, basato sulla tecnologia del punto di rugiada, è in grado di effettuare una lettura estremamente precisa in meno di 5 minuti con un'accuratezza di  $\pm 0.003$  aw.

### 5 Rilievi colorimetrici

L'analisi colorimetrica delle foglie di spinacio sono state eseguite tramite un colorimetro Minolta CM-2600d (Minolta CO., LTD, Japan). Per ogni foglia sono state effettuate quattro letture totali: due sulla pagina superiore, due sulla pagina inferiore, fatte una nella parte distale, l'altra nella parte vicino al pedicello. I risultati sono stati espressi attraverso le abbreviazioni del sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) (CIE, 1976) e riportando i valori come  $H^\circ$  (Hue angle). Le varie tinte sono definite dall'angolo di tinta (Hue angle), cioè dall'angolo formato dalla congiungente il punto

(a\*, b\*) con l'origine degli assi rispetto all'asse di riferimento (a\* positivo); tale angolo (H) è espresso in gradi sessagesimali.

### ***6 Analisi quantitativa dei pigmenti***

La quantificazione dei pigmenti è stata realizzata mediante analisi spettrofotometrica. 2,5 g di foglie sono stati omogeneizzati in acqua distillata ed acetone 100% (4 ml H<sub>2</sub>O+20 ml acetone) utilizzando l'Ultra Turrax (Jankle & Kunkel IKA-Labortechnik Ultra Turrax T25, Germany). Il centrifugato è stato lasciato a riposo per 30 minuti al buio in vasca con ghiaccio e centrifugato a 9000 giri per 15 minuti. Da ogni campione sono stati prelevati 2 ml di surnatante per la determinazione dell'assorbanza alle lunghezze d'onda: 470 nm (carotenoidi), 663,2 nm e 646,8 nm (clorofilla a e b) mediante Spettrofotometro (Perkin Elmer Inc. Lambda 25 UV/VIS Spectrometer, USA) utilizzando come confronto acetone 80. Per la quantificazione di clorofilla e carotenoidi sono state utilizzate le formule di Lichtenthaler (1987); i dati sono espressi in µg/mg di tessuto.

### ***7 Determinazione del contenuto di fenoli totali***

Gli estratti fenolici sono stati ottenuti per macerazione dei campioni di spinaci congelati (in rapporto solido/liquido 1:15) in presenza di una miscela idroalcolica al 50% di etanolo, per 24 ore a temperatura ambiente. Il campione è stato sciacquato con altri 5 ml di soluzione metanolo:acqua (v/v = 50/50). Gli estratti ottenuti sono stati centrifugati a 4000 rpm per 5 min e filtrati mediante un filtro da 8 µm (Millipore S.p.a., France). I fenoli totali sono stati determinati con il reattivo di Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965) ed espressi in acido gallico equivalenti (mg AGE/ 100 g di peso fresco). Le letture spettrofotometriche sono state effettuate mediante spettrofotometro (Perkin Elmer Inc. Lambda 25 UV/VIS Spectrometer, USA) alla lunghezza d'onda di 725 nm, utilizzando come confronto una soluzione metanolo:acqua (v/v = 50/50)

### ***8 Determinazione dell'attività antiossidante***

L'attività antiradicalica nei confronti del radicale stabile 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) è stata valutata secondo il metodo di Brand-Williams et al. (1995).

L'efficienza antiradicalica è stata calcolata come l'inverso di EC<sub>50</sub> (concentrazione di campione necessaria a ridurre del 50% la quantità iniziale del radicale DPPH) ed espressa in mg di campione/ mg di DPPH.

### ***9 Determinazione del contenuto di acido ascorbico***

La determinazione della vitamina C presente è stata effettuata mediante il kit di bioanalisi enzimatica (R-Biopharm Italia Srl), un metodo colorimetrico che permette la determinazione dell'acido L-ascorbico negli alimenti. I dati sono espressi mg di acido ascorbico/100g di spinaci.

### ***10 Analisi sensoriale***

L'analisi sensoriale dei campioni è stata effettuata da un gruppo composto da cinque assaggiatori. L'odore è stato valutato modificando opportunamente la procedura di Carvalho and Clemente (2004) secondo la scala di punteggio da 5 (assenza di odori sgradevoli) a 1 (odori sgradevoli molto intensi). L'accumulo di acqua nelle vaschette è stato valutato attraverso una scala che va da 0 a 9 dove 0: foglie completamente umide ed accumulo di acqua; 1: foglie e film moderatamente umide; 3: foglie moderatamente umide; 5: foglie e film leggermente umidi; 7: leggera umidità, 9: accumulo di acqua assente. L'aspetto visivo è stato valutato con una scala di preferenza (1=affatto gradevole, 10= molto gradevole). Sono stati attribuiti anche valori intermedi ai campioni a seconda delle condizioni percepite dagli assaggiatori.

### ***11 Analisi statistica dei dati***

Le prove sono state condotte in triplo, con tre vaschette analizzate per ogni tipologia di campione. Ogni dato rappresenta la media di tre repliche  $\pm$  la deviazione standard. L'analisi statistica dei dati è stata effettuata mediante analisi della varianza (ANOVA).

## **RISULTATI**

Una recente legge nazionale in tema di prodotti di IV gamma, la legge n. 77 del 13 maggio 2011, dà disposizioni concernenti la preparazione, il confezionamento e la distribuzione dei prodotti ortofrutticoli di IV gamma, definendoli come "*prodotti ortofrutticoli destinati all'alimentazione umana freschi...*". La prerogativa e principale peculiarità di tale tipologia di prodotti, quindi, è quella di offrire qualità chimiche, fisiche, microbiologiche e sensoriali che siano paragonabili a quelle del prodotto fresco (Leistner, 1978; Stringer, 1990): elevato valore nutrizionale, carica microbica contenuta, caratteristiche organolettiche esaltate e, di conseguenza, una gradita immagine di freschezza e genuinità. Per contro, la suddetta legge non fornisce specifiche e dettagliate disposizioni relative alla durata del periodo di conservazione. Tuttavia, sappiamo che i prodotti ortofrutticoli di IV gamma presentano una shelf-life limitata ad alcuni giorni (5-8 giorni), in quanto le operazioni preliminari a cui le materie prime vengono sottoposte provocano alcuni danni meccanici e fisiologici che aumentano i substrati disponibili alla proliferazione della flora microbica e che sono responsabili dell'induzione e/o accelerazione di reazioni chimiche ed

enzimatiche (Huxsoll & Bolin, 1989; Kader 2002) come perdita di consistenza, imbrunimento enzimatico ed ossidazione dei tessuti. La nostra sperimentazione è stata prolungata nel tempo per monitorare eventuali differenze tra i film plastici anche nel medio periodo, tuttavia la valutazione dell'ideoneità di questo innovativo film plastico ad essere utilizzato in alternativa ai materiali tradizionali è stata fatta sulla base dei dati raccolti nel periodo di breve conservazione: otto giorni.

### Prova Spinaci crudi

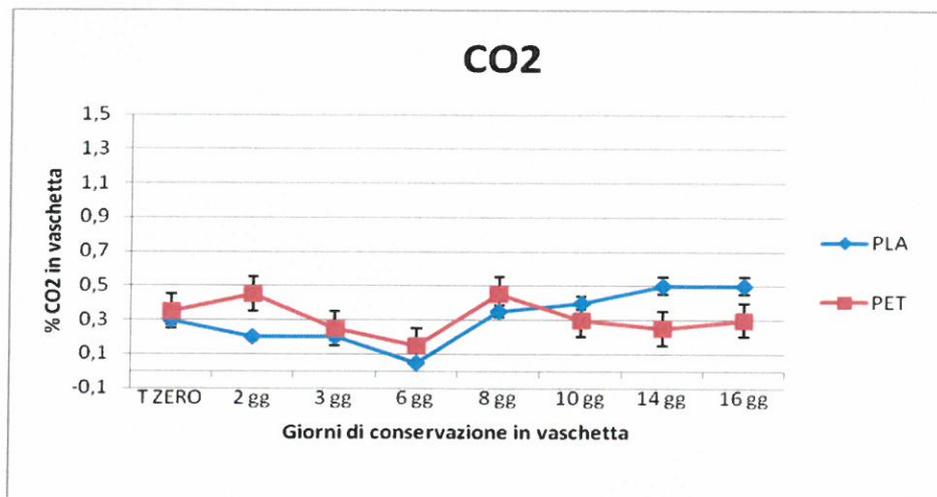


Fig. 1 Produzione di CO<sub>2</sub> di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

I controlli effettuati sulla composizione dell'atmosfera nello spazio di testa non mostrano differenze significative tra le tesi, tuttavia nei primi otto giorni di conservazione sono stati riscontrati perlopiù valori medi, in termini di percentuale di CO<sub>2</sub> presente all'interno delle vaschetta, leggermente più bassi nei contenitori in PLA. Ciò potrebbe essere dovuto alle caratteristiche tecniche dell'acido polilattico, che risulta altamente permeabile all'ossigeno ed alla CO<sub>2</sub>.

La shelf-life dei prodotti di IV gamma è fortemente influenzata dagli attributi di qualità sensoriale come odore, aspetto visivo ed accumulo di acqua nella vaschetta, parametri che hanno la funzione di indicatori di salubrità, freschezza ed idoneità al consumo del prodotto al momento dell'acquisto.

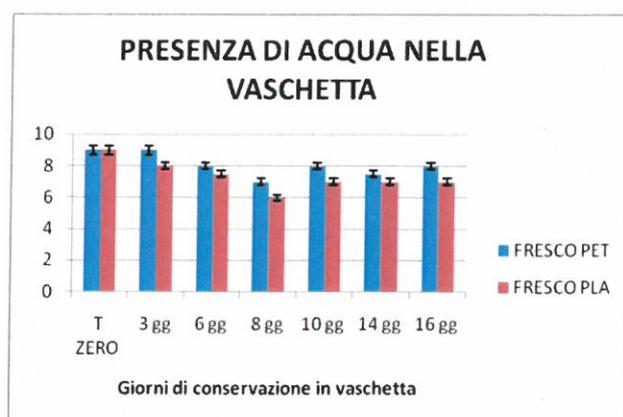
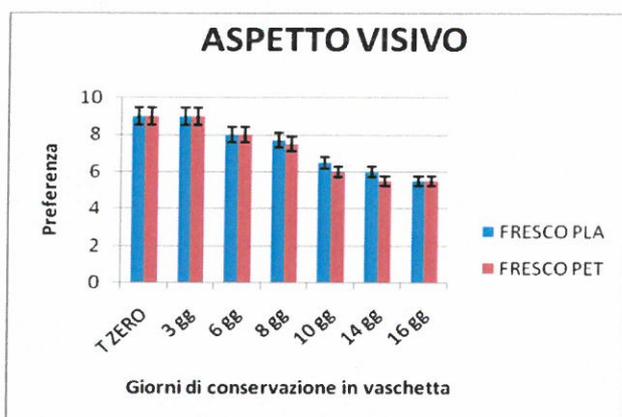


Fig. 2 Aspetto visivo di spinaci confezionati in PET o in PLA. - Fig. 3 Presenza di acqua nella vaschetta in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

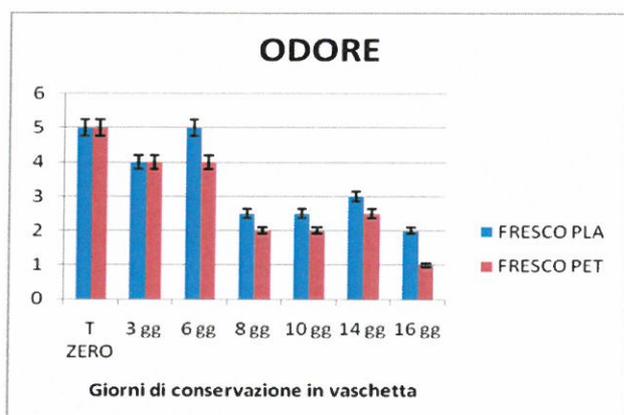


Fig. 4 Odore di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Nella valutazione dell'aspetto visivo va fatta una distinzione tra la qualità del prodotto all'interno, nel caso specifico spinaci tagliati, e l'estetica dell'intera confezione. Nel primo caso, come indicato dal grafico (Fig.2), non sono state rilevate differenze significative all'apertura delle stesse tra gli spinaci confezionati in PET o in PLA, che si presentavano apparentemente freschi anche dopo 8 dalla chiusura delle vaschette, con foglie che non manifestavano segnali di avvizzimento. Successivamente sulla superficie fogliare sono apparse zone di tessuto ingiallite, che aumentavano di intensità e grandezza con il proseguire della conservazione. Per quanto riguarda, invece, l'aspetto visivo del packaging, nonché la presenza di acqua nelle confezioni, è stata riscontrata una differenza sostanziale tra le due tipologie di film plastico; nello specifico le vaschette in PLA presentavano una chiazza di condensa sulla parte superiore già dopo un giorno

dalla chiusura, pregiudicando la visibilità del prodotto all'interno (Fig.2) e, come verificato da Piergiovanni et al. (1999), favorendo, molto probabilmente, la proliferazione dei microrganismi. Questo dato è confermato anche dal grafico della presenza di acqua all'interno delle confezioni (Fig.3) che, seppur presentando nel complesso valori elevati, indice di un limitato accumulo di acqua, evidenzia una quantità di liquidi significativamente maggiore per le vaschette in acido polilattico. Ciò suggerisce che la permeabilità di questo materiale non è sufficiente a diffondere il vapore acqueo prodotto all'interno della confezione (Kaur et al., 2011). Non sono stati riscontrati odori sgradevoli nella breve conservazione (6 giorni) sia per gli spinaci confezionati in PLA, che per quelli confezionati in vaschette PET. Dal nono giorno di conservazione a 4°C gli spinaci iniziano a perdere il loro aroma caratteristico con conseguente comparsa di odori anomali e sgradevoli che aumentano di intensità con l'avanzare della prova. Il grafico (Fig. 4) mette in evidenza, inoltre, che, nel complesso, le tesi confezionate all'interno di vaschette in PLA, seppur mantenendo un andamento simile alle alle altre (PET) mantengono dei valori di preferenza più elevati nel corso della prova.



Fig.5-Comparsa di condensa sulla parte superiore delle confezioni di spinaci freschi in PLA dopo 1 giorno dal confezionamento

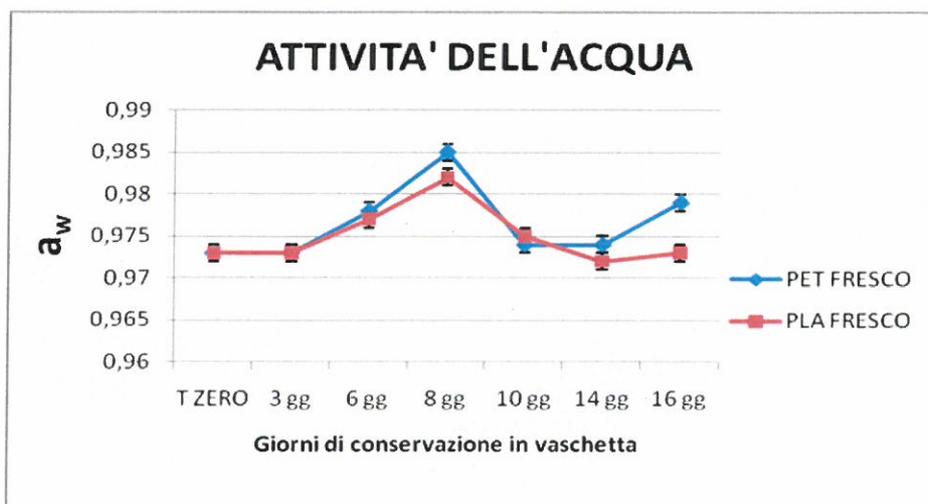


Fig. 6 Attività dell'acqua di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Il grafico dell'attività dell'acqua mostra lo stesso andamento per le due tesi durante tutto il periodo di conservazione: entrambe presentano la maggior quantità di acqua libera dopo otto giorni dal confezionamento, momento in cui si verifica, quindi, la migliore condizione per la proliferazione microbica. Ciò a riprova del fatto che i prodotti di IV gamma non possono essere conservati per più di una settimana. Dato interessante per la nostra ricerca è che gli spinaci mantenuti all'interno di vaschette in PLA presentano, al termine della breve conservazione (8 giorni), valori di  $a_w$  leggermente inferiori rispetto agli altri campioni conservati in PET.

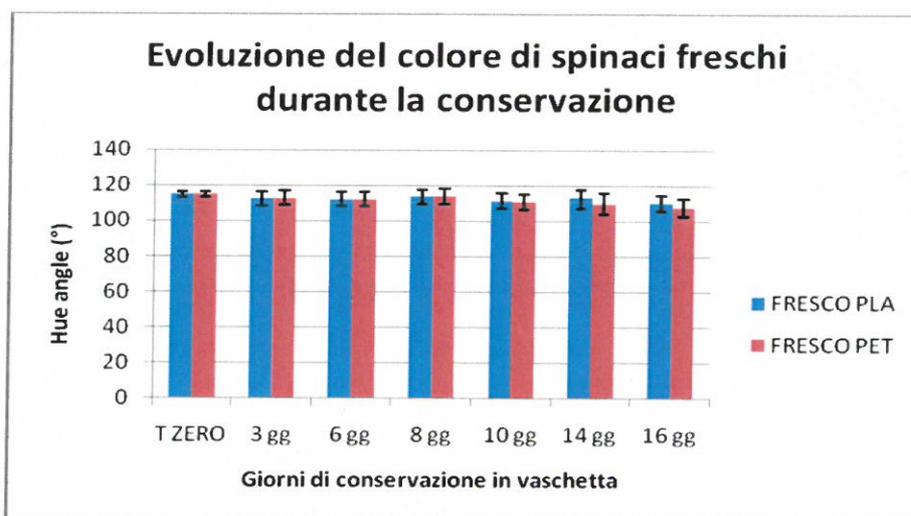


Fig. 7 Evoluzione dell'angolo di colore di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

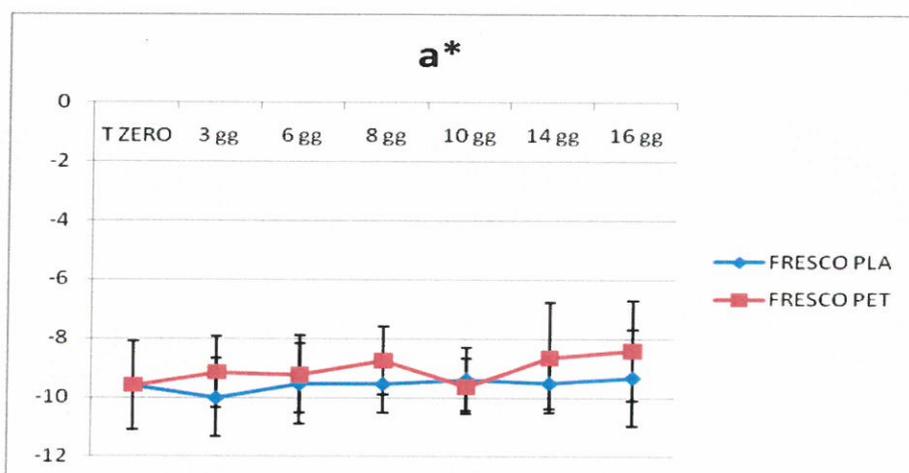


Fig. 8 Evoluzione del parametro  $a^*$  del colorimetro (verde-rosso) di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Dall'analisi dei risultati si evince che le due differenti tipologie di film utilizzate per il packaging non hanno determinato differenze significative per quanto concerne l'evoluzione del colore delle foglie di spinaci. Inoltre, i dati sperimentali riportati in entrambi i grafici (Fig.7 e 8) non evidenziano deviazioni significative tra i parametri misurati al termine del periodo di conservazione rispetto a quelli determinati al tempo zero per entrambe le tesi, a testimonianza del fatto che le condizioni di confezionamento adottate sono idonee a preservare l'aspetto del prodotto per tempi medio lunghi e, di conseguenza, a mantenere il colore sostanzialmente inalterato durante tutto il periodo conservativo. Quanto detto è confermato anche dai grafici dei pigmenti (Fig. 9,10) dal quale si evince che, in questo esperimento sia le confezioni in PLA, sia le confezioni in PET mostrano una buona potenzialità nel mantenimento del contenuto di clorofilla che, dopo 8 giorni di conservazione risulta molto simile a quello di partenza. Situazione analoga si manifesta per i carotenoidi totali (Fig.12).

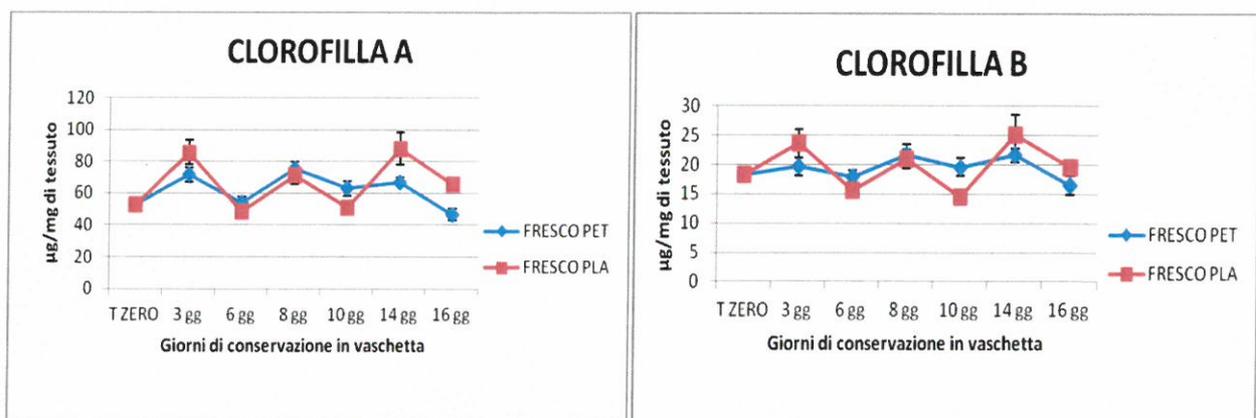


Fig. 9 Clorofilla A di spinaci confezionati in PET o in PLA. - Fig. 10 Clorofilla B di spinaci confezionati in PET o in PLA.

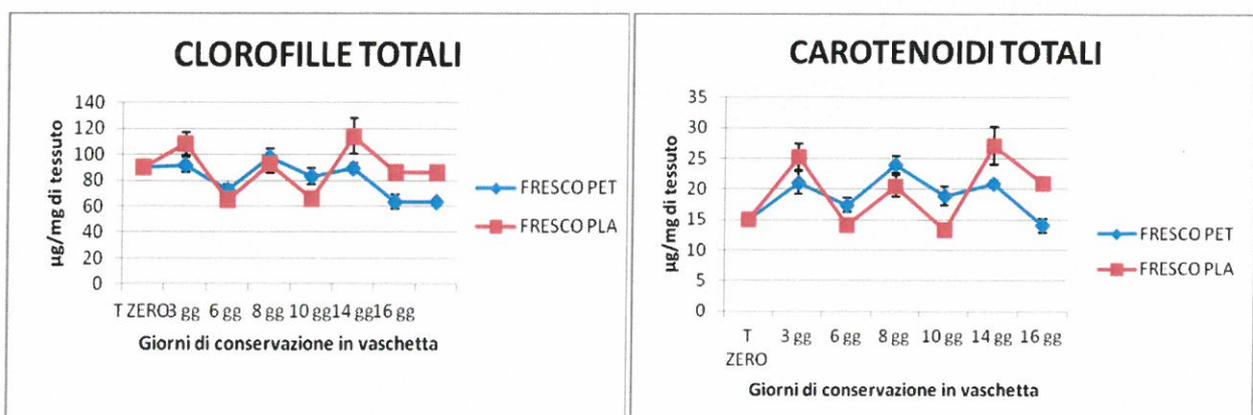


Fig. 11 Clorofille totali di spinaci confezionati in PET o in PLA. - Fig. 12 Carotenoidi totali di spinaci confezionati in PET o in PLA.

Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

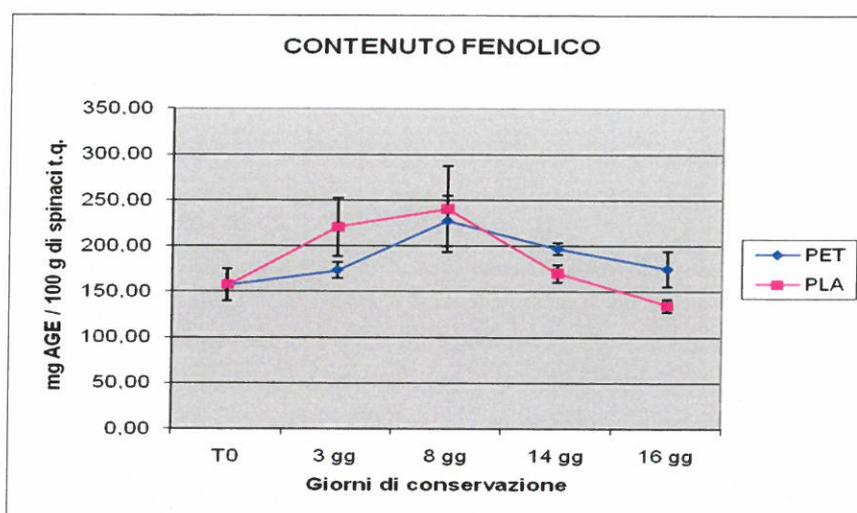


Fig. 13 Contenuto fenolico di spinaci freschi confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

I fenoli totali degli spinaci freschi tagliati, sia conservati in PET, sia conservati in confezioni biodegradabili PLA, subiscono un sostanziale incremento per tutto il periodo di breve conservazione (8 gg), giorno in cui i campioni hanno fornito estratti con il più elevato tenore fenolico ed i migliori risultati in termini di attività antiossidante. Un aumento iniziale è da sottolineare, inoltre, che nei primi 3 giorni di conservazione gli estratti ottenuti dagli spinaci confezionati con il film in PLA sono risultati maggiormente concentrati in composti fenolici rispetto agli altri campioni, ed hanno manifestato anche una migliore efficacia antiossidante (Fig.13). Nel complesso è stato osservato un andamento analogo tra il tenore fenolico e l'efficienza radicalica per entrambi i campioni indicando che l'efficienza radicalica aumenta e diminuisce in maniera proporzionale al contenuto fenolico.

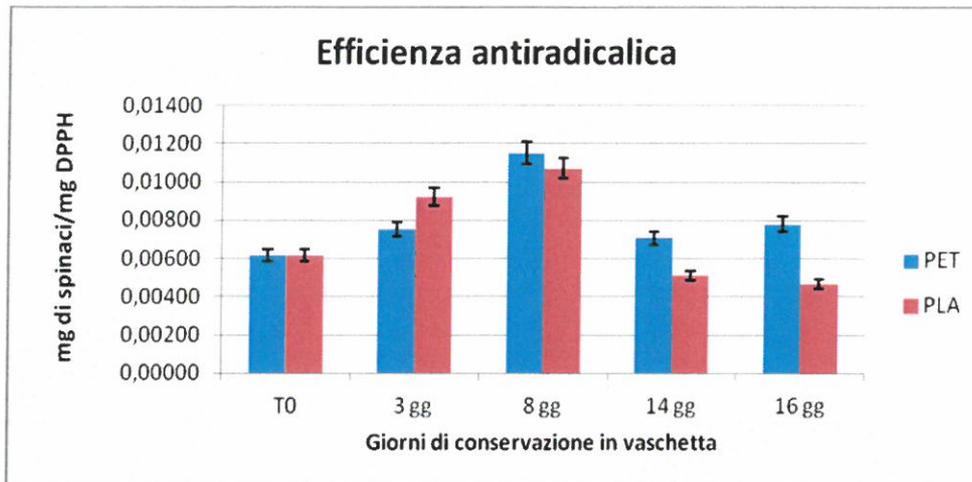


Fig. 14 Efficienza antiradicalica di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

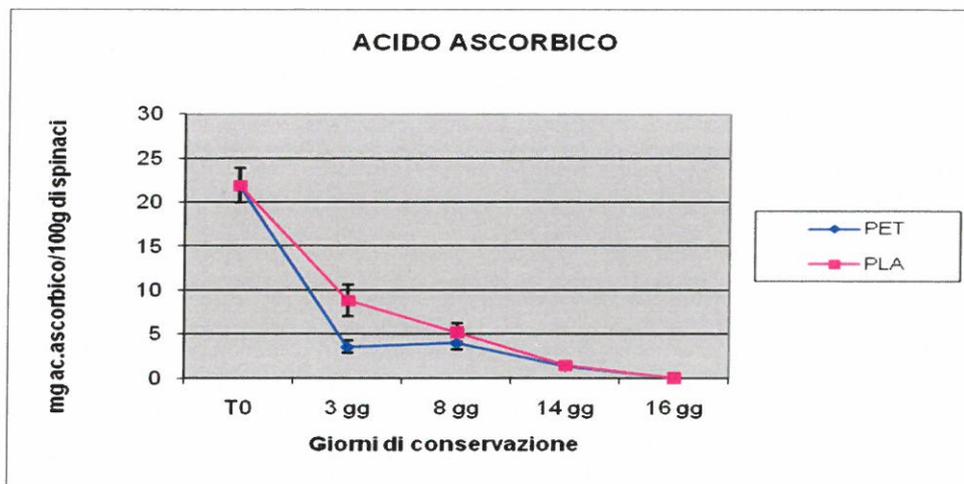


Fig. 15 Contenuto di acido ascorbico di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Un netto calo del contenuto di acido ascorbico è stato osservato sia per le tesi confezionate con film PET, sia per quelle confezionate con film PLA, al primo campionamento. Dato interessante è che al terzo giorno di conservazione i campioni all'interno di PLA hanno fatto registrare valori più alti in termini di vitamina C presente: ciò in accordo con quanto già dimostrato da Haugaard et al. (2002) i quali dimostrarono per il succo d'arancia che il PLA fornisce una protezione maggiore per l'alterazione dell'acido ascorbico, rispetta a quella fornita dal polietilene ad alta densità. Inoltre è evidente che la concentrazione di vitamina registrata al tempo zero è inferiore ai valori riportati in bibliografia (35 mg/100g p.f. riportati da Gebhardt et al., 2002), ciò probabilmente è dovuto in parte all'alta solubilità in acqua della vitamina C che evidentemente

viene persa durante l'operazione di lavaggio effettuata nella fase iniziale di preparazione del prodotto ed in parte al fatto che la determinazione dell'acido ascorbico è stata effettuata sugli spinaci congelati.

### Prova Spinaci cotti

Questa prova ha preso in esame il confronto tra le due tipologie di packaging già considerate sul prodotto fresco, il tradizionale in PET e l'altro biodegradabile in PLA, al fine di valutare vantaggi e svantaggi di ciascuno di questi, per garantire una migliore conservazione della qualità di spinaci cotti.

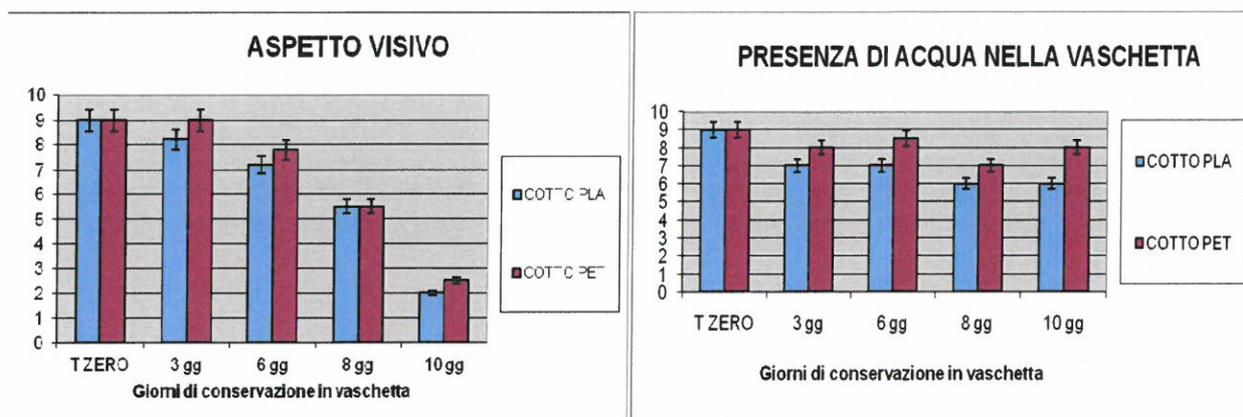


Fig. 16 Aspetto visivo di spinaci confezionati in PET o in PLA. - Fig. 17 Presenza di acqua nella vaschetta in PET o in PLA.

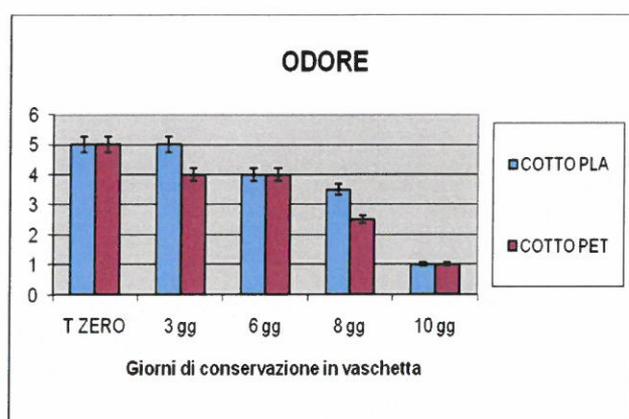


Fig. 18 Odore di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Per quanto riguarda l'aspetto visivo del prodotto (Fig. 16), principale parametro che determina la scelta all'acquisto, non sono state rilevate differenze significative all'apertura delle confezioni tra spinaci cotti confezionati in PET o in film PLA nel corso della prova. Il grafico mostra altresì, che dopo il sesto giorno di conservazione a 4°C si è verificato un notevole peggioramento dell'aspetto visivo del prodotto per entrambe le tesi.

In relazione ai parametri sensoriali anche in questo caso è stato riscontrato uno svantaggio per la nuova tipologia di vaschette in PLA, le quali presentavano un velo di condensa sulla parte superiore della confezione già dopo un giorno dalla chiusura, pregiudicando la visibilità e l'ispezionabilità del prodotto all'interno (Fig. 17). Inoltre, la presenza di questa acqua libera potrebbe amplificare notevolmente la proliferazione microbica, compromettendo la commerciabilità del prodotto.



Fig. 17 b – Comparsa di condensa sulla parte superiore delle confezioni di spinaci cotti in PLA dopo 1gg. dal confezionamento

Non sono stati riscontrati odori sgradevoli nella breve conservazione (6 giorni) sia per gli spinaci confezionati in PLA, sia per quelli confezionati in vaschette PET. Il grafico (Fig. 19) mette in evidenza, inoltre, che a 3 giorni di conservazione agli spinaci conservati all'interno di vaschette PLA sono stati attribuiti dei valori di preferenza più elevati, indice di un miglior mantenimento del profilo aromatico tipico degli spinaci cotti. Come previsto, con il progredire dei giorni di conservazione a 4°C, gli spinaci iniziano a perdere il loro aroma caratteristico con conseguente comparsa di odori anomali e sgradevoli a 10 giorni. I parametri di qualità sensoriale presi in considerazione nel corso di questa ricerca hanno mostrato nel complesso un deperimento più rapido nel tempo rispetto alla prova effettuata su spinaci freschi, come si evince dai risultati che hanno evidenziato una durata complessiva superiore di quest'ultima tesi rispetto ai campioni cotti.

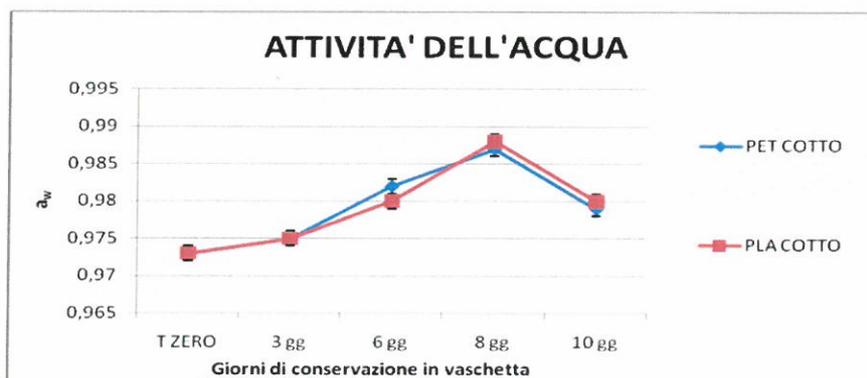


Fig. 19 Attività dell'acqua di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

La quantità di acqua disponibile misurata mostra gli stessi valori per le due tesi durante tutto il periodo di conservazione raggiungendo il picco dopo otto giorni dal confezionamento, momento in cui si verifica, quindi, la migliore condizione per la proliferazione microbica. Ciò in accordo con le linee guida tecnico-agronomiche per i prodotti di IV gamma dove è consigliato un periodo di conservazione massimo per questi prodotti non superiore ai 7 giorni in quanto le proprietà igieniche e sanitarie si deteriorano ed il decadimento qualitativo porta a colori e odori anomali che ne pregiudicano la commerciabilità.

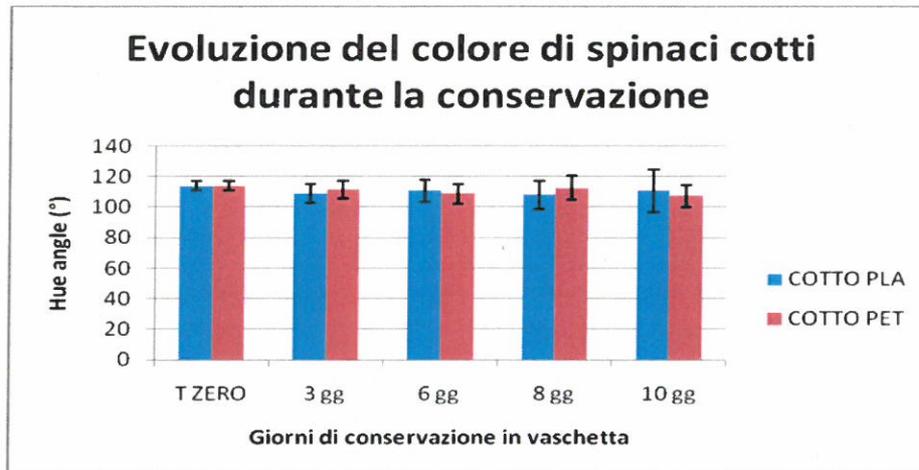


Fig.20 Evoluzione dell'angolo di colore di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

L'evoluzione del parametro  $a^*$ , così come i valori di Hue angle riportati (Fig. 20), non mettono in evidenza una significativa variazione di colore nel corso della prova. Inoltre, i grafici mostrano per le due tesi lo stesso andamento, suggerendo che non ci sono differenze significative tra gli spinaci cotti confezionati in vaschette PET e gli stessi conservati all'interno di materiale biodegradabile, nel breve periodo di conservazione, ma anche per tempi medio-lunghi.

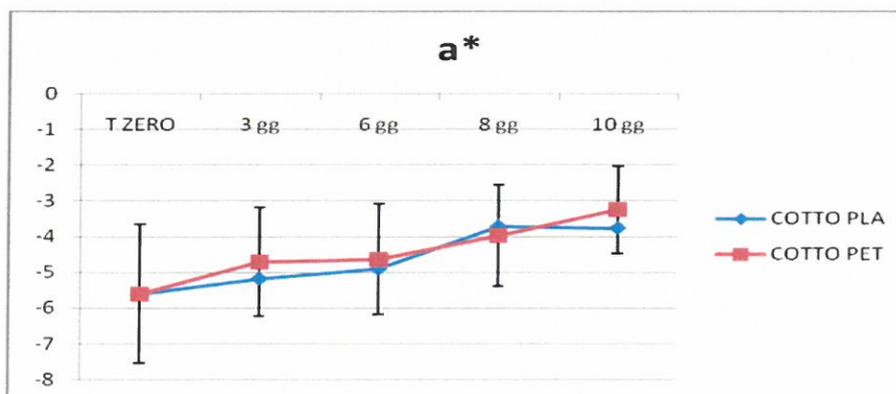


Fig. 21 Evoluzione del parametro  $a^*$  del colorimetro (verde-rosso) di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

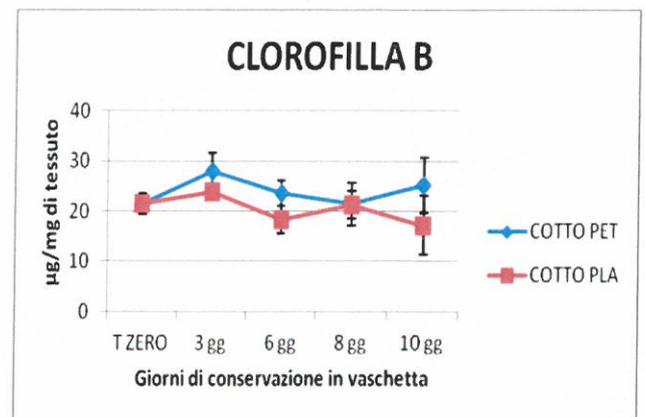
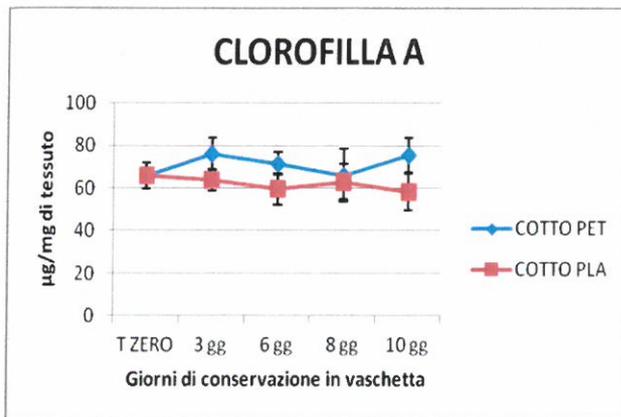


Fig. 22 Clorofilla A di spinaci confezionati in PET o in PLA. - Fig. 23 Clorofilla B di spinaci confezionati in PET o in PLA.

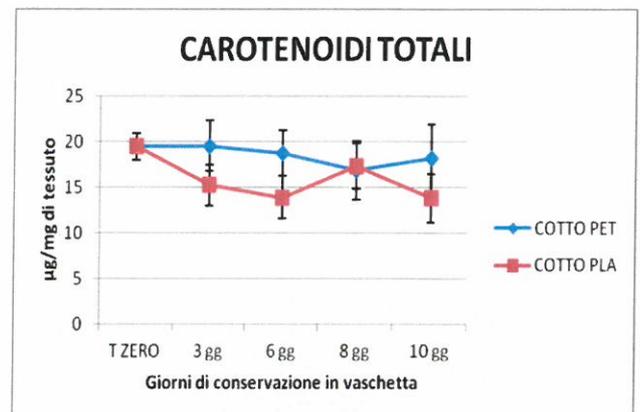
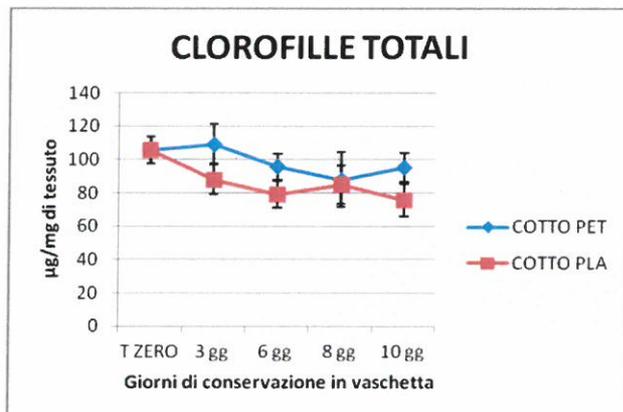


Fig. 24 Clorofille totali di spinaci confezionati in PET o in PLA. - Fig. 25 Carotenoidi totali di spinaci confezionati in PET o in PLA. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

A conferma dei dati del colorimetro abbiamo, peraltro, i grafici dei pigmenti, i quali ci indicano inequivocabilmente che le due tipologie di film plastico non hanno determinato differenze significative nella colorazione degli spinaci cotti per l'intera durata della prova. Altro dato confortante che viene confermato con l'analisi dei pigmenti è che non sono riscontrabili differenze significative tra la colorazione del prodotto cotto al tempo zero e dopo 10 giorni di conservazione, suggerendoci che sia il PET sia il PLA mantengono sostanzialmente inalterato il colore per un periodo di tempo superiore ad una settimana.

## CONCLUSIONI

- I dati sperimentali consentono di affermare che i due diversi polimeri utilizzati per il confezionamento, polietilentereftalato (PET) e acido polilattico (PLA), nel complesso non hanno influenzato in maniera significativamente differente i parametri fisiologici e tecnologici di spinaci sia freschi che cotti. La qualità del prodotto rimane quindi pressoché inalterata per tutta la sua durata commerciale.
- Il PLA si è mostrato in grado di ritardare i processi degradativi postraccolta mantenendo valori di preferenza maggiori rispetto al PET per quanto riguarda il profilo aromatico; inoltre, dopo tre giorni di conservazione in acido polilattico gli spinaci freschi hanno manifestato un maggior contenuto fenolico abbinato peraltro ad una maggiore efficienza antiradicalica ed un maggior contenuto di acido ascorbico rispetto agli stessi confezionati in vaschette PET.
- In relazione ai parametri sensoriali, in particolare alla visibilità del prodotto, è stato riscontrato uno svantaggio per la nuova tipologia di vaschette in PLA, le quali presentavano un velo di condensa sulla parte superiore della confezione già dopo un giorno dalla chiusura, pregiudicando la visibilità e l'ispezionabilità del prodotto all'interno. Inoltre, la presenza di questa acqua libera potrebbe accrescere la proliferazione microbica, causando problemi per la commerciabilità del prodotto.

Nel complesso possiamo affermare che il PLA possiede tutte le caratteristiche per poter essere utilizzato commercialmente in alternativa all'altro polimero per il confezionamento di spinaci fresh-cut, con notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale, permettendo un ottimo mantenimento della qualità globale del prodotto. Tuttavia ulteriori sperimentazioni sono necessarie per ovviare al fenomeno della formazione di condensa all'interno delle vaschette, incrementando così, ancor più, le potenzialità del PLA nelle pratiche industriali.

## BIBLIOGRAFIA

Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C., 1995. *Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity*. *Lebensm Wiss u-Technol* 22:25-30.

Carvalho, P.T. and Clemente, E. 2004. *The influence of broccoli (Brassica oleracea var. italica) fill weight on post-harvest quality*. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*. 24, 646–651.

Gebhardt Susan E. and Robin G. Thomas, 2002. *Nutritive Value of Foods United States Department of Agriculture*. Agricultural Research Service Home and Garden Bulletin, Number 72.

Gil M.I., Ferreres F., and Tomás-Barberán F. A., 1999. *Effect of Postharvest Storage and Processing on the Antioxidant Constituents (Flavonoids and Vitamin C) of Fresh-Cut Spinach*. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 2213-2217

Haugaard, V.K. Weber, C.J. Danielsen, B. Bertelsen, G., 2002 *Quality changes in orange juice packed in materials based on polylactate*. *European food research and technology*, 214: 423-428

Huxsoll C.C., Bolin H.R. 1989. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, 43(2), 124.

Kader, A.A. 2002b. *Opportunities in using biotechnology to maintain postharvest quality and safety of fresh produce*. *HortScience* 37:467–468.

Kaur P., Rai D. R and Paul S., 2011. *Quality changes in fresh-cut spinach (Spinacea oleracea) under modified atmospheres with perforations*. *Journal of Food Quality* 34 (2011) 10–18.

King A.D. Jr, Bolin H.R. ,1989. *Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables*. *Food Technol.*, 43(2), 132.

Kumar, S., Joshi P.K. and Pal S., 2004. *Impact of Vegetable Research in India*. National Centre for Agricultural Economics and Policy Research, New Delhi.

LEGGE 13 maggio 2011 , n. 77. Disposizioni concernenti la preparazione, il confezionamento e la distribuzione dei prodotti ortofrutticoli di quarta gamma. (11G0118).

Leistner L. 1978. Microbiology of ready-to-serve foods. In: *How ready are ready-to-serve foods?*. Ed. Paulus K. Federal Research Centre for Nutrition, Karlsruhe, 260.

Lichtenthaler H.K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Methods Enzymol.* 148, 350-382.

Lunati Fabio , Nomisma, ISPORT (Istituto Sperimentale per l'Orticoltura), 2001. *Linee guida tecniche ed agronomiche per i prodotti di IV gamma* . Rapporto Tecnico.

Norma europea EN 13432:2002 "*Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione - Schema di prova e criteri di valutazione per l'accettazione finale degli imballaggi*".

Piergiovanni L., Fava P., Ceriani S., 1999. *A simplified procedure to determine the respiration rate of minimally processed vegetables in flexible permeable packaging. Italian J. Food Sci.*, 11(2), 99-110.

Singleton V.L., Rossi J.A., 1965. Colometry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144-158.

Stringer M.F. 1990. *Chilled foods. In: Foods for the '90s.* Ed Birch G.G., Campbell-Platt G. and Lindley M.G. Elsevier Applied Science, 51.

SUN, T., POWERS, J.R. and TANG, J. 2007. Effect of enzymatic macerate treatment on rutin content, antioxidant activity, yield and physical properties of asparagus juice. *J. Food Sci.* 72, 267-271.

Zagory,D. 1998. *An update unmodified atmosphere packaging of fresh produce.* *Packaging Int.* 117.

#### 4.5.3.2 PROVA DI CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA DI SPINACI DI IV GAMMA FRESCHI CONFEZIONATI IN FILM PACKAGING AZIENDA NOVAMONT NEL CORSO DELLA CONSERVAZIONE A 4°C

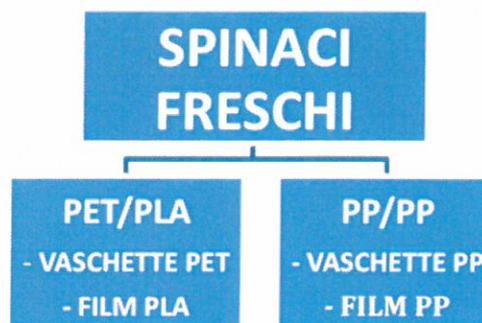
##### *1 Materiale vegetale e preparazione dei campioni*

Per la sperimentazione sono stati utilizzati cespi di spinaci freschi (*Spinacea Oleracea* cv *Matador*) prodotti dall'azienda agricola "Il Poggiolo SS" (Perugia, IT). Subito dopo la raccolta sono stati posti in cella per l'abbattimento della temperatura. Le foglie danneggiate sono state rimosse manualmente poi, la separazione delle singole foglie è stata effettuata tramite un taglio netto all'altezza del colletto con lame affilate e sterilizzate con una soluzione di ipoclorito di sodio al 5 %, al fine di ridurre il più possibile eventuali contaminazioni. Terminata questa operazione, le foglie sono state sottoposte al lavaggio in acqua e "Tsunami" (Tsunami™, Ecolab, Mendota Heights, MN) una soluzione sanitizzante a base di acido peracetico, alla concentrazione di 300 ppm per una durata di 10 minuti.

Terminata la fase di asciugatura per entrambe le tipologie di prodotto di IV gamma si è proceduto con il confezionamento in vaschette.

##### *2 Confezionamento*

In questa sperimentazione sono state testate due tipologie di vaschette, una in polietilentereftalato (PET) e l'altra in polipropilene (PP), termosaldate rispettivamente con film in acido polilattico fornito dalla Novamont S.p.a. e con film commerciale in polipropilene (PP). Di seguito riportiamo le specifiche dei campioni:



Le vaschette sono state chiuse e conservate in cella alla temperatura di 4°C. Le prove sono state condotte in triplo, con tre vaschette analizzate per ogni tipologia di campione.

##### *3 Analisi della composizione dello spazio di testa dei packaging*

La composizione dei gas dello spazio di testa delle confezioni è stata determinata tramite un analizzatore portatile OXYCARB 5 (Isolcell S.p.a, Italia) che riporta la composizione di

ossigeno espressa in percentuale misurato mediante una cella galvanica di lunga durata e anidride carbonica mediante un sensore infrarosso.

#### ***4 Rilievi colorimetrici***

Le analisi colorimetriche delle foglie di spinacio sono state eseguite tramite un colorimetro Minolta CM-2600d (Minolta CO., LTD, Japan). Per ogni foglia sono state effettuate quattro letture totali: due sulla pagina superiore, due sulla pagina inferiore, fatte una nella parte distale, l'altra nella parte vicino al pedicello. I risultati sono stati espressi attraverso le abbreviazioni del sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) (CIE, 1976) riportando i valori come  $H^\circ$  (Hue angle). Le varie tinte sono state definite dall'angolo di tinta (Hue angle), cioè dall'angolo formato dalla congiungente il punto ( $a^*$ ,  $b^*$ ) con l'origine degli assi rispetto all'asse di riferimento ( $a^*$  positivo); tale angolo ( $H$ ) è stato espresso in gradi sessagesimali.

#### ***5 Determinazione del contenuto di fenoli totali***

Gli estratti fenolici sono stati ottenuti per macerazione dei campioni di spinaci congelati (in rapporto solido/liquido 1:15) in presenza di una miscela idroalcolica al 50% di etanolo, per 24 ore a temperatura ambiente. Il campione è stato sciacquato con altri 5 ml di soluzione metanolo:acqua ( $v/v=50/50$ ). Gli estratti ottenuti sono stati centrifugati a 4000 rpm per 5 min e filtrati mediante un filtro da 8  $\mu\text{m}$  (Millipore S.p.a., France). I fenoli totali sono stati determinati con il reattivo di Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965) ed espressi in acido gallico equivalenti (mg AGE/ 100 g di peso fresco). Le letture spettrofotometriche sono state effettuate mediante spettrofotometro (Perkin Elmer Inc. Lambda 25 UV/VIS Spectrometer, USA) alla lunghezza d'onda di 725 nm, utilizzando come confronto una soluzione metanolo:acqua ( $v/v=50/50$ )

## **RISULTATI**

Il grafico della  $\text{CO}_2$  (Fig.1) mostra un andamento costante nel tempo per gli spinaci conservati in PET/PLA, con un leggero aumento al terzo giorno di conservazione, mentre quelli confezionati con vaschetta e film in PP mostrano un andamento crescente dell'anidride carbonica, che raggiunge il massimo dopo 8 giorni dalla chiusura delle vaschette con un valore di  $\text{CO}_2$  attorno al 7%.

E' opportuno precisare che la diminuzione dei valori di  $\text{CO}_2$  registrati l'ultimo giorno della prova è, molto probabilmente, attribuibile al fatto che le foglie di spinaci erano giunte a fine shelf-life, per questo motivo i valori di respirazione di questo vegetale tendono ad attenuarsi e decadere.

Il grafico dell'O<sub>2</sub> (Fig.2) è speculare a quello della CO<sub>2</sub>, infatti gli spinaci confezionati in polipropilene presentano un andamento decrescente della percentuale di ossigeno presente in vaschetta con il passare dei giorni di conservazione fino ad arrivare ad un picco massimo attorno al 10% in corrispondenza dell'8 giorno. Gli spinaci confezionati in PET/PLA non evidenziano invece variazioni significative nel tempo. Dai due grafici della respirazione si evince che il confezionamento con polipropilene ha determinato la formazione di un'atmosfera modificata passiva con il progredire dei giorni di conservazione, incrementando potenzialmente la conservabilità degli spinaci freschi; al contrario il PLA non ha permesso di mantenere nel tempo la CO<sub>2</sub> prodotta per effetto della respirazione. Ciò potrebbe essere dovuto alle caratteristiche tecniche dell'acido polilattico, che risulta altamente permeabile all'ossigeno ed alla CO<sub>2</sub>.

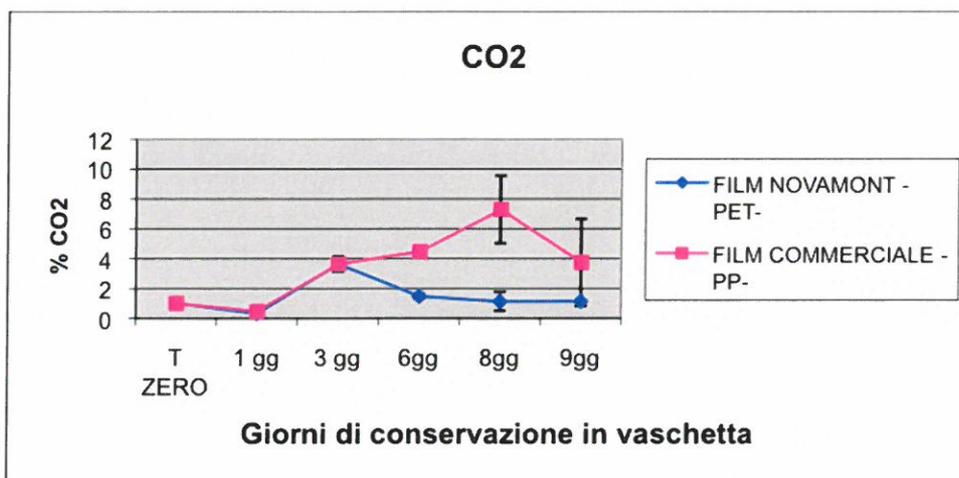


Fig. 1 Produzione di CO<sub>2</sub> di spinaci confezionati in PET/PLA o in PP/PP. Le barre verticali indicano l'errore standard (ES; n=3). Se assenti le barre dell'ES ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

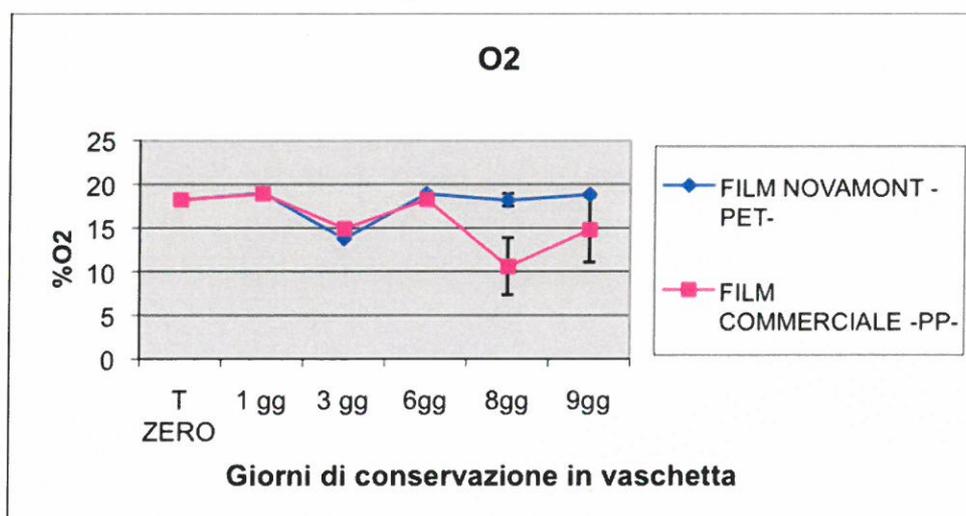


Fig. 2 Produzione di O<sub>2</sub> di spinaci confezionati in PET/PLA o in PP/PP. Le barre verticali indicano l'errore standard (ES; n=3). Se assenti le barre dell'ES ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

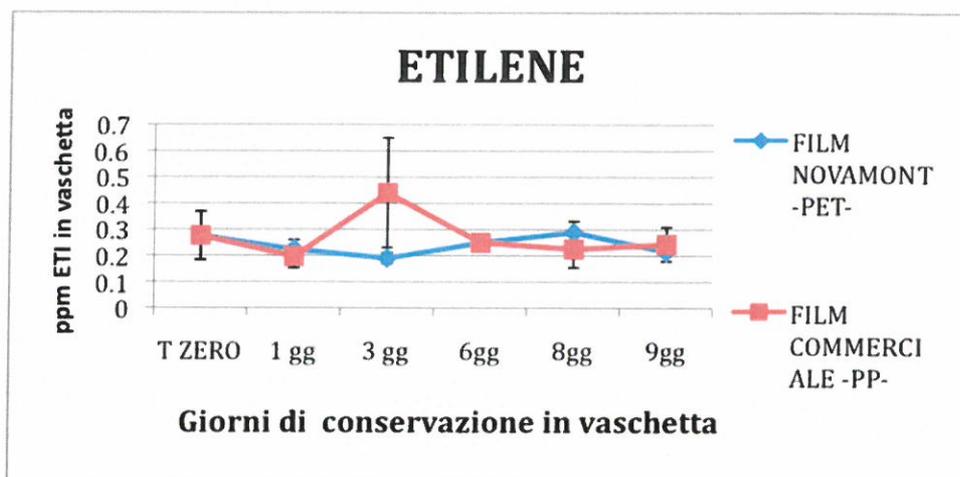


Fig. 3 Produzione di etilene di spinaci confezionati in PET/PLA o in PP/PP. Le barre verticali indicano l'errore standard (ES; n=3). Se assenti le barre dell'ES ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Per quanto riguarda la produzione di etilene (Fig.3) la tipologia di film plastico utilizzato per il packaging non ha prodotto differenze significative tra gli spinaci freschi tagliati, infatti la concentrazione di etilene nelle vaschette si è mantenuta costante nel tempo.

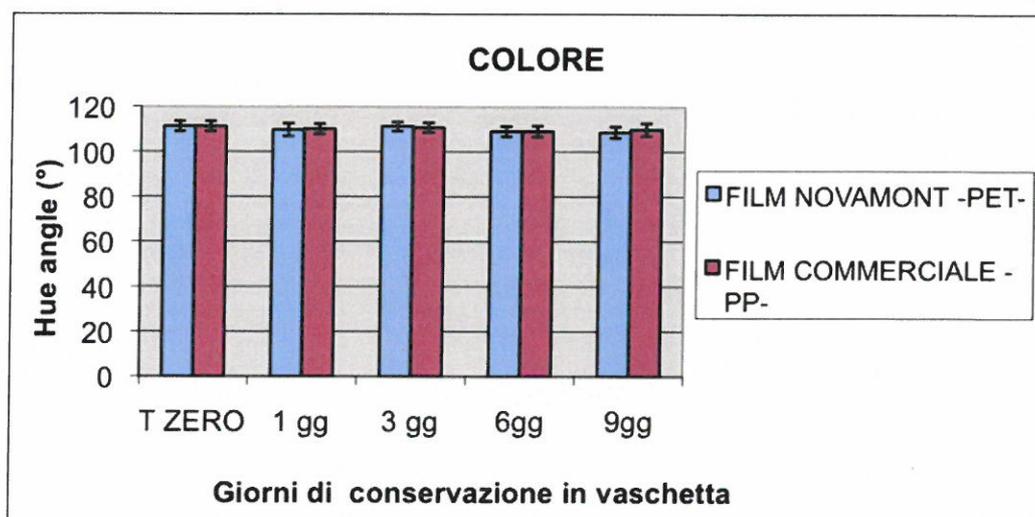


Fig. 4 Evoluzione dell'angolo di colore (Hue angle) di spinaci confezionati in PET/PLA o in PP/PP. Le barre verticali indicano l'errore standard (ES; n=3). Se assenti le barre dell'ES ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Dall'analisi dei risultati si evince che le due differenti tipologie di film utilizzate per il packaging non hanno determinato differenze significative per quanto concerne l'evoluzione del colore delle foglie di spinaci. Inoltre, i dati sperimentali riportati nel grafico (Fig.4) non evidenziano variazioni significative tra i parametri misurati al termine del periodo di conservazione rispetto a

quelli determinati al tempo zero per entrambe le tesi, a testimonianza del fatto che le condizioni di confezionamento adottate sono idonee a preservare l'aspetto del prodotto per tempi medio lunghi e, di conseguenza, a mantenere il colore sostanzialmente inalterato durante tutto il periodo conservativo.

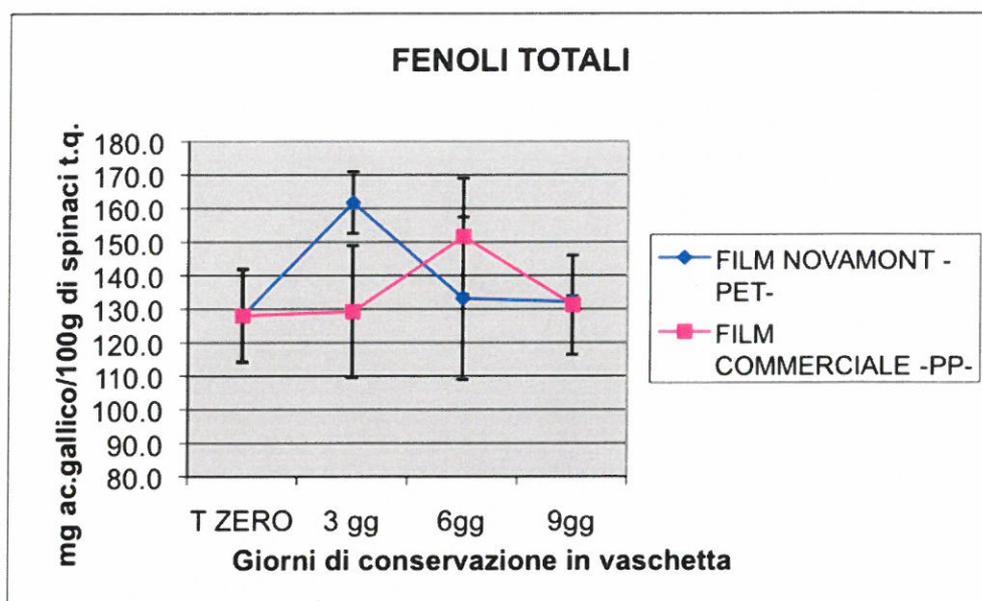


Fig. 5 Contenuto fenolico totale di spinaci confezionati in PET/PLA o in PP/PP. Le barre verticali indicano l'errore standard (ES; n=3). Se assenti le barre dell'ES ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Le due tipologie di film plastico utilizzate per il packaging di questo prodotto di IV gamma risultano avere un effetto positivo anche sulla quantità di fenoli totali i quali, dopo 9 giorni di conservazione in vaschette hanno fatto registrare valori uguali a quelli di partenza indicando che questi polimeri mantengono inalterato il tenore fenolico di spinaci tagliati e conservati a 4 °C.

## CONCLUSIONI

- Il confezionamento in vaschette termosaldate in PP favorisce nel periodo conservativo la formazione di un'atmosfera modificata passiva.
- L'utilizzo del PLA mostra buone potenzialità come film packaging degli spinaci tagliati in quanto permette un mantenimento del colore e del tenore fenolico per nove giorni di conservazione con valori pari a quelli iniziali, a testimonianza del fatto che le condizioni di confezionamento adottate sono idonee a preservare l'aspetto del prodotto per tempi medio lunghi.

La possibilità di utilizzare il PLA in sostituzione del polipropilene nel confezionamento degli spinaci di IV gamma rappresenta potenzialmente un grosso vantaggio in quanto permette di ridurre notevolmente l'impatto ambientale per questa categoria di prodotti. Tuttavia, sono necessarie ulteriori sperimentazioni finalizzate a migliorare alcune caratteristiche del PLA fornitoci:

- Migliorare la permeabilità al vapore acqueo del film in modo da impedire la formazione di condensa all'interno della confezione.
- Ridurre l'opacità del film rendendolo trasparente in modo da permettere la visibilità del prodotto all'interno che, insieme all'ispezionabilità del prodotto, è un parametro fondamentale al momento dell'acquisto.
- Migliorare la saldabilità del film in acido polilattico sulle vaschette.

A questa prova si aggiunge un'altra prova condotta adottando due sistemi di lavaggio degli spinaci impiegando ozono o Tusnami (acido perossiacetico) di cui si allega (**Allegato 6**) il lavoro pubblicato su Industrie Alimentari.

#### **4.5.4 SPERIMENTAZIONE – MELONE**

Questa sperimentazione ha avuto come oggetto di studio il monitoraggio dell'evoluzione degli attributi di qualità di melone fresco tagliato e la durata della shelf-life di frutti conservati in atmosfera modificata (MAP 5 % O<sub>2</sub> e 18 % CO<sub>2</sub>) ed in aria confezionati all'interno di vaschette termosaldate in PET (polietilene tereftalato) e conservati in cella frigorifera alla temperatura di 6°C.

##### ***1 Materiale vegetale e preparazione dei campioni***

Per la sperimentazione sono stati utilizzati meloni (*Cucumis melo cv marcelo*) prodotti dall'azienda agricola "Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G." e provenienti dalla prova " *Valutazione di differenti film biodegradabili per pacciamatura su melone*". Subito dopo la raccolta sono stati messi in cella frigorifera per l'abbattimento della temperatura. Sono stati selezionati meloni di taglia e colorazione simile per l'esperimento, scartando quelli che presentavano marciumi e danni meccanici.

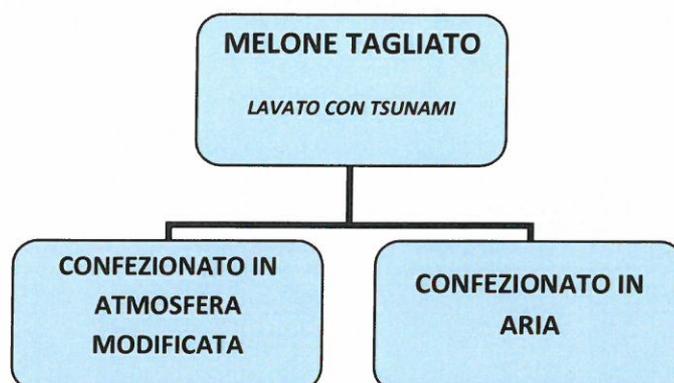
La preparazione del melone è stata condotta grazie alla collaborazione e l'esperienza dell'Impresa Individuale Treppaoli Luca. Per la produzione di confezioni di IV gamma si è proceduto inizialmente alla pelatura del frutto intero; tutte le operazioni di taglio sono state realizzate utilizzando lame sterilizzate con una soluzione al 5 % di ipoclorito di sodio, al fine di ridurre il rischio contaminazione. Dopo aver determinato per ognuno di essi il contenuto di solidi solubili, al fine di processare meloni di simile grado zuccherino, i frutti sono stati tagliati a cubetti di ~2 cm di lato e sottoposti a lavaggio sanitizzante con una soluzione di acqua ed acido per acetico denominata "tsunami" (Tsunami<sup>TM</sup>, Ecolab, Mendota Heights, MN) alla concentrazione di 300 ppm. All'acqua di lavaggio è stata aggiunta il 2% di acido ascorbico, normale pratica commerciale che ha lo scopo di limitare l'imbrunimento enzimatico. Il lavaggio in questa soluzione è stato effettuato per la durata di 3 minuti. Successivamente il campione è stato lasciato ad asciugare all'aria per 30 minuti.

##### ***2 Confezionamento in vaschette***

Dopo la preparazione descritta, i cubetti di melone sono stati suddivisi in due lotti:

- ✓ Una parte è stata confezionata in atmosfera modificata, con 5 % di ossigeno e 18 % di anidride carbonica, all'interno di vaschette in PET termosaldate con un film plastico costituito dallo stesso materiale.
- ✓ L'altra parte è stata confezionata in aria sempre all'interno di vaschette termosaldate in PET.

Il polietilene PET è caratterizzato da una permeabilità all'ossigeno (riferita ad uno spessore di 25  $\mu\text{m}$ ) compresa tra 45 e 90  $\text{cm}^3\text{m}^2$  24h bar.



Le vaschette sono state chiuse e conservate in cella frigorifera alla temperatura di 6°C. Le prove sono state condotte in triplo, con tre vaschette analizzate per ogni tipologia di campione.

### ***3 Analisi della composizione dello spazio di testa dei packaging***

La composizione dei gas dello spazio di testa delle confezioni è stata determinata tramite un analizzatore portatile OXYCARB 5 (Isolcell, Italia) che riporta la composizione, espressa in percentuale, di ossigeno, misurato mediante una cella galvanica e anidride carbonica mediante un sensore infrarosso.

### ***4 Produzione di etilene***

La produzione di etilene è stata misurata iniettando 1 ml di gas, prelevato dallo spazio di testa delle vaschette (opportunamente preparate con un setto in neoprene per permettere il prelievo del gas), in un gas cromatografo Fractovap 4200 (Carlo Erba Spa, Milano, Italia) equipaggiato con un detector a ionizzazione di fiamma (FID) e colonna di allumina attivata da 1 m (80-100 mesh) portata alla temperatura di 100°C. I risultati sono stati espressi come ppm di etilene in vaschetta.

### ***5 Rilievi colorimetrici***

L'analisi colorimetrica della polpa è stata eseguita tramite un colorimetro Minolta CM-2600d (Minolta CO., LTD, Japan) sulle due facce opposte dei cubetti di melone. I risultati sono stati espressi attraverso le abbreviazioni del sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) (CIE, 1976) e riportando i valori come  $H^\circ$  (Hue angle). Le varie tinte sono definite dall'angolo di tinta (Hue angle), cioè dall'angolo formato dalla congiungente il punto ( $a^*$ ,  $b^*$ ) con l'origine degli assi rispetto all'asse di riferimento ( $a^*$  positivo); tale angolo (H) è espresso in gradi sessagesimali.

## ***6 Consistenza della polpa***

L'analisi della consistenza è stata effettuata attraverso pressione verticale sui cubetti di melone pronti al consumo, con un penetrometro manuale da tavolo del tipo Fruit Pressure Tester 327 (Effegi, TR, Forlì, Italy) equipaggiato di un puntale di 8mm di diametro. I risultati sono stati espressi in Kg cm<sup>-2</sup>.

## ***7 Contenuto in solidi solubili***

La determinazione del grado zuccherino è stata fatta mediante tecnica rifrattometrica con un rifrattometro digitale RL-2 (Abbè, Officine Galileo, Firenze, Italia). Il contenuto in solidi solubili è stato espresso come gradi °Brix.

## ***8 Analisi sensoriale***

L'analisi sensoriale dei campioni è stata effettuata da un gruppo di cinque assaggiatori. L'aspetto visivo del prodotto all'interno delle vaschette è stato valutato con una scala di preferenza 1=non accettabile, 10= molto buono). L'intensità dell'aroma dei frutti di melone è stata valutata secondo una scala 0 (non percepibile), 15 (molto intenso) indicata da Meilgaard et al. (1999). L'odore è stato valutato modificando opportunamente la procedura di Carvalho and Clemente (2004) secondo la scala di punteggio da 5 (assenza di odori sgradevoli) a 1 (odori sgradevoli molto intensi). Sono stati attribuiti anche valori intermedi ai campioni a seconda delle condizioni percepite dagli assaggiatori.

## ***9 Analisi microbiologica***

L'analisi microbiologica prevede la conta dei batteri mesofili totali, lieviti e muffe presenti sui cubetti di melone conservati nelle vaschette con le diverse tipologie di atmosfere (MAP e aria). Sono state effettuate diluizioni decimali (ai sensi della normativa UNI EN ISO 6887-1:2004) dell'omogeneizzato ottenuto dal melone tagliato. Per la determinazione della carica batterica mesofila è stato utilizzato il terreno APHA (Plate Count Agar) per l'isolamento e conteggio, incubato a 30°C per 48 h. Per la determinazione di muffe e lieviti è stato utilizzato il terreno DRBC Agar (DICHLORAN ROSE-BENGAL CHLORAMPHENICOL AGAR) incubato a 25°C per 5 giorni. I risultati sono espressi in UFC/100 cm<sup>2</sup>.

## ***10 Analisi statistica dei dati***

Le prove sono state condotte in triplo, con tre vaschette analizzate per ogni tipologia di campione. Ogni dato rappresenta la media di tre repliche ± la deviazione standard e le differenza

significative tra i trattamenti sono state valutate per  $P < 0.05$  (Sun *et al.* 2007). L'analisi statistica dei dati è stata effettuata mediante analisi della varianza (ANOVA).

## RISULTATI

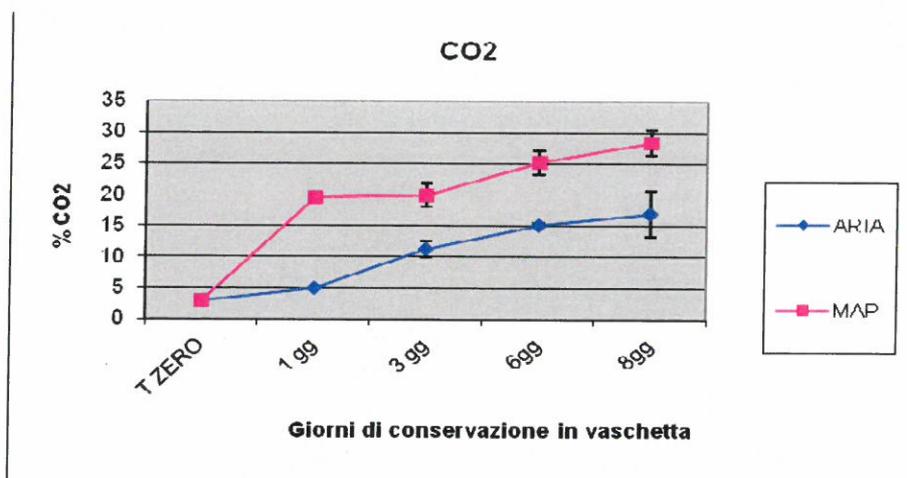


Fig. 1 Produzione di CO<sub>2</sub> di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Per valutare le condizioni fisiologiche all'interno delle confezioni, create dall'attività respiratoria del frutto e dalle caratteristiche di permeabilità del film utilizzato, abbiamo seguito nel corso del tempo l'evoluzione di CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ed etilene fin dall'inizio della prova. I dati del tempo zero si riferiscono al prodotto confezionato in aria subito dopo la preparazione e l'analisi dei parametri fisiologici e tecnologici è stata effettuata dopo tre ore dalla chiusura delle vaschette; questo spiega perché i valori registrati al tempo zero si discostano relativamente dai contenuti ambientali. L'utilizzo del MAP determina, ovviamente, un forte incremento del livello di CO<sub>2</sub> ed una consistente diminuzione di O<sub>2</sub> all'interno delle vaschette, riscontrabili sui grafici (Fig.1 e 2) ad un giorno di conservazione; successivamente il contenuto di anidride carbonica tende ad aumentare sensibilmente nel corso della prova, evidentemente per un effetto additivo attribuibile alla respirazione, che è accompagnato da una lieve diminuzione della concentrazione di ossigeno. Parallelamente, la percentuale di ossigeno all'interno delle vaschette confezionate in aria tende a diminuire nel tempo, raggiungendo alla fine della sperimentazione (8 giorni) valori di O<sub>2</sub> paragonabili all'altra tesi. Nelle vaschette confezionate in aria la quantità di CO<sub>2</sub> presenta

sempre un andamento crescente nel tempo, anche se con valori significativamente inferiori per tutta la durata della prova rispetto alla MAP.

I dati ottenuti nel corso del periodo di conservazione indicano un evidente effetto barriera alla CO<sub>2</sub> ed all'O<sub>2</sub> del film PET utilizzato, che determina la formazione di un'atmosfera modificata passiva anche nei campioni confezionati inizialmente in aria.

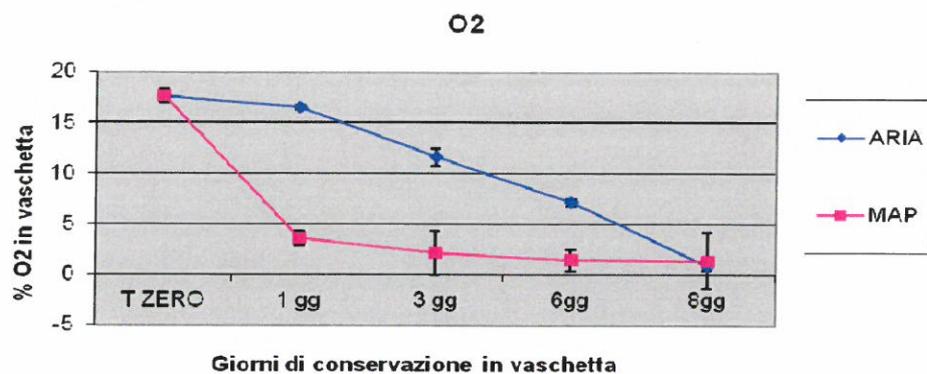


Fig. 2 Produzione di O<sub>2</sub> di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

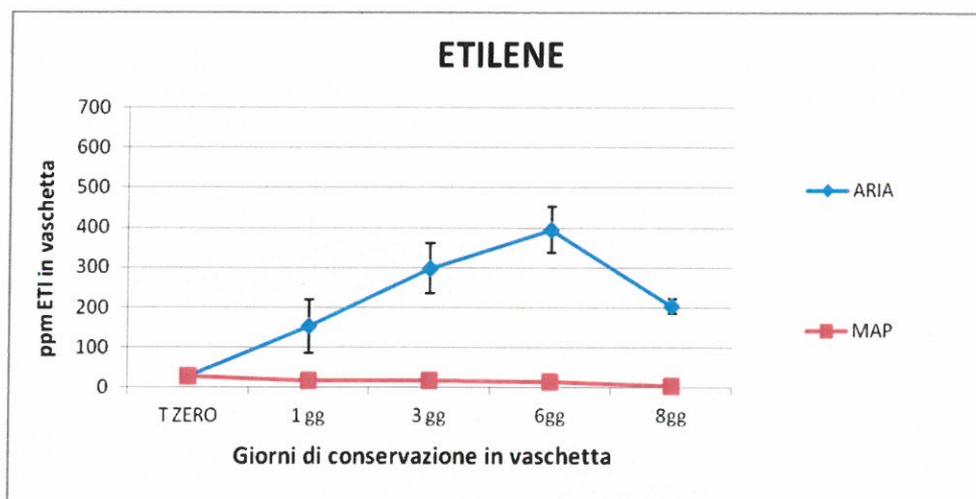


Fig. 3 Produzione di etilene di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Le vaschette contenenti melone tagliato e confezionato in aria fanno registrare delle produzioni di etilene crescenti fino al sesto giorno quando raggiungono il picco massimo, per poi tornare a diminuire all'ottavo giorno di conservazione a 6°C. Il grafico dell'etilene mostra in maniera immediata come l'utilizzo dell'atmosfera modificata eserciti un forte controllo sulla produzione

di etilene: il campione in MAP presenta infatti valori prossimi allo zero durante tutto il corso della prova.

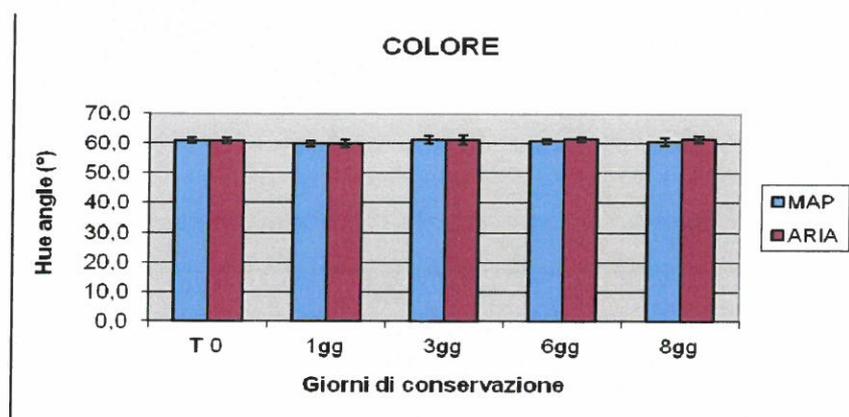


Fig. 4 Evoluzione del colore di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Per quanto riguarda il colore, un attributo immediatamente valutato dal consumatore al momento dell'acquisto, non sono state rilevate significative differenze tra i due campioni nel corso della conservazione. Inoltre, si osserva che ambedue le tesi presentano la colorazione originale registrata al tempo zero per tutto il periodo di conservazione a 6°C. Risultati analoghi sono stati rilevati da Aguayo et al. (2007) i quali dimostrarono che il melone tagliato var. *inodorus* non subisce cambiamenti di colore rilevanti durante la conservazione.

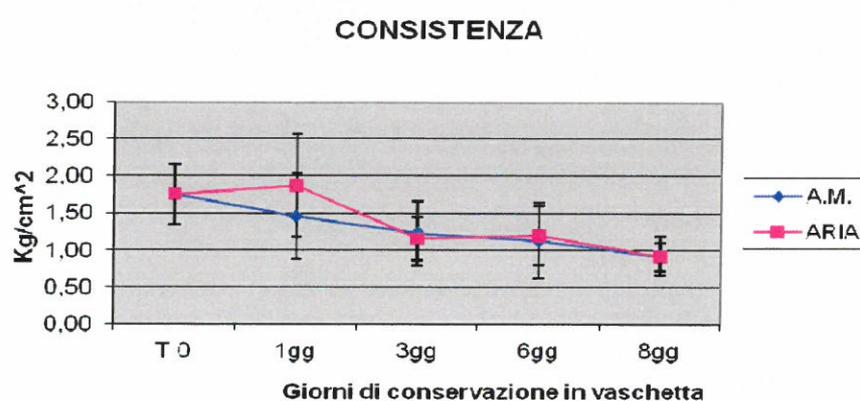


Fig. 5 Consistenza della polpa di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Anche per quanto riguarda la consistenza non sono state registrate differenze significative tra le due tipologie di atmosfere impiegate per il confezionamento. Tuttavia, dopo otto giorni di conservazione per entrambe è riscontrabile un rammollimento della polpa rispetto ai valori di partenza. I nostri risultati sono in accordo con quanto verificato da Amaro et al. (2012) i quali hanno verificato una naturale perdita di consistenza durante il periodo conservativo dei meloni tagliati freschi confezionati sia in aria che in atmosfera modificata passiva (MAP), ma senza differenze significative tra le due tipologie di confezionamento.

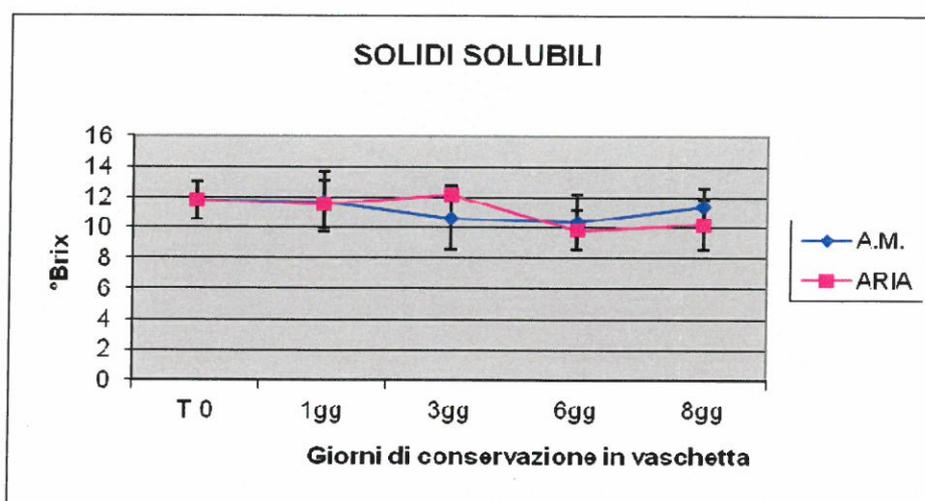


Fig. 6 Contenuto in solidi solubili (°Brix) di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

La quantità di zuccheri presenti nei cubetti di melone è la stessa per ambedue i campioni e si mantiene peraltro inalterata per tutta la durata della prova, infatti il contenuto in SSC è un attributo di qualità che, in particolare nel frutto di melone, dipende strettamente dal livello di saccarosio presente nei frutti al momento della raccolta (Beaulieu, 2006a) e subisce pochi o nulli cambiamenti a seguito delle operazioni di preparazione per la IV gamma e conservazione (Aguayo, Escalona, & Artés, 2008).

Sulla base dei parametri fisiologici valutati nel corso di questa ricerca possiamo affermare che l'utilizzo di atmosfera modificata (18 % CO<sub>2</sub> + 5 % O<sub>2</sub>), abbinato alla conservazione a basse temperature (6°C) permette un forte controllo della produzione di etilene. Al contrario, la bassa concentrazione di ossigeno non influenza in maniera significativa i parametri tecnologici quali colore, consistenza e contenuto in solidi solubili così come verificato anche da Amaro et al. (2012) confrontando atmosfera modificata (CA; 5 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>) con atmosfera modificata passiva (MAP) e controllo.

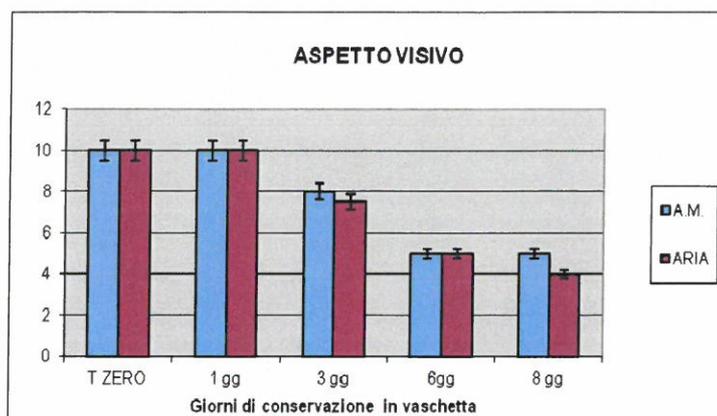


Fig. 7 Aspetto visivo di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

L'aspetto visivo del prodotto, pur mostrando un peggioramento in entrambe le tesi già dopo 3gg di conservazione, non è influenzato in maniera significativa dalla presenza dell'atmosfera modificata fino a sei giorni di conservazione. Alla fine della prova il melone conservato in MAP presenta comunque un aspetto migliore rispetto al controllo in aria.

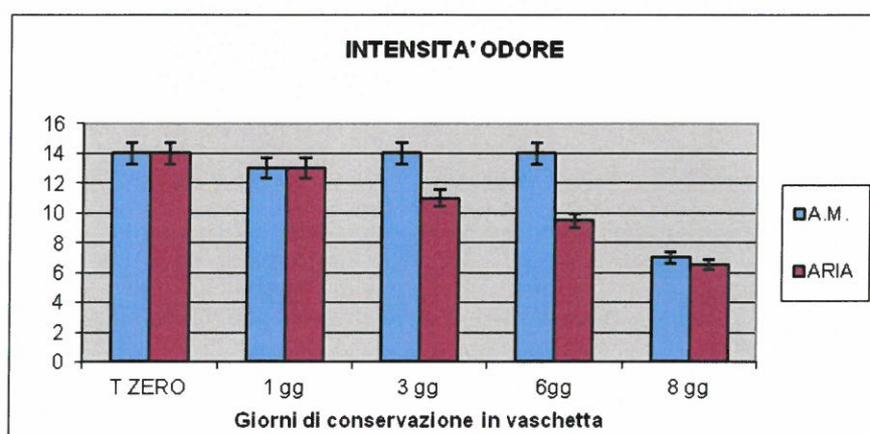


Fig. 8 Intensità dell'odore caratteristico di frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Per quanto riguarda l'intensità dell'odore caratteristico, possiamo osservare in Fig.3.8 che questo ha mantenuto nel complesso valori di accettabilità per entrambe le tipologie di atmosfere fino all'ottavo giorno di conservazione, quando si è verificato un decadimento importante di questo parametro anche nel campione MAP. Va sottolineato inoltre che, dal terzo giorno di conservazione fino alla fine della prova, i campioni conservati in atmosfera modificata hanno

fatto registrare valori di preferenza maggiori rispetto confezionamento in aria che perdeva rapidamente la tipicità del suo aroma.

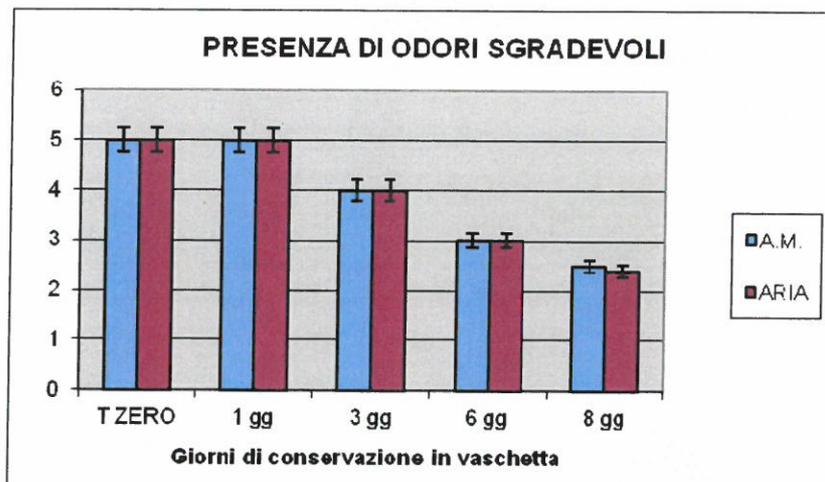


Fig. 9 Presenza di odori sgradevoli in frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

La presenza di odori atipici e poco gradevoli nei meloni tagliati è stata percepita dopo otto giorni dalla chiusura delle vaschette PET, per ambedue le tipologie di atmosfere considerate in questa prova.

Ciò che accade a fine shelf-life potrebbe essere spiegato dal fatto che il PET utilizzato ha determinato la formazione di un'atmosfera modificata passiva, evidentemente con una consistente diminuzione del livello di ossigeno, come mostrato anche dai grafici (Fig.1 e 2), evento che causa un rallentamento della respirazione che si traduce in una riduzione della glicolisi e del ciclo degli acidi carbossilici, diminuendo così la disponibilità di acetyl-Co-A e, quindi, di aminoacidi precursori di molti composti volatili (Beaulieu, 2006 a,b).

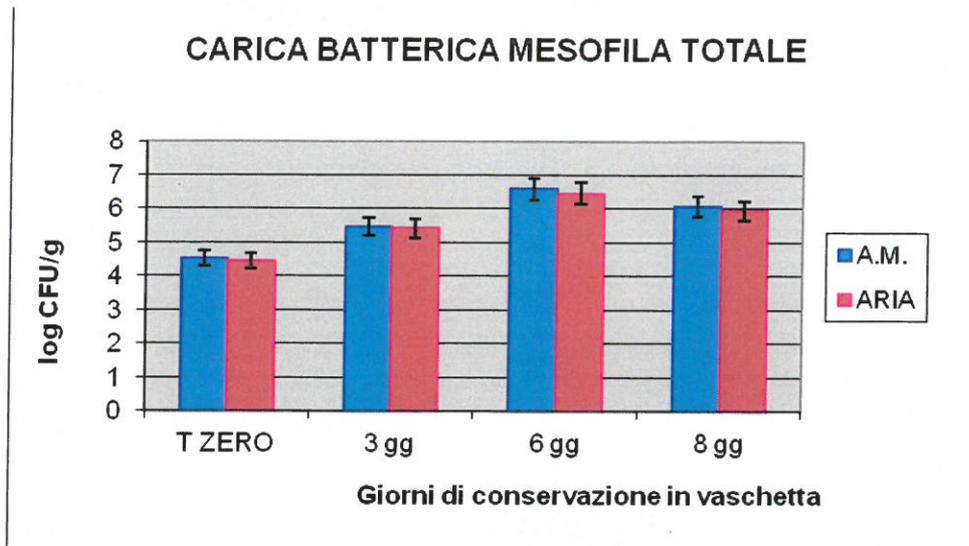


Fig. 10 Carica batterica mesofila totale in frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Come possiamo osservare dal grafico le due tipologie di atmosfere utilizzate nel confezionamento (atmosfera modificata e aria) non hanno permesso una discriminazione significativa delle tesi, determinando un effetto quasi analogo sulla proliferazione della carica mesofila totale. Il massimo della concentrazione microbica si presenta dopo sei giorni di conservazione. Va sottolineato, comunque che, ambedue i tipi di confezionamento permettono il mantenimento delle caratteristiche di salubrità per il melone tagliato, infatti i valori di carica batterica rimangono, per tutta la durata della prova, al di sotto del limite massimo di riferimento stabilito dalla legislazione francese in tema di vegetali tagliati freschi (Ministere dell'Economie des Finance set du Budget, 1998) la quale stabilisce un  $N_{max}$  pari a log 7,69 UFC/g.

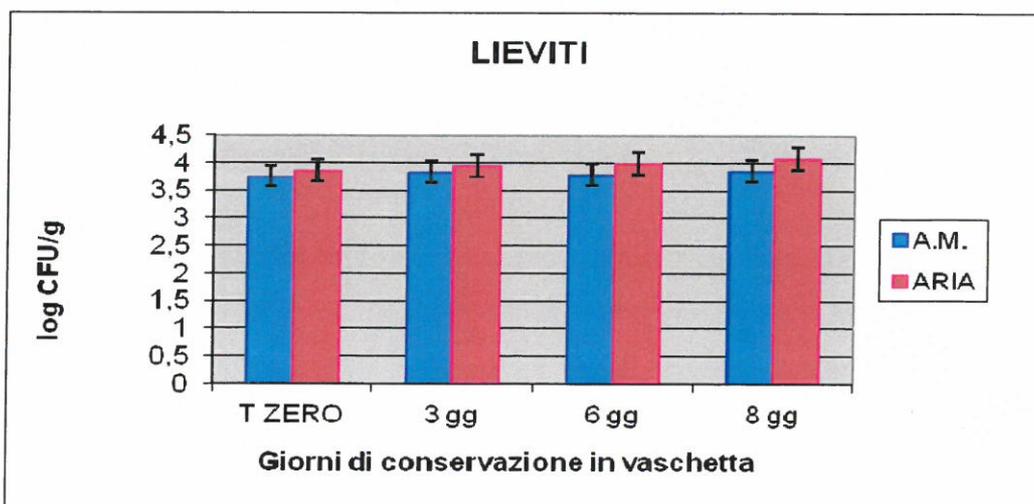


Fig. 11 Lieviti totali in frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

I lieviti presentano valori minori rispetto alla carica batterica mesofila totale e, diversamente da quest'ultima, mantengono valori costanti per tutto il periodo conservativo, in accordo con il modello trovato per il melone da Luna-Guzman & Barrett, (2000), Bai et al. (2001) e per melone fresco tagliato "barattiere" conservato in film in polipropilene o in film biodegradabili (PLA) da Conte et al. (2009) fino a 15 giorni di conservazione a 5°C.

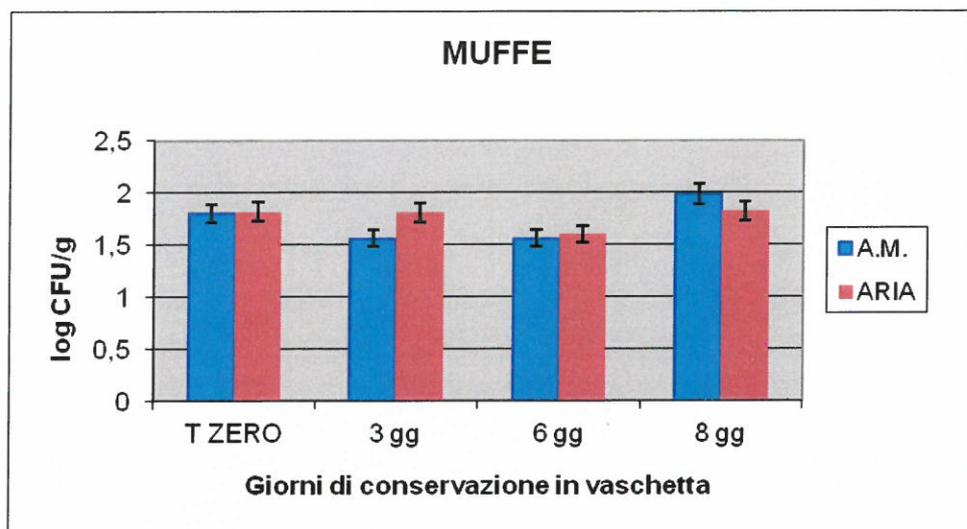


Fig. 12 Muffe totali in frutti di melone tagliati confezionati in MAP e ARIA all'interno di vaschette PET. Le barre verticali indicano la deviazione standard (n=3). Se assenti le barre della DS ricadono all'interno delle dimensioni del simbolo.

Anche le muffe presentano, nel corso della conservazione refrigerata a 6°C, dei valori bassi e costanti: infatti non possono essere osservate differenze significative tra il tempo zero e l'ultimo giorno della ricerca, indicando che entrambe le confezioni hanno controllato in maniera efficace lo sviluppo di muffe. Inoltre, anche in questo caso il confezionamento in atmosfera modificata non ha permesso una discriminazione significativa delle tesi.

L'uniformità dei dati microbiologici osservati può essere imputata al fatto che all'interno delle vaschette confezionate in aria si realizza una atmosfera modificata passiva durante la conservazione per effetto della respirazione del materiale vegetale e delle proprietà di barriera del film plastico.

## CONCLUSIONI

- ✓ I dati ottenuti nel corso della presente sperimentazione indicano un evidente effetto barriera alla CO<sub>2</sub> ed all'O<sub>2</sub> del film PET utilizzato, il quale determina la formazione di un'atmosfera modificata passiva anche nei campioni confezionati in aria.
- ✓ Il packaging in atmosfera modificata esercita un forte controllo sulla produzione di etilene, che si presenta con valori prossimi allo zero per questi campioni durante tutta la prova.
- ✓ L'atmosfera modificata non influenza in maniera significativa i parametri tecnologici quali colore, consistenza e contenuto in solidi solubili.
- ✓ I dati dell'analisi microbiologica suggeriscono, inoltre, che ambedue le tipologie di atmosfere impiegate permettono un controllo della carica batterica mesofila totale, garantendo così la caratteristica di salubrità per il melone tagliato. Muffe e lieviti presentano un andamento costante per tutta la durata della conservazione.
- ✓ Non sono state riscontrate differenze significative tra le tesi per i dati microbiologici, evento che potrebbe essere spiegato dal fatto che, per effetto della respirazione del melone tagliato e della permeabilità del polietilene utilizzato, si viene a formare in seguito alla chiusura in aria delle vaschette un'atmosfera modificata passiva, riscontrabile anche dai dati della presenza di anidride carbonica nelle vaschette.

## BIBLIOGRAFIA

Aguayo, E., Allende, A., & Artés, F., 2003. *Keeping quality and safety of minimally fresh processed melon*. European Food Research and Technology, 216, 494–499.

Aguayo, E., Escalona, V. H., & Artés, F., 2007. *Quality of minimally processed Cucumis melo var Saccharinus as improved by controlled atmosphere*. European Journal of Horticultural Science, 72, 39–45.

Aguayo, E., Escalona, V. H., & Artés, F., 2008. *Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut Amarillo melon*. Postharvest Biology and Technology, 47, 397–406.

Aguayo, E., Escalona, V. H., & Artés, F., 2007. *Quality of minimally processed Cucumis melo var Saccharinus as improved by controlled atmosphere*. European Journal of Horticultural Science, 72, 39–45.

Aguayo, E., Escalona, V. H., & Artés, F., 2007. *Quality of minimally processed Cucumis melo var Saccharinus as improved by controlled atmosphere*. European Journal of Horticultural Science, 72, 39–45.

Bai, J.H., Saftner, R.A., Watada, A.E. & Lee, Y.S. (2001). *Modified atmosphere maintains quality of fresh-cut cantaloupe (Cucumis Melo L.)*. Journal of Food Science, 66, 1207–1211.

Beaulieu, J. C. 2006a. *Volatile changes in cantaloupe during growth, maturation, and in stored fresh-cuts prepared from fruit harvested at various maturities*. Journal of the American Society for the Horticultural Science, 131, 127–139.

Beaulieu, J. C., 2006b. *Effect of cutting and storage on acetate and nonacetate esters in convenient, ready-to-eat fresh-cut melons and apples*. HortScience, 41, 65–73.

Conte A., Scrocco C., Brescia I., Del Nobile A., 2009. *Different packaging strategies for fresh-cut 'barattiere' melon cultivar (cucumis melo L.)*. International Journal of Food Science and Technology 2009, 44, 1422–1428.

Luna-Guzma' n, I. & Barrett, M.D. (2000). *Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes*. Postharvest Biology & Technology, 19, 61–72.

Lunati Fabio , Nomisma, ISPORT (Istituto Sperimentale per l'Orticultura), 2001. *Linee guida tecniche ed agronomiche per i prodotti di IV gamma* . Rapporto Tecnico.

Ministere de l'Economie des Finances et du Budget. (1988). *Marche' consommation, Produits vegetaux prêts a l'emploi dits de la 'IVemme Gamme': Guide de bonnes pratique hygieniques*. Journal Officiel de la Republique Francaise, 1621, 1–29.

Portela, S. I., & Cantwell, M. I., 1998. *Quality changes in minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere*. Postharvest Biology and Technology, 14, 351–357.

Ragaert, P., Verbene, W., Devlieghere, F. & Debevere, J. (2004). *Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits*. Food Quality & Preference, 15, 259–270.

Rocculi P., Romani S., Venir E., Dalla Rosa M., Mastrocola D., 2003. *Aspetti tecnologici di prodotti a base di frutta trasformata "al minimo" (IV gamma)*. Rivista di frutticoltura n° 3, 23-31.

SUN, T., POWERS, J.R. and TANG, J. 2007. Effect of enzymatic macerate treatment on rutin content, antioxidant activity, yield and physical properties of asparagus juice. J. Food Sci. 72, 267–271.

## **4.6 NOVAMONT S.P.A.**

### **4.6.1 MESSA A PUNTO DI FILM INNOVATIVI CHE CONSENTANO LA REALIZZAZIONE DI PACKAGING FUNZIONALI CHE MIGLIORINO LE CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO E NE DETERMININO UN ALLUNGAMENTO DELLA SHELF- LIFE: SPERIMENTAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DI FILM BIODEGRADABILI E COMPOSTABILI**

Novamont è stata coinvolta nell'ambito dell'attività 6 del progetto per la messa a punto di film innovativi che consentano la realizzazione di packaging funzionali che migliorino le caratteristiche del prodotto e ne determinino un allungamento della shelf- life.

Compito di Novamont è stato quello di coordinare e gestire la parte sperimentale della messa a punto dei film per l'applicazione richiesta, mentre le prove aziendali sono state effettuate dalle aziende agricole in collaborazione con il DIBAF (ex DISTA) dell'Università della Tuscia.

In particolare, Novamont sulla base dei requisiti organolettici e di confezionamento dei prodotti agroalimentari selezionati nelle attività progettuali, ha definito i film ritenuti più idonei al confezionamento in IV gamma dei prodotti agroalimentari considerati.

A tal fine nel corso del 2011 è stato selezionato il materiale indicato con la sigla COEX 174, un coestruso di spessore 35 micron destinato al confezionamento di prodotti ortofrutticoli in vaschette in PET chiuse con il film saldato sul lato superiore del contenitore.

I campioni di film realizzati da Novamont sono stati testati presso le aziende agricole partner, al fine di valutarne la "macchinabilità" e la "saldabilità", per essere poi sottoposti a test di shelf life sui prodotti agroalimentari. Gli stessi campioni di film erano inoltre destinati al DIBAF (ex DISTA) dell'Università della Tuscia per prove di laboratorio dell'applicazione dei film sviluppati nel confezionamento dei prodotti IV gamma, monitorando la qualità fisiologica durante la lavorazione e nella shelf life.

La sperimentazione condotta utilizzando il film COEX 174 ha permesso di evidenziare alcuni aspetti del materiale da ottimizzare ulteriormente per ottenere i requisiti richiesti in termini di saldabilità. Questo lavoro di ottimizzazione ha portato nel 2012 alla messa a punto della formulazione indicata come COEX 178.

#### **4.6.2 MESSA A PUNTO DI FILM INNOVATIVI CHE CONSENTANO LA REALIZZAZIONE DI PACKAGING FUNZIONALI CHE MIGLIORINO LE CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO E NE DETERMININO UN ALLUNGAMENTO DELLA SHELF- LIFE: PRODUZIONE DI FILM BIODEGRADABILI E COMPOSTABILI PER VALIDAZIONE**

Nel 2012 Novamont si è impegnata nella realizzazione e validazione di un film biodegradabile e compostabile per la realizzazione di packaging funzionali per prodotti agroalimentari di IV gamma ottimizzato sulla base delle indicazioni scaturite dalle prove sperimentali condotte nel 2011. Lo studio di ottimizzazione ha permesso di realizzare il film COEX 178, un coestruso di spessore 35 micron con caratteristiche di permeabilità all'anidride carbonica in linea con le necessità evidenziate in fase sperimentale nel corso dell'anno precedente e caratteristiche di saldabilità ottimali rispetto a quanto richiesto. Il film è stato validato presso il DIBAF (ex DISTA) dell'Università della Tuscia per la conservazione di melone di IV gamma in cella refrigerata a 5°C. È stato riportato che in effetti il film ha permesso di mantenere una maggiore quantità di anidride carbonica all'interno delle confezioni insieme ad un buon mantenimento dei parametri organolettici del prodotto confezionato. Il film COEX 178 dunque ha superato la prova di validazione risultando idoneo all'applicazione richiesta.

#### **4.6.3 REALIZZAZIONE DELLE PROVE AGRONOMICHE PER VALUTARE LE MIGLIORI CONDIZIONI AGRONOMICHE PER OTTENERE PRODOTTI ORTOFRUTTICOLI PIÙ ADATTI AD ESSERE TRASFORMATI COME FRESCHI PRONTI O IN IV GAMMA.**

Nell'ambito del progetto Novamont è stata inoltre coinvolta nell'attività relativa alle prove agronomiche per l'ottenimento di prodotti ortofrutticoli per la trasformazione in freschi pronti o in IV gamma. Nel contesto di questa attività nel corso della stagione colturale 2010 Novamont ha messo a punto e fornito all'azienda "Società Agricola il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G." coinvolta nel progetto 3 teli biodegradabili: PC10N3 (Nero 15 micron), PC10N4/12 (Nero 12 micron), PC10F6/20 (Fumè scuro 20 micron). I film sono stati utilizzati per prove di pacciamatura su melone. Su di essi sono state condotte le valutazioni di routine riguardo la resistenza e la degradazione in campo nonché le caratterizzazioni meccaniche presso il laboratorio di analisi meccaniche di Novamont secondo il protocollo messo a punto da Novamont e riportato di seguito:

##### **1. Rilievi di campo:**

- a. *degradazione del film nella parte esposta e nella parte interrata.*

- b. *Lesioni*: ovvero qualsiasi rottura, strappo, buco, lacerazione che appare sul telo e ne riduce la funzionalità.
- c. *Resistenza allo strappo* (riferita alla sola parte di telo esposta): ovvero la capacità del telo di resistere ad una trazione operata manualmente.
- d. *Danni al momento della posa*

Ad ognuno di questi aspetti viene conferito un valore numerico da 9 a 1, dove questi valori si riferiscono sempre, rispettivamente, ad un telo nuovo e ad un telo totalmente distrutto, assimilabile al suolo nudo. In tabella 1 è, schematizzata la scala di valutazione del telo.

<b>Scala numerica per rilievi da 1 a 9</b>	
<b>1= suolo nudo e 9= telo nuovo</b>	
<b>1. Degradazione della parte esposta del telo:</b> 1= 0% suolo coperto – 9 = 100% suolo coperto	
<b>2. Degradazione della parte interrata del telo:</b> 1= telo totalmente scomparso – 9 = telo come nuovo	
<b>3. Lesioni :</b> 1 = elevatissimo numero di lesioni (telo quasi scomparso per lesioni) – 9 = nessuna lesione	
<b>4. Resistenza allo strappo:</b> 1= estremamente fragile ( si sbriciola al tocco) – 9 = molto resistente ed elastico (come nuovo)	
<b>5. Danni alla posa:</b> tutti i danni che possono risultare da questa operazione. 9 = nessun danno	
<b>6. Facilità di posa:</b> solo se la stesura avviene meccanicamente. 9 = stessa meccanizzabilità del PE	

**Tabella 1.** *Criteri di valutazione per i teli in campo secondo protocollo Novamont.*

Per quanto riguarda la tempistica dei rilievi, in Tabella 2 sono riassunte le frequenze delle varie tipologie.

<b>Operazione</b>	<b>Tipologia di rilievo</b>	<b>Frequenza di rilievo</b>	<b>Unità di riferimento per campionamento</b>
<b>Degradazione parte esposta</b>	Scala 1-9	Quindicinale	Parcella
<b>Degradazione parte interrata</b>	Scala 1-9	3-4 settimane	Parcella
<b>Lesioni</b>	Scala 1-9	Quindicinale	Parcella
<b>Resistenza allo strappo</b>	Scala 1-9	Quindicinale	Parcella
<b>Danni alla posa</b>	Scala 1-9	Al termine dell'operazione	Parcella
<b>Facilità di posa</b>	Scala 1-9	Durante l'operazione	Tesi
<b>Condizioni climatiche</b>	Stazione climatica	In funzione del tipo di raccolta	Durante il ciclo colturale
<b>Rilievi fotografici</b>		Ogni 2 settimane (se possibile in coincidenza dei prelievi per prove di lab)	Parcella
<b>Temperatura nel suolo</b>	Sonda termica	oraria	Tesi o parcella

**Tabella 2.** *Tempistica e modalità di raccolta dati.*

## **2. Monitoraggio delle proprietà meccaniche:**

I prelievi per le prove di laboratorio vanno eseguiti sulle parcelle sperimentali in campo, nella parte esposta del telo.

### **2.1 Tempi di campionamento:** su teli per orticole a cicli brevi

1° campionamento: telo tal quale (prelevato prima della stesura)

2° campionamento: dopo 15 giorni dalla stesura

3° campionamento: dopo 30 giorni dalla stesura

4° campionamento: dopo 45 giorni dalla stesura

5° campionamento: dopo 60 giorni dalla stesura

6° campionamento: dopo 75 giorni dalla stesura (da concordare in funzione dei risultati ottenuti a 60gg)

Il monitoraggio dei teli in campo, il prelievo e la spedizione dei campioni a Novamont, è stato eseguito dal personale della 3A-PTA.

Sempre nell'ambito di questa attività nel 2011 Novamont ha ottimizzati ulteriori 4 materiali da destinare alle prove di pacciamatura.

Nello specifico sono stati prodotti i seguenti film: PC11N1 (Nero 15 micron), PC11N1/20 (Nero 20 micron), PC11F6/20 (Fumè chiaro 20 micron), PC11F7/20 (Fumè scuro 20 micron).

Su questi film, come per i precedenti, si è proceduto alle valutazioni di routine riguardo la resistenza e la degradazione in campo nonché alle caratterizzazioni meccaniche di laboratorio. I meloni prodotti nella prova sono stati utilizzati dall'azienda Treppaoli e lavorati in IV gamma.

## 4.7 ANALYSIS S.R.L.

### 4.7.1 CARATTERIZZAZIONE FISICA, CHIMICA E SENSORIALE DEI PRODOTTI “READY TO USE” E IV GAMMA REALIZZATI NELLE PROVE

#### Sperimentazione su Melone

Al laboratorio Analysis srl sono stati forniti una serie di campioni provenienti dalle diverse prove in campo effettuate con diverse tipologie di pacciamatura, film neri e fumè biodegradabili e non, come descritto nei paragrafi precedenti.

Sui meloni tal quali sono state effettuate delle determinazioni preliminari relative al grado di durezza e al contenuto di carotenoidi totali, che vengono di seguito riportate.

<b>Prove annualità 2010</b>		
	<b>Carotenoidi totali (mg/kg)</b>	<b>Sforzo di Taglio (Kgf/cm2)</b>
<b>N 40</b>		
Par.1	592	0,17
Par.5	485	0,17
Par.9	451	0,23
<b>F.BIO 20</b>		
Par.4	321	0,28
Par.8	284	0,3
Par.12	365	0,15
<b>N.BIO 15</b>		
Par.2	481	0,18
Par.6	502	0,32
Par.10	364	0,2
<b>N.BIO 12</b>		
Par.3	460	0,26
Par.7	450	0,38
Par.11	468	0,19

Tab. 1 :Prove in campo, Valori riscontrati sui meloni tal quali annata 2010

Da una prima valutazione emerge che i campioni provenienti dalle parcelle con film Nero e più spesso presentano dei contenuti in carotenoidi tendenzialmente più alti anche se con delle differenze che non sono sempre statisticamente significative.

Gli stessi campioni sono stati poi trasformati presso l'azienda Treppaoli secondo lo schema convenzionale di lavorazione descritto nei precedenti paragrafi e quindi confezionati in modo convenzionale.

Le vaschette di cubettato sono state quindi sottoposte ad una valutazione della shelf life per 5 giorni andando a valutare il profilo microbiologico del prodotto durante tutto il periodo di conservazione, mentre il colore, il contenuto di composti fenolici ed il contenuto di potassio è stato valutato al tempo 0 e alla fine della prova.

<b>N40 Pr 9</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	3700000	5700000	34000000	32000000
<b>Muffe</b>	3100	200	740	240
<b>Lieviti</b>	9400	72000	64000	100000
<b>L</b>	60,55			55,54
<b>a</b>	25,92			26,37
<b>b</b>	46,87			48,82
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>602</b>			<b>449</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>143</b>			<b>112</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>335</b>			<b>323</b>

<b>N40 Pr5</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	190.000	3.000.000	4.000.000	20.000.000
<b>Muffe</b>	360	140	260	460
<b>Lieviti</b>	1.500	770	15.000	100.000
<b>L</b>	65,47			64,48
<b>a</b>	21,88			20,23
<b>b</b>	42,43			43,05
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>576</b>			<b>412</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>133</b>			<b>101</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>337</b>			<b>331</b>

<b>N40 Pr1</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	57000	3000000	1900000	860000
<b>Muffe</b>	160	82	100	45
<b>Lieviti</b>	620	1000	110000	9500
<b>L</b>	62,74			62,84
<b>a</b>	23,56			23,09
<b>b</b>	45,32			44,29
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>597</b>			<b>442</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>149</b>			<b>119</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>322</b>			<b>302</b>

Tab. 2a : Shelf life sui meloni cubettati e confezionati in vaschetta (Tesi N40)

Come si può verificare i dati microbiologici non sono ottimali in quanto la raccolta dell'annata 2010 è stata effettuata in ritardo ed il grado di maturazione eccessivo ha influito negativamente sul processo di trasformazione determinando dei livelli di carica batterica in partenza già molto elevati. Il contenuto di carotenoidi e di composti fenolici invece è risultato elevato e si è ridotto solamente di circa 20-30% nel corso della conservazione.

<b>N Bio 15 Pr2</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	88000	1400000	2600000	65000000
<b>Muffe</b>	260	240	320	390
<b>Lieviti</b>	2800	40000	110000	730000
<b>L</b>	64,85			61,31
<b>a</b>	23,67			25,09
<b>b</b>	43,3			45,1
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>542</b>			<b>411</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>145</b>			<b>109</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>367</b>			<b>361</b>

<b>N Bio 15 Par 6</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	100000	860000	5600000	22000000
<b>Muffe</b>	410	280	300	460
<b>Lieviti</b>	3500	36000	150000	620000
<b>L</b>	61,12			61,63
<b>a</b>	21,72			22,32
<b>b</b>	42,71			43,89
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>551</b>			<b>483</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>149</b>			<b>117</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>342</b>			<b>330</b>

<b>N Bio 15 Pr 10</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	12000000	12000000	41000000	91.000.000
<b>Muffe</b>	8200	3200	5300	6.300
<b>Lieviti</b>	110000	150000	2.400.000	490.000
<b>L</b>	66,1			64,32
<b>a</b>	21,29			19,73
<b>b</b>	43,41			43,98
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>519</b>			<b>474</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>147</b>			<b>128</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>329</b>			<b>316</b>

<b>N Bio 12 Pr 11</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	160.000	1.900.000	2.700.000	100.000.000
<b>Muffe</b>	340	190	380	560
<b>Lieviti</b>	3900	2900	150000	140000
<b>L (colore)</b>	65,36			60,89
<b>a (colore)</b>	22,07			19,87
<b>b (colore)</b>	41,73			37,82
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>447</b>			<b>322</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>132</b>			<b>101</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>339</b>			<b>331</b>

<b>N Bio 12 Pr 3</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	150000	3400000	19000000	140000000
<b>Muffe</b>	180	200	120	180
<b>Lieviti</b>	2300	14000	92000	330000
<b>L</b>	64,02			61,24
<b>a</b>	22,86			23,35
<b>b</b>	42,87			47,68
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>429</b>			<b>398</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>121</b>			<b>97</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>344</b>			<b>336</b>

<b>N Bio 12 Pr 7</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	300.000	3.400.000	6.300.000	35.000.000
<b>Muffe</b>	360	310	190	220
<b>Lieviti</b>	4.800	8.200	370.000	46.000
<b>L</b>	61,15			62,22
<b>a</b>	24,73			23,43
<b>b</b>	45,56			43,11
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>469</b>			<b>368</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>119</b>			<b>107</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>351</b>			<b>342</b>

Tab. 2b : Shelf life sui meloni cubettati e confezionati in vaschetta (Tesi N Bio 15 ed N Bio 12)

Analoga situazione si è riscontrata anche per la tesi relativa ai teli biodegradabili (N15 ed N12) con un contenuto di carotenoidi praticamente sovrapponibile a quello della tesi con telo convenzionale.

<b>F Bio 20 Pr 4</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	190.000	4.900.000	9.600.000	7.900.000
<b>Muffe</b>	100	140	82	160
<b>Lieviti</b>	8.800	11.000	32.000	32.000
<b>L</b>	65,67			65,11
<b>a</b>	21,04			21,17
<b>b</b>	40,83			41,5
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>402</b>			<b>229</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>124</b>			<b>87</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>302</b>			<b>297</b>

<b>F Bio 20 Pr 8</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	82000	3000000	4100000	1,1E+08
<b>Muffe</b>	160	91	40	190
<b>Lieviti</b>	680	8200	12000	7100
<b>L</b>	61,57			63,68
<b>a</b>	23,45			22,83
<b>b</b>	43,98			43,82
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>397</b>			<b>339</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>119</b>			<b>95</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>321</b>			<b>278</b>

<b>F Bio 20 Pr12</b>				
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t5</b>
<b>Carica Batterica M.T.</b>	51000	650000	3100000	1400000
<b>Muffe</b>	160	190	55	73
<b>Lieviti</b>	460	6200	12000	960
<b>L</b>	65,33			66,23
<b>a</b>	23,88			23,52
<b>b</b>	42,83			43,55
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>418</b>			<b>392</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>119</b>			<b>94</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>334</b>			<b>299</b>

Tab. 2c : Shelf life sui meloni cubettati e confezionati in vaschetta (Tesi F Bio 20)

La situazione invece risulta leggermente peggiore per la tesi F bio che infatti in campo è quella che ha avuto i risultati peggiori. Tuttavia le differenze non sono statisticamente significative.

Per l'annualità 2011 sono state replicate le stesse prove in campo inserendo film differenti ed il controllo non pacciamato, mentre per quanto riguarda la trasformazione sono state approntate due diverse tesi per la verifica del film biodegradabile della Novamont utilizzato per la chiusura delle vaschette. Inoltre è stata verificato anche l'effetto del confezionamento in una particolare atmosfera modificata sulla conservazione del cubettato di melone, rispetto al confezionamento in atmosfera convenzionale.

<b>Prove annualità 2011</b>		
	<b>Carotenoidi totali (mg/kg)</b>	<b>Sforzo di Taglio (Kgf/cm2)</b>
<b>N 40</b>		
Par.1	494	0,19
Par.11	425	0,22
Par.15	595	0,23
<b>F. SC.BIO 20</b>		
Par.4	295	0,18
Par.12	380	0,16
Par.13	392	0,18
<b>F.CH.BIO 20</b>		
Par.5	398	0,17
Par.10	359	0,18
Par.14	425	0,18
<b>N.BIO 15</b>		
Par.2	445	0,19
Par.9	421	0,18
Par.17	492	0,15
<b>N. BIO 20</b>		
Par. 3	397	0,2
Par.7	413	0,17
Par.18	448	0,16
<b>CONTROLLO</b>		
Par.6	402	0,19
Par.8	418	0,19
Par.16	412	0,21

Tab. 3 :Prove in campo, Valori riscontrati sui meloni tal quali annata 2011

Anche per l'annata 2011 si sono riscontrate le stesse situazioni del 2010 con dei valori di carotenoidi leggermente più alti in quanto la raccolta è stata effettuata ad un perfetto grado di maturazione.

<b>Cubettato in AT.M. 5% O2-18%CO2-PET</b>				
	t0	t1	t2	t5
<b>Carica Batterica M.T.</b>	<b>34.000</b>	<b>290.000</b>	<b>900.000</b>	<b>1.200.000</b>
<b>Muffe</b>	<b>91</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>110</b>
<b>Lieviti</b>	<b>560</b>	<b>680</b>	<b>710</b>	<b>1.700</b>
<b>L (colore)</b>	<b>61,12</b>			<b>61,63</b>
<b>a (colore)</b>	<b>21,2</b>			<b>22,32</b>
<b>b (colore)</b>	<b>42,71</b>			<b>43,89</b>
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>602</b>			<b>449</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>143</b>			<b>112</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>335</b>			<b>323</b>

<b>Cubettato in Aria-PET</b>				
	t0	t1	t2	t5
<b>Carica Batterica M.T.</b>	<b>29.000</b>	<b>260.000</b>	<b>2.900.000</b>	<b>8.800.000</b>
<b>Muffe</b>	<b>91</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>64</b>
<b>Lieviti</b>	<b>720</b>	<b>8.600</b>	<b>9.700</b>	<b>12.000</b>
<b>L (colore)</b>	<b>65,36</b>			<b>60,89</b>
<b>a (colore)</b>	<b>22,5</b>			<b>19,87</b>
<b>b (colore)</b>	<b>41,73</b>			<b>37,82</b>
<b>Carotenoidi (mg/Kg)</b>	<b>468</b>			<b>312</b>
<b>Composti fenolici (mg/Kg)</b>	<b>118</b>			<b>81</b>
<b>Potassio (mg/100g)</b>	<b>350</b>			<b>302</b>

Tab. 4 : Studio della shelf-life del prodotto (dati medi su tre vaschette per ogni punto di conservazione)

Da una prima analisi dei dati risulta evidente come non vi siano sostanziali differenze tra il confezionamento in aria e quello in atmosfera modificata, in quanto l'attività metabolica molto più intensa nella confezione in aria porta rapidamente le condizioni in sostanziale equivalenza e conseguentemente anche il profilo microbiologico e quello dei parametri qualitativi chimici si equivalgono. Per quanto riguarda questi ultimi va sottolineato che effettivamente i valori riscontrati sono leggermente inferiori rispetto al prodotto confezionato in atmosfera modificata, tuttavia tale differenza non viene percepita dal consumatore che infatti, ad eccezione del profumo, non riesce a definire delle differenze statisticamente significative per nessuno dei parametri sudati nel consumer test. Ovviamente ciò è dovuto al fatto che le sostanze aromatiche volatili responsabili del profumo del prodotto rappresentano il primo bersaglio dell'ossigeno presente all'interno della confezione. Inoltre sempre il profumo è influenzato negativamente anche dai prodotti gassosi del metabolismo che non sono solamente la CO<sub>2</sub>, ma anche altri prodotti secondari non necessariamente con caratteristiche di neutralità aromatica.

Tuttavia va anche sottolineato che entrambe le tesi hanno ottenuto valori sempre molto buoni, infatti, considerando che è stata utilizzata una scala con valori da 1 a 9 e che fatta eccezione per

il sapore, in tutti i parametri è stato ottenuto un valore superiore a 6 il prodotto e la relativa trasformazione possono essere considerati di buona qualità

<b>Parametro Sensoriale</b>	<b>Aria</b>	<b>ATM</b>
<b>Gradimento Complessivo</b>	<b>6,1</b>	<b>6,1</b>
<b>Gradimento Aspetto</b>	<b>6,8</b>	<b>6,6</b>
<b>Gradimento Profumo</b>	<b>5,7</b>	<b>6,2</b>
<b>Gradimento Colore Polpa</b>	<b>6,1</b>	<b>6,6</b>
<b>Gradimento Consistenza</b>	<b>6,4</b>	<b>6,5</b>
<b>Gradimento Succosità</b>	<b>6,4</b>	<b>6,3</b>
<b>Gradimento Sapore</b>	<b>5,9</b>	<b>5,8</b>

Tab. 5 : Sintesi dei principali parametri sensoriali valutati nello studio delle due diverse modalità di confezionamento del cubettato di melone. I prodotti sono stati valutati dopo 4 giorni dal confezionamento quindi un giorno prima della scadenza del prodotto.

## Sperimentazione su Zucchine

Per quanto riguarda lo zucchini sono state effettuate le valutazioni di una serie di parametri per verificare se la riduzione dell'apporto irriguo fino al 40% influisse negativamente sulla produzione sia in termini quantitativi sia in termini qualitativi. La prima parte delle valutazioni relativa agli aspetti agronomici e quantitativi è riportata nei paragrafi precedenti, mentre di seguito vengono riportate le tabelle relative ai parametri legati principalmente alle caratteristiche intrinseche dei prodotti ottenuti.

Prove annualità 2010	C			C20%			C40%		
	BL1	BL2	BL3	BL1	BL2	BL3	BL1	BL2	BL3
Sforzo di Taglio (Kgf/cm2)	0,67	0,65	0,69	0,69	0,73	0,72	0,70	0,69	0,75
Fosforo (mg/100g)	58,5	58,3	58,6	61,3	61,8	61,4	68,6	68,8	68,2
Potassio (mg/100g)	105,0	103,0	105,0	136,0	135,0	139,0	222,0	227,0	219,0
Calcio (mg/100g)	13,0	15,0	16,0	18,0	19,0	16,0	23,0	25,0	21,0
Zinco (mg/100g)	0,50	0,49	0,47	0,48	0,49	0,49	0,47	0,48	0,49
Fibra Alimentare (g/100g)	1,45	1,44	1,47	1,61	1,64	1,65	1,89	1,88	1,91

Tab. 6 : Caratteristiche chimico nutrizionali delle zucchine ottenute nell'annata 2010.

Dall'analisi dei risultati dell'annata 2010 emerge che le caratteristiche qualitative non vengono influenzate dalla riduzione dell'apporto idrico, infatti tutti i parametri restano sostanzialmente invariati, unica eccezione è rappresentata da potassio e calcio che tendono ad aumentare in modo proporzionale alla riduzione idrica. Tale effetto però può essere considerato certamente un'aspetto positivo.

Prove annualità 2011 Camp. (15-06-2011)	C			C20%			C40%		
	BL1	BL2	BL3	BL1	BL2	BL3	BL1	BL2	BL3
Sforzo di Taglio (Kgf/cm2)	0,59	0,61	0,62	0,65	0,69	0,69	0,69	0,69	0,68
Fosforo (mg/100g)	56,1	56,3	56,4	59,9	60,2	60,9	65,9	66,7	66,9
Potassio (mg/100g)	101,0	104,0	103,0	129,0	131,0	130,0	192,0	197,0	199,0
Calcio (mg/100g)	12,9	12,9	13,3	16,9	17,3	17,5	19,1	19,9	19,9
Zinco (mg/100g)	0,44	0,41	0,42	0,45	0,46	0,44	0,44	0,45	0,45
Fibra Alimentare (g/100g)	1,33	1,32	1,37	1,41	1,43	1,45	1,59	1,58	1,59

Prove annualità 2011 Camp. (27-06-2011)	C			C20%			C40%		
	BL1	BL2	BL3	BL1	BL2	BL3	BL1	BL2	BL3
Sforzo di Taglio (Kgf/cm2)	0,61	0,61	0,64	0,64	0,69	0,72	0,65	0,69	0,69
Fosforo (mg/100g)	58,1	57,3	57,6	61,4	61,4	63,9	66,8	66,8	67,2
Potassio (mg/100g)	106,0	104,0	106,0	135,0	135,0	137,0	218,0	225,0	227,0
Calcio (mg/100g)	13,2	13,9	13,8	17,9	18,4	18,4	21,8	23,9	23,7
Zinco (mg/100g)	0,49	0,48	0,48	0,49	0,49	0,51	0,51	0,52	0,49
Fibra Alimentare (g/100g)	1,39	1,41	1,45	1,59	1,58	1,61	1,78	1,89	1,91

Tab. 7 : Caratteristiche chimico-nutrizionali delle zucchine ottenute nell'annata 2011.

Anche per l'annata 2011 in cui sono state eseguite due diversi campionamenti (metà e fine giugno) emergono sostanzialmente dati sovrapponibili e si conferma la tendenza ad un aumento del contenuto di potassio e calcio all'aumentare della riduzione idrica.

### **Sperimentazione su Spinacio**

Come descritto nei paragrafi precedenti la sperimentazione ha riguardato l'utilizzo in campo di diverse tipologie di diserbo chimico in pre e post emergenza ed il pirodiserbo.

Nella annata 2010, a causa della scarsa presenza di infestanti sulla coltura non sono stati effettuati interventi in post emergenza (Chimico 2 e Pirodiserbo); pertanto non si è ritenuto necessario eseguire campionamenti dello spinacio prodotto.

Prove annualità 2011	Chimico-1			Chimico-2			Pirodiserbo		
	C1-Pr1	C1-Pr2	C1-Pr3	C2-Pr1	C2-Pr2	C2-Pr3	Piro-1	Piro-2	Piro-3
Fosforo (mg/100g)	68,0	69,0	73,0	75,0	77,0	77,0	79,0	82,0	86,0
Ferro (mg/100g)	0,98	0,95	0,97	1,29	1,28	1,27	1,35	1,39	1,44
Potassio (mg/100g)	245,0	251,0	256,0	256,0	253,0	254,0	278,0	285,0	286,0
Calcio (mg/100g)	63,0	65,0	65,0	62,0	64,0	61,0	67,0	69,0	69,0
Zinco (mg/100g)	0,48	0,49	0,51	0,48	0,48	0,55	0,59	0,59	0,63
Fibra Alimentare (g/100g)	2,25	2,35	2,29	2,59	2,61	2,63	2,89	2,95	2,98

Tab. 8 : Caratteristiche chimico-nutrizionali degli spinaci ottenuti nell'annata 2011.

Dall'analisi dei risultati emerge una sostanziale equivalenza tra i tre diversi sistemi di conduzione, anche se il pirodiserbo presenta per i parametri minerali presi in considerazione tendenzialmente dei valori sempre più alti. Evidenziando che questa coltivazione non è completamente inerte nei confronti dei trattamenti con diserbanti chimici.

Nel 2011 sono state effettuate anche una serie di prove sul prodotto trasformato sia fresco sia cotto, con l'obiettivo di ottimizzare il sistema di confezionamento e prolungare la shelf-life del prodotto e verificare anche l'adeguatezza di materiali biodegradabili.

Come prima prova è stata valutata la shelf-life microbiologica degli spinaci freschi lavati e tagliati pronti all'uso, confezionati in vaschette con tappo rigido in PET ed in PLA biodegradabile prodotto dalla Novamont.

Fresco in PET				
	t0	t-5g	t-10g	t-15g
Carica Batterica Mesofila Totale (UFC/g)	500	7.500	49.000	750.000
Muffe (UFC/g)	<10	40	110	250
Lieviti (UFC/g)	<10	20	30	170

Fresco in PLA				
	t0	t-5g	t-10g	t-15g
Carica Batterica Mesofila Totale (UFC/g)	700	8.200	48.000	820.000
Muffe (UFC/g)	<10	45	95	230
Lieviti (UFC/g)	<10	20	20	90

Tab. 9 : Studio di shelf-life su spinaci confezionati in vaschette con caratteristiche diverse

Dall'analisi dei risultati non emergono sostanziali differenze tra i due sistemi di confezionamento in termini microbiologici, mentre sono evidenti delle problematiche legate alla condensa soprattutto per la confezione in PLA che tuttavia non si ripercuotono in un peggioramento dei parametri microbiologici che risultano pressoché sovrapponibili a quelli del PET.

Fresco in vaschetta PET e Film Biodegradabile Novamont				
	t0	t-5g	t-10g	t-15g
Carica Batterica Mesofila Totale (UFC/g)	400	5.600	32.000	340.000
Muffe (UFC/g)	<10	20	40	190
Lieviti (UFC/g)	<10	20	30	110

Fresco in vaschetta PP e Film in PP				
	t0	t-5g	t-10g	t-15g
Carica Batterica Mesofila Totale (UFC/g)	600	7.900	41.000	730.000
Muffe (UFC/g)	<10	20	30	90
Lieviti (UFC/g)	<10	20	20	70

Tab. 10 : Studio di shelf-life su spinaci confezionati in vaschette con caratteristiche diverse

Anche in questo caso come nel precedente emerge una sostanziale equivalenza dei valori riscontrati nei due diversi sistemi di conservazione che consentono di raggiungere i 15 giorni in condizioni ancora adeguate al consumo.

Parametro Sensoriale	Fresco PET 10-g	Fresco PLA 10-g	Fresco di Giornata
Gradimento Complessivo	6,1	6,1	6,2
Gradimento Aspetto	6,7	6,5	6,7
Gradimento Profumo	5,9	5,9	6,3
Gradimento Colore	6,3	6,6	6,7
Gradimento Consistenza	6,5	6,5	6,5

Tab. 11 : Valutazione delle caratteristiche sensoriali degli spinaci crudi (Consumer-Test)

Come evidenziano i risultati del test sensoriale il consumatore non riesce a percepire delle differenze statisticamente significative rispetto al prodotto fresco di giornata, evidenziando che il sistema di confezionamento è assolutamente adeguato al mantenimento almeno fino a 10 giorni.

Cotto in PET				
	t0	t-2g	t-4g	t-6g
<b>Carica Batterica Mesofila Totale (UFC/g)</b>	60	320	75.000	890.000
<b>Muffe (UFC/g)</b>	<10	20	80	550
<b>Lieviti (UFC/g)</b>	<10	30	60	390

Cotto in PLA				
	t0	t-2g	t-4g	t-6g
<b>Carica Batterica Mesofila Totale (UFC/g)</b>	80	210	58.000	710.000
<b>Muffe (UFC/g)</b>	<10	20	60	320
<b>Lieviti (UFC/g)</b>	<10	20	40	90

Tab. 12 : Studio di shelf-life su spinaci confezionati in vaschette con caratteristiche diverse

Anche nel caso degli spinaci cotti il problema della condensa nella confezione in PLA è molto evidente, ma tale fenomeno incide in realtà solo marginalmente sul prodotto che mantiene adeguate le proprie caratteristiche microbiologiche fino al sesto giorno di conservazione a  $4\pm 2$  °C. Inoltre anche in questo caso il consumatore non riesce a percepire differenze sostanziali rispetto al prodotto cotto al momento, evidenziando una sostanziale adeguatezza del processo di produzione e di quello di conservazione.

Parametro Sensoriale	Cotto PET 5-g	Cotto PLA 5-g	Cotto di Giornata
<b>Gradimento Complessivo</b>	5,9	5,9	6,1
<b>Gradimento Aspetto</b>	6,4	6,4	6,6
<b>Gradimento Profumo</b>	6,1	6,1	6,3
<b>Gradimento Colore</b>	5,9	5,9	6,1
<b>Gradimento Consistenza</b>	6,1	6,1	6,2

Tab. 13 : Valutazione delle caratteristiche sensoriali degli spinaci cotti (Consumer-Test)

## 5. CONCLUSIONI

### ➤ **Realizzazione di prove agronomiche per ottenere prodotti ortofrutticoli idonei alla trasformazione in freschi pronti o in IV gamma**

Dalle sperimentazioni agronomiche condotte su zucchini, melone e spinacio, presso la Società Agricola Il Poggiolo S.S. di Ciucci M.M.G. sono stati ottenuti i seguenti risultati:

#### *1) Valutazione della risposta produttiva dello zucchini alla riduzione dei volumi irrigui aziendali*

Dalle prove condotte si è evidenziato come la produzione della coltura, ma anche le caratteristiche morfologiche dei frutti di fatto non sono state pregiudicate da una riduzione del volume irriguo di ben il 40% rispetto a quello normalmente adottato dall'azienda. Questi risultati hanno dimostrato che è possibile una riduzione dei volumi irrigui e di conseguenza dei costi di irrigazione senza pregiudicare la produzione della coltura.

Per quanto riguarda le caratteristiche intrinseche del prodotto (chimiche, chimico-fisiche e sensoriali), valutate dal laboratorio Analysis srl, anche queste non sembrano aver subito variazioni statisticamente significative e quindi il prodotto ottenuto non risulta distinguibile dal convenzionale evidenziando quindi che la riduzione del volume irriguo può essere effettuata senza nessuna conseguenza percepibile sul prodotto.

#### *2) Valutazione di differenti film biodegradabili per la pacciamatura su melone*

Dalle prove di pacciamatura condotte su melone si è evidenziato che:

- rispetto al controllo non pacciamato, la pacciamatura con qualsiasi telo permette di anticipare la fioritura e l'allegagione e di conseguenza l'entrata in produzione (fino a 6-8 giorni).
- rispetto al controllo non pacciamato, la pacciamatura consente di ottenere rese più elevate (i film biodegradabili Novamont hanno prodotto circa il doppio rispetto al controllo non pacciamato).
- I differenti teli messi in prova non hanno avuto alcun effetto nel condizionare la precocità del ciclo, la resa ad ettaro e la qualità dei frutti.
- Relativamente al comportamento dei teli in campo si è osservato come la velocità di degradazione dei teli biodegradabili sia condizionata dal colore (degradazione più veloce per i teli Fumè rispetto ai Neri) e dallo spessore (degradazione più rapida per i teli più sottili). Considerando la durata del ciclo colturale, i teli neri biodegradabili sono risultati più adeguati rispetto ai fumé per la pacciamatura su melone.

- Tra le problematiche riscontrate, si è evidenziata una rapida degradazione dei film biodegradabili sotto i frutti, per l'effetto dell'accumulo di umidità nella zona gravata dal peso del peponide in accrescimento.

### 3) *Valutazione dell'efficienza del pirodiserbo nel controllo delle infestanti su spinacio*

Dalle esperienze condotte si è osservato come il pirodiserbo può essere efficacemente impiegato per il controllo delle infestanti nello spinacio in sostituzione degli interventi chimici in pre-emergenza e pre-emergenza e post-emergenza abbinati.

La valutazione delle caratteristiche qualitative intrinseche dei prodotti effettuata dal laboratorio Analysis non ha evidenziato differenze sostanziali, rimarcando anzi una tendenza al miglioramento dei contenuti minerali nei prodotti appartenenti alla tesi del pirodiserbo.

- **Prove di processo e sperimentazione di tecniche innovative per realizzare prodotti freschi pronti e di IV gamma meno danneggiati e con shelf-life più lunghe - Messa a punto di film innovativi che consentano la realizzazione di packaging funzionali che migliorino le caratteristiche del prodotto e ne determinino un allungamento della shelf- life - Caratterizzazione fisica, chimica e sensoriale dei prodotti "ready to use" e IV gamma realizzati nelle prove**

Nell'ambito del progetto sono state svolte prove sperimentali che hanno preso in considerazione le tre colture: zuccino, spinacio e melone.

#### 1) *Sperimentazione su zuccino*

L'attività svolta dal Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali ha riguardato l'impiego del NIR-AOTF per individuare il giusto stadio di maturazione delle zucchine basandosi sul contenuto in sostanza secca.

#### **Risultati**

I risultati ottenuti sono stati eccellenti e oggi è possibile impiegare lo strumento per stabilire l'epoca di raccolta della zuccina in funzione della concentrazione di sostanza secca.

Oltre ad essere un potenziale strumento per il monitoraggio dell'evoluzione della maturazione delle produzioni aziendali, mediante indagine dei principali parametri qualitativi, il NIR AOTF può convenientemente trovare applicazione nella cernita qualitativa dei prodotti in diverse classi merceologiche.

## 2) *Sperimentazioni su spinacio*

- *PROVA DI CONFRONTO TRA PET E PLA PER IL CONFEZIONAMENTO DEGLI SPINACI CRUDI E COTTI*

Questa ricerca ha preso in esame gli effetti di due diversi polimeri utilizzati per il confezionamento, il polietilentereftalato (PET) e l'acido polilattico (PLA), sulla qualità di spinaci tagliati (*Spinacea Oleracea* cv Matador) freschi e cotti, monitorando nel periodo di conservazione i parametri fisiologici, tecnologici e sensoriali.

### **Risultati**

Nel complesso il PLA possiede tutte le caratteristiche per poter essere utilizzato commercialmente in alternativa al polietilentereftalato (PET) per il confezionamento di spinaci fresh-cut, con notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale, permettendo un ottimo mantenimento della qualità globale del prodotto. Tuttavia ulteriori sperimentazioni sono necessarie per ovviare al fenomeno della formazione di condensa all'interno delle vaschette, incrementando così, ancor più, le potenzialità del PLA nelle pratiche industriali.

- *PROVA DI CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA DI SPINACI DI IV GAMMA FRESCHI CONFEZIONATI IN FILM PACKAGING AZIENDA NOVAMONT NEL CORSO DELLA CONSERVAZIONE A 4°C*

In questa sperimentazione sono state testate due tipologie di vaschette, una in polietilentereftalato (PET) e l'altra in polipropilene (PP), termosaldate rispettivamente con film in acido polilattico (PLA) fornito dalla Novamont S.p.a. e con film commerciale in polipropilene (PP).

### **Risultati**

La possibilità di utilizzare il PLA in sostituzione del PP rappresenta potenzialmente un grosso vantaggio permettendo di ridurre notevolmente l'impatto ambientale. Tuttavia, sono necessarie ulteriori sperimentazioni finalizzate a migliorare alcune caratteristiche del PLA fornito da Novamont, quali la permeabilità al vapore acqueo, per impedire la formazione di condensa nella confezione, la riduzione dell'opacità per permettere la visibilità e l'ispezionabilità del prodotto e la saldabilità del film in acido polilattico sulle vaschette.

Per quanto riguarda specificatamente la shelf-life, valutata dal laboratorio Analysis srl, questa non sembra influenzata negativamente dall'utilizzo del film biodegradabile. Infatti i parametri microbiologici, ma anche quelli chimici e sensoriali non vengono negativamente influenzati. Il prodotto anche quando è stato sottoposto a consumer test al termine della shelf-life in confronto

con il prodotto fresco non ha evidenziato differenze statisticamente significative rispetto al prodotto fresco di giornata.

- *INFLUENZA DI DUE TIPOLOGIE DI LAVAGGIO SULLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DI SPINACI DI IV GAMMA*

Nella presente ricerca sono state prese in esame due diverse tecniche di sanitizzazione, una che prevedeva l'utilizzo di acqua ozonata e l'altra (controllo) che prevedeva l'impiego di Tsunami (Tsunami Ecolab, Mendota Heights, MN, Usa) a base di acido perossiacetico, comunemente usato per la sanificazione dell'acqua utilizzata nelle operazioni di lavaggio, valutando gli effetti prodotti sulla qualità di spinaci pronti al consumo.

**Risultati**

- La sanificazione effettuata con acqua ozonata su spinaci freschi ha mostrato un'inibizione della produzione di etilene fino a 7 giorni di conservazione.
- Gli spinaci freschi lavati con acqua e tsunami hanno manifestato un maggior contenuto fenolico, abbinato ad una maggiore efficienza antiradicalica rispetto agli stessi lavati con acqua ozonata.
- Entrambe le tipologie di sanitizzazione effettuate hanno permesso il mantenimento del colore degli spinaci freschi per tutta la durata della prova.
- Dal punto di vista sensoriale, le tesi lavate con ozono hanno mostrato un aspetto visivo più gradevole ma un valore di preferenza inferiore per l'aroma rispetto alle tesi lavate con tsunami.

*3) Sperimentazione su melone*

Questa sperimentazione ha avuto come oggetto di studio il monitoraggio dell'evoluzione degli attributi di qualità di melone fresco tagliato e la durata della shelf-life di frutti conservati in atmosfera modificata (MAP 5 % O<sub>2</sub> e 18 % CO<sub>2</sub>) ed in aria confezionati all'interno di vaschette termosaldate in PET (polietilene tereftalato) e conservati in cella frigorifera alla temperatura di 4±2°C.

**Risultati**

L'atmosfera modificata non ha influenzato in maniera significativa i parametri tecnologici quali, colore, consistenza e contenuto in solidi solubili. Inoltre, non sono state riscontrate differenze significative tra le tesi per i dati microbiologici, evento che potrebbe essere spiegato dal fatto che, nelle vaschette confezionate in aria, per effetto della respirazione del melone tagliato e delle proprietà barriera del PET utilizzato, si viene a formare un'atmosfera modificata passiva, riscontrabile anche dalla presenza di anidride carbonica nelle vaschette.

Per quanto riguarda specificatamente la shelf-life, valutata dal laboratorio Analysis srl, non sono state riscontrate differenze statisticamente significative. Infatti i parametri microbiologici, ma anche quelli chimici e sensoriali non vengono negativamente influenzati. Anche il consumer test effettuato al termine della shelf-life non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra i prodotti confezionati con le due diverse "atmosfera". E' possibile quindi concludere che un'atmosfera modificata con un residuo di ossigeno al 5% non produce sostanziali miglioramenti rispetto all'aria (ossigeno 20%), in quanto probabilmente, la maggiore attività respiratoria presente nelle vaschette confezionate in aria, associata all'effetto barriera del PET, portano rapidamente l'atmosfera delle vaschette nelle stesse condizioni con un residuo di ossigeno del 5-7%.