

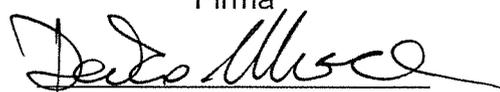
# REPORT TECNICO

ORTICOLTURA 2.0 : 0 RESIDUI, 0 SCARTI, PER PRODURRE GLI  
ALIMENTI DEL FUTURO

DAFNE - UNITUS

SAL N. 1  
DATA 12.12.2018

Firma



## 1. Descrizione delle attività svolte dal partner

In riferimento al diagramma di Gantt del Piano di lavoro approvato, compilare per ogni fase di competenza del partner, la tabella riportata di seguito

<b>WP N 1</b>	<b>Titolo WP: PRODUZIONE DI ORTAGGI TRACCIABILI DI QUALITA'</b>
<b>TASK N 1.4</b>	<b>studio sull'efficientamento energetico delle serre riscaldate</b>
<b>Descrizione attività svolta</b>	<p>In merito all'efficientamento delle serre sono stati definiti con il Prof. Marucci, quale coordinatore per l'attività 1.4 (Efficientamento energetico delle serre e riscaldamento con energie rinnovabili), i parametri tecnici per la scelta delle coperture a film singolo e a film doppio per la sperimentazione e l'analisi dei parametri microclimatici all'interno degli ambienti di allevamento delle piante d'insalata.</p> <p>Con la realizzazione delle coperture con film semplice e doppio, con all'interno delle serre stesse la strumentazione di rilevamento dei dati microclimatici, si passa poi al rilevamento dei dati i quali vengono comparati con i corrispondenti dati rilevati dalla stazione di rilevamento esterna GIOVE 1n funzione dal 1 luglio 2018 (Posizione: 43°30'13.43"N - 12°11'16.12"E)</p> <p>Con riferimento ai film plastici, sono stati individuati i seguenti tipi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Serra film singolo: film singolo tipo patilux e a lunga durata classe e, sp. 200 micron, stabilizzato u.v.;</li> <li>- Serra film doppio (telo gonfiato): thermostar additivato super classe c spessore 0.2 mm.</li> </ul> <p>I parametri climatici rilevati in serra, sia quella a film singolo sia quella a film doppio, e all'esterno e successivamente comparati, sono: temperatura dell'aria (°C), l'umidità relativa dell'aria (%), radiazione solare (W/m2), radiazione solare attiva (photosynthetically active radiation - PAR) (W/m2). Quest'ultima, pari a circa il 50 % della radiazione visibile, è la radiazione solare intercettata dalla "clorofilla" a e b (fitocromo a e b) nelle piante, i quali mediano nel processo fotosintetico alla risposta alla luce continua nel rosso lontano (phy A) e al rosso o al bianco (phy B).</p> <p>I dati, registrati ad intervalli di 15 minuti, vengono memorizzati su memoria solida da un DATA LOGGER e successivamente elaborati.</p> <p>Nelle elaborazioni dei dati misurati, dopo i necessari controlli di qualità dei dati, vengono analizzati e confrontati gli andamenti dei parametri climatici registrati nelle strutture a differente copertura: telo singolo e doppio telo.</p> <p>Il confronto viene svolto distinguendo i diversi periodi dell'anno (stagioni) e le diverse condizioni di copertura del cielo: sereno, parzialmente nuvoloso e completamente nuvoloso.</p>
<b>Beni e servizi acquisiti da fornitori esterni, per lo svolgimento della fase</b>	-
<b>Risorse umane impiegate per lo svolgimento dell'attività</b>	Borsista Rep. N. 21/ 2018 del 22.05.2018
<b>Tempistiche delle attività</b>	Inizio attività: giugno 2018 Fine attività: novembre 2019

<b>Obiettivi previsti dalla fase</b>	L'obiettivo principale di questa prima fase è stato quello di individuare i teli protettivi con caratteristiche specifiche per la copertura delle aree protette utilizzate per le attività previste in progetto (serra coperta con telo singolo e con doppio telo).
<b>Risultati ottenuti ed output dell'attività svolta</b>	Le attività sono ancora in corso in quanto la data di messa in semenzaio, all'interno di vassoi da 120 alveoli, è del 5 novembre 2018; mentre la data di collocamento nelle vasche idroponiche, coincide con il 5 dicembre 2018
<b>Eventuali variazioni rispetto al piano di lavoro</b>	Nessuna variazione

<b>WP N 2</b>	<b>Titolo WP : Ottimizzazione e innovazione raccolta e prima trasformazione</b>
<b>TASK N 2.1</b>	<b>raccolta meccanizzata di plateau su float system di insalata</b>
<b>Descrizione attività svolta</b>	<p>Per quanto riguarda lo sviluppo del prototipo per la raccolta dei plateau dalle vasche di allevamento dei prodotti vegetali, le cui caratteristiche si rimandano all'allegato 1, è in fase di progettazione.</p> <p>E' stato condotto uno studio - bibliografico che ha permesso di appurare l'assenza o di un macchinario specifico per le esigenze tecnico-applicative delle serre presenti nell'azienda sperimentale; seguito da uno studio tecnico delle serre, per poter osservare tutti gli aspetti strutturali che incidono sulla realizzazione del prototipo.</p> <p>Inoltre è stata effettuata un'analisi swot per la valutazione di fattibilità e la pianificazione strategica attraverso l'individuazione dei punti di forza, le debolezze, le opportunità e le minacce che il prototipo può presentare.</p> <p>La progettazione e la realizzazione tiene conto, sia degli aspetti tecnici che deve presentare il mezzo per poter introdurre gli organi di prelievo vassoi nelle vasche senza provocare danni strutturali né ai vassoi né ai teli delle vasche, sia degli aspetti antropometrici e di sicurezza per i lavoratori che eseguono la raccolta meccanizzata dei plateau in serra, ottemperando ai parametri di misurazione e di altezza di lavoro ottimali in funzione dei valori indicati dal National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) per la valutazione della movimentazione manuale dei carichi di seguito indicati nell'allegato 1.</p>
<b>Beni e servizi acquisiti da fornitori esterni, per lo svolgimento della fase</b>	-
<b>Risorse umane impiegate per lo svolgimento dell'attività</b>	Collaborazione da parte del Borsista Rep. N. 21/ 2018 del 22.05.2018
<b>Tempistiche delle attività</b>	Inizio attività: giugno 2018 Fine attività: novembre 2019
<b>Obiettivi previsti dalla fase</b>	L'obiettivo previsto dalla fase è quello di terminare il processo di progettazione e passare alla fase di realizzazione del prototipo con i successivi test sull'operatività della macchina in modo che si potranno effettuare correzioni e messe a punto del modello tale da ottimizzare i parametri tecnici, come velocità di trasporto del nastro trasportatore e di prelievo dei plateau, calibrando efficacemente il prototipo in funzione delle

	attività di raccolta assistita, con particolare attenzione anche agli aspetti ergonomici e di sicurezza della macchina.
<i>Risultati ottenuti ed output dell'attività svolta</i>	La progettazione e la realizzazione sono ancora in fase di sviluppo
<i>Eventuali variazioni rispetto al piano di lavoro</i>	Nessuna variazione

<b>WP 2</b>	<b>Ottimizzazione e innovazione raccolta e prima trasformazione</b>
<b>TASK 2.2</b>	<b>Innovazione linea di disidratazione</b>
<i>Descrizione attività svolta</i>	Test di disidratazione su pomodoro a fette
<i>Beni e servizi acquisiti da fornitori esterni, per lo svolgimento della fase</i>	Le attività della Task sono state svolte appaltando le analisi chimiche e chimico-fisiche al Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia. Le attività svolte presso il laboratorio di post-raccolta del DIBAF hanno riguardato quanto concordato nel preventivo del 03 luglio 2018 (Prot. n.691), accettato dal GO "In Ortu" in via formale in data 11 luglio 2018.
<i>Risorse umane impiegate per lo svolgimento dell'attività</i>	Assegnista di ricerca - Contr. Rep. Nr. 28/2018 del 05/06/2018
<i>Tempistiche delle attività</i>	Inizio attività: aprile 2018 Fine attività: aprile 2019
<i>Obiettivi previsti dalla fase</i>	L'obiettivo cardine di questa prima fase di attività è stato quello di valutare e confrontare gli effetti di pretrattamenti di dipping su fette di pomodoro di diverso spessore, destinate alla disidratazione in flusso di aria calda orizzontale, mediante l'impiego di soluzioni contenenti cloruro di sodio (20% p/v) e cloruro di calcio (1% p/v), entrambe in abbinamento con acido citrico (0.5% p/v). L'effetto di pretrattamenti è stato valutato sia su prodotto fresco, che su disidratato, effettuando analisi chimiche e fisico-chimiche. In aggiunta, è stato valutato l'effetto dei trattamenti e dello spesso delle fette sulla velocità di disidratazione e sul tempo necessario affinché il prodotto raggiungesse un contenuto finale di umidità su secco pari a 0.3 g/g. Il tutto per mettere a punto il processo di disidratazione in flusso di aria calda in un processo in continuo.
<i>Risultati ottenuti ed output dell'attività svolta</i>	Le attività sono ancora in corso, benché abbiano già permesso di identificare lo spessore ottimale del pomodoro tagliato a fette, nonché il pretrattamento più adeguato, per velocizzare il processo, ridurre lo spreco energetico e migliorare la qualità del prodotto finito, destinato alla conservazione in buste o alla triturazione per l'impiego come additivo alimentare. Per una descrizione dettagliata dei risultati fare riferimento all'allegato 2
<i>Eventuali variazioni rispetto al piano di lavoro</i>	Nessuna variazione

## 2. Allegati

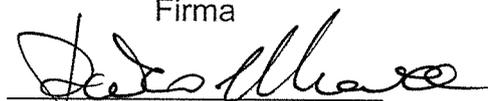
*In riferimento alle fasi sopradescritte, allegare l'eventuale documentazione tecnica attestante l'attività svolta (documentazione fotografica, certificati d'analisi, verbali di collaudo, mappe, studi, riferimenti bibliografici, ecc)*

- ALLEGATO 1 -descrizione dettagliata dei risultati WP 1Task 1.4 - WP 2 Task 2.1
- ALLEGATO 2 descrizione dettagliata dei risultati WP 2 Task 2.2

SAL N. 1

DATA 12.12.2018

Firma

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to be 'D. Colonna'.

## Allegato 1

### **P.S.R. Umbria 2014 - 2020**

*Misura 16 "cooperazione" - sottomisura 16.1 "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura"*

#### **RELAZIONE TECNICO/SCIENTIFICA**

*"Efficientamento energetico delle serre - Meccanizzazione della raccolta di insalata"*

*1 giugno 2018 - 30 novembre 2018*

#### **TITOLO DEL PROGETTO PILOTA**

**ORTICOLTURA 2.0**

gruppo operativo: DAFNE - Università degli Studi della Tuscia

Viterbo 12 dicembre 2018

Coordinatore gruppo operativo : Prof. Ing. Danilo Monaca



## **PROGETTO: ORTICOLTURA 2.0 - InOrtu**

**Coordinatore gruppo operativo : Prof. Ing. Danilo Monaca**

### **ATTIVITÀ 1.4 STUDIO SULL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLE SERRE RISCALDATE**

**Coordinatore attività 1.4: Prof. Alvaro Marucci**

**collaboratore (Borsista): Dott. Cossio Filippo**

#### **Attività previste:**

Lo studio dell'efficienza energetica delle serre utilizzate per le attività previste in progetto (serra coperta con telo singolo e serra coperta con doppio telo) viene condotto attraverso il monitoraggio dei parametri climatici importanti per le colture allevate in fuori suolo in ambiente protetto:

Parametri interni alle serre:

- Temperatura
- Umidità Relativa
- radiazione solare totale
- PAR

Parametri esterni alle serre:

- Temperatura
- Umidità Relativa
- radiazione solare totale
- PAR

I dati, registrati ad intervalli di 15 minuti, vengono memorizzati su memoria solida da un DATA LOGGER e successivamente elaborati.

Nelle elaborazioni dei dati misurati, dopo i necessari controlli di qualità dei dati, vengono analizzati e confrontati gli andamenti dei parametri climatici registrati nelle due serre a differente copertura: telo singolo e doppio telo.

Il confronto viene svolto distinguendo i diversi periodi dell'anno (stagioni) e le diverse condizioni di copertura del cielo: sereno, parzialmente nuvoloso e completamente nuvoloso.

#### **Attività svolte:**

In merito all'efficientamento delle serre sono stati definiti con il Prof. Marucci, quale coordinatore per l'attività 1.4 (Efficientamento energetico delle serre e riscaldamento con energie rinnovabili), i parametri tecnici per la scelta delle coperture a film singolo e a film doppio per la sperimentazione e l'analisi dei parametri microclimatici all'interno degli ambienti di allevamento delle piante d'insalata.

Lo studio dei parametri microclimatici in fase di sviluppo, in virtù della data di messa in semenzaio all'interno di vassoi da 120 alveoli, che risulta essere il 5 novembre 2018; mentre la data di collocamento nelle vasche idroponiche, che coincide con il 5 dicembre 2018, permette la comparazione dei dati di rilevamento interno, con i corrispondenti dati rilevati dalla stazione di

rilevamento esterna GIOVE 1 attivata da luglio 2018 (Posizione: 43°30'13.43"N - 12°11'16.12"E) (immagine 1).



Immagine 1: stazione di rilevamento esterna GIOVE 1

Con riferimento ai film plastici, sono stati individuati i seguenti tipi:

- Serra film singolo: film singolo tipo patilux e a lunga durata classe e, sp. 200 micron, stabilizzato u.v.;
- Serra film doppio (telo gonfiato): thermostar additivato super classe c spessore 0.2 mm.

I parametri climatici che vengono rilevati in serra, sia quella a film singolo sia quella a film doppio, e all'esterno e successivamente comparati, sono: temperatura dell'aria ( $^{\circ}\text{C}$ ), l'umidità relativa dell'aria (%), radiazione solare ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), radiazione solare attiva (photosynthetically active radiation - PAR) ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). Quest'ultima, pari a circa il 50 % della radiazione visibile, è la radiazione solare intercettata dalla "clorofilla" *a* e *b* (fitocromo *a* e *b*) nelle piante, i quali mediano nel processo fotosintetico alla risposta alla luce continua nel rosso lontano (phy A) e al rosso o al bianco (phy B).

dal punto di vista delle cultivar utilizzate nella ricerca le varietà commerciali utilizzate del genere e specie *Lactuca Sativa L.* sono:

1. *Octavius* (Romana)
2. *Carditie* (Gentile)
3. *Camaro* (Canasta)
4. *Euridicie* (Cappuccio)

## **ATTIVITÀ 2.1 (RACCOLTA MECCANIZZATA DI PLATEAU SU FLOAT SYSTEM DI INSALATA)**

**Coordinatore attività 2.1: Prof. Ing. Danilo Monaca**

**collaboratore (Borsista): Dott. Cossio Filippo**

### **Attività previste:**

Azione 1. La sperimentazione viene eseguita su vassoi privi di piantina ma con terreno di coltura negli alveoli in modo da riprodurre il peso del vassoio con le piante presenti e poi, utilizzando una cultivar di insalata il cui apparato ipogeo ed epigeo possa considerarsi rappresentativo della generalità di cultivar esaminate, ripetuto su contenitori con varietà vegetale in modo da testare la raccolta nelle condizioni più vicine a quelle operative.

Azione 2. Sarà realizzato anche il nastro di trasporto e sollevamento, per le fasi di:

- stoccaggio dei vassoi destinati al trapianto, utilizzabile anche per attività vivaistiche;
- lavorazione delle colture ortive destinate al mercato fresco e/o alla trasformazione (insalate).

Azione 3. Dai test sull'operatività della macchina si potranno effettuare correzioni e messe a punto del modello in modo da ottimizzare i parametri tecnici, come velocità di trasporto del nastro trasportatore e di prelievo dei plateau, calibrando efficacemente il prototipo in funzione delle attività di raccolta assistita, con particolare attenzione anche agli aspetti ergonomici e di sicurezza della macchina.

### **Attività svolte:**

Per quanto riguarda lo sviluppo del prototipo per la raccolta dei plateau dalle vasche di allevamento dei prodotti vegetali, è in fase di progettazione.

E' stato condotto uno studio bibliografico che ha permesso di appurare l'assenza o di un macchinario specifico per le esigenze tecnico-applicative delle serre presenti nell'azienda sperimentale; seguito da uno studio tecnico delle serre, per poter osservare tutti gli aspetti strutturali che incidono sulla realizzazione del prototipo.

La progettazione e la realizzazione tiene conto degli aspetti antropometrici e di sicurezza per i lavoratori che eseguono la raccolta meccanizzata dei plateau in serra, ottemperando, ai parametri di misurazione e di altezza di lavoro ottimali in funzione dei valori indicati dal National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), e alla valutazione OCRA (Occupational Repetitive Action) quale metodo di valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico determinato dallo svolgimento di movimenti ripetuti degli arti superiori. Per via della sua versatilità e del dettaglio che permette di raggiungere, viene considerato il metodo primario di valutazione dettagliata del rischio dalla norma UNI ISO 11228-3. L'applicazione del metodo si basa sull'individuazione delle singole fasi della lavorazione. Si distinguono: azioni tecniche: non sono i singoli movimenti di una determinata articolazione bensì l'insieme dei movimenti dei diversi distretti articolari che portano al compimento di un'operazione elementare; cicli: gruppi di una o più azioni che si ripetono nel tempo

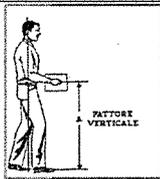
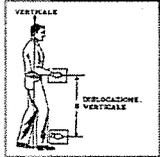
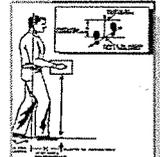
uguali a loro stessi; compiti ripetitivi: compiti caratterizzati dalla presenza di cicli; attività lavorativa: attività costituita da uno o più compiti, ripetitivi o non ripetitivi.

L'identificazione di cicli e, nel loro ambito, delle singole azioni, è alla base dell'applicazione del protocollo OCRA. Il protocollo consente di ricavare un indice sintetico di rischio che è funzione del rapporto tra il numero di azioni tecniche compiute nel turno di lavoro e il numero massimo di azioni raccomandate, calcolato in base all'entità dei diversi fattori di rischio.

Il calcolo del numero massimo di azioni raccomandate viene effettuato per mezzo di alcuni parametri che tengono conto delle peculiarità dei compiti svolti e dell'entità dei fattori di rischio: nel calcolo compaiono quindi grandezze che tengono conto della forza applicata, della postura dei diversi distretti articolari delle braccia, della ripetitività, dell'inadeguatezza dei periodi di recupero, della durata dei compiti ripetitivi e del turno di lavoro nonché di alcuni fattori, detti complementari, che caratterizzano l'attività.

per la valutazione della movimentazione manuale dei carichi di seguito indicati:

Valori dei parametri indicati dal National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

parametro	Valore ottimale indicato (cm/ gradi)	Immagine di riferimento
Altezza delle mani da terra all'inizio del sollevamento	75 cm	
Distanza verticale di spostamento del peso tra inizio e fine del sollevamento	25 cm	
Distanza del peso dal corpo (distanza massima raggiunta durante il sollevamento)	25 cm	
Dislocazione angolare del peso (in gradi) rispetto al piano sagittale = torsione del tronco	0°	

### Caratteristiche del prototipo:

il prototipo richiede l'applicazione di un agevolatore in gomma (indicazione 2M immagine 6) che possa permettere alla raccogliitrice di inserirsi nella vasca di allevamento in float system senza danneggiare il telo sottostante e nel contempo garantire ai vassoi di essere convogliati sul nastro di sollevamento; l'avvicinamento dei vassoi viene garantito mediante l'installazione di due verricelli (indicazione 3M immagine 6) da 12V con carter protettivi (uno sul lato DX l'altro sul lato SX), che

garantiscono l'avvolgimento della corda di trascinamento dell'asse utilizzata per recupero plateau presente nelle vasche di allevamento.

I vassoi una volta prelevati dal nastro sollevatore (indicazione 1M immagine 6), verranno indirizzati al punto di prelievo posta ad una altezza compresa tra i 0.75m e 0.85m al fine di garantire il recupero agevolato e non oneroso in termini di dispendio energetico da parte dei lavoratori addetti alla raccolta dei prodotti in serra su vassoi evitando in questo modo un sovraccarico biomeccanico degli arti superiori.

## ANALISI SWOT SVILUPPO PROTOTIPO PER LA RACCOLTA DEI PLATEU

<b>PUNTI DI FORZA:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Operazione semi-automatizzata;</li><li>- Miglioramento delle condizioni lavorative degli operatori;</li><li>- Riduzione dei tempi di raccolta del prodotto;</li><li>- Riduzione dei costi aziendali relativi alla raccolta dei plateau.</li></ul>	<b>PUNTI DI DEBOLEZZA:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Necessità di controllare che i plateau si incanalino sul nastro di sollevamento;</li><li>- Larghezza effettiva del nastro di sollevamento in relazione alla larghezza della vasca.</li></ul>
<b>OPPORTUNITA':</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Possibilità di indirizzare i plateau verso i carrelli di stoccaggio in entrambi le direzioni del mezzo;</li><li>- Sviluppo di un nuovo mezzo per la raccolta dei plateau allevati con la tecnica del float system.</li></ul>	<b>MINACCE:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Problemi nella movimentazione del mezzo;</li><li>- rischio di sovrapposizione dei vassoi in fase di recupero.</li></ul>

## TIPOLOGIA DI VASSOI UTILIZZATI NELLA FASE IN SERRA DEL CICLO PRODUTTIVO DELLA INSALATA IN COLTURA IDROPONICA

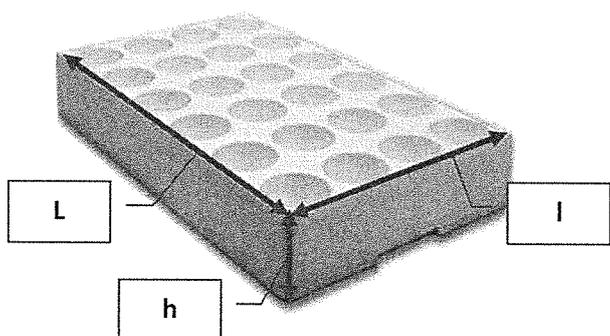
Vassoi in polistirolo (PS)

N° ALVEOLI : 24 - 6x4 (n x n)

Larghezza (L): 537 mm

Lunghezza (l):328 mm

Altezza (h) : 72 mm



(Immagine 2: tipologia di vassoio impiegato a 24 alveoli)

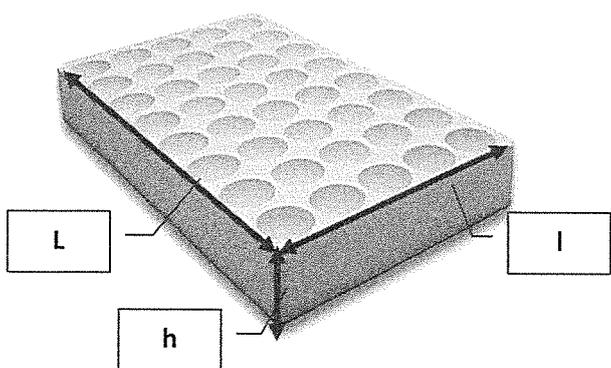
Vassoi in polistirolo (PS)

N° ALVEOLI : 40 - 8x5 (n x n)

Larghezza (L): 528 mm

Lunghezza (l):380 mm

Altezza (h) : 60 mm

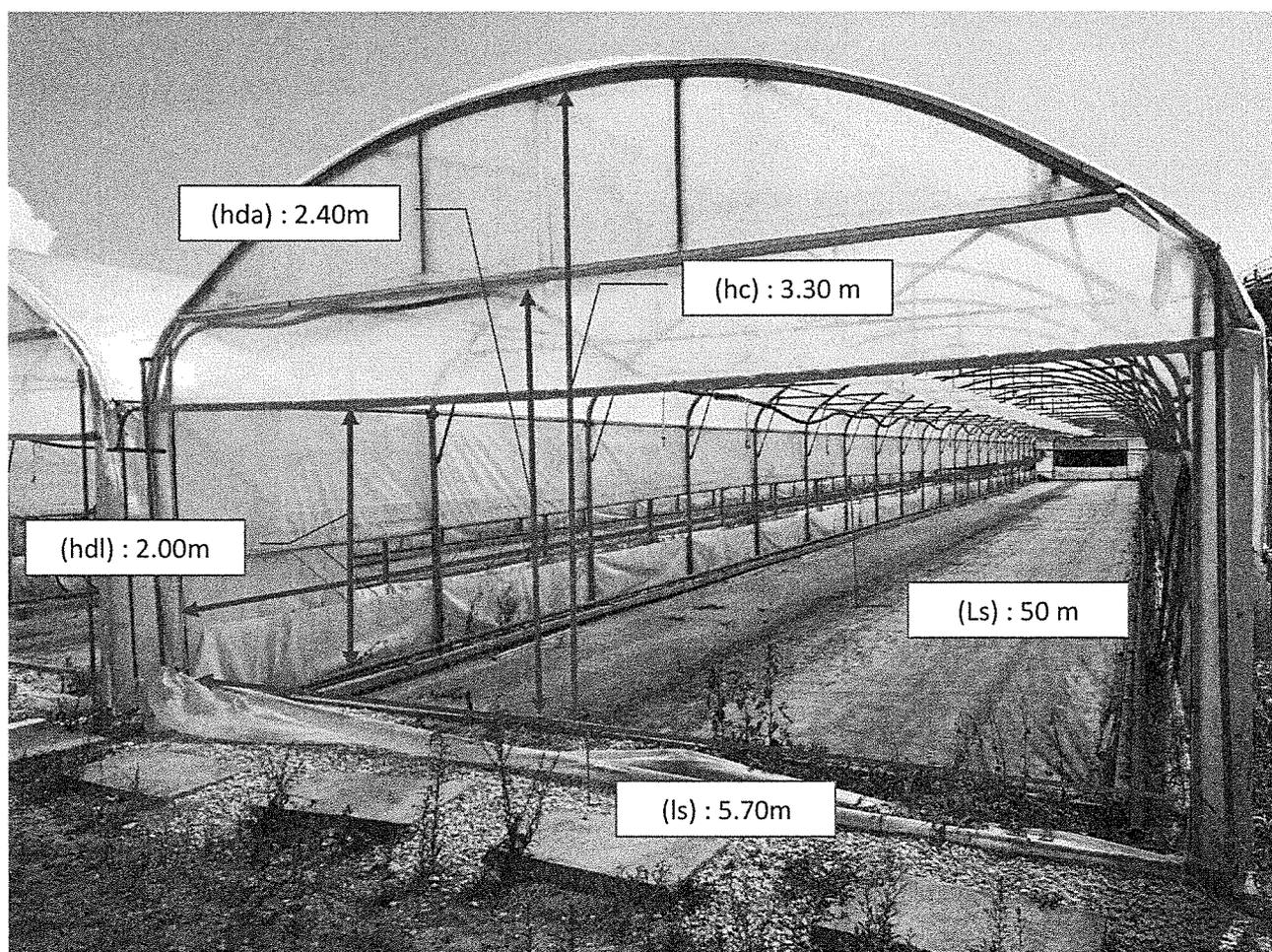


(Immagine 3: tipologia di vassoio impiegato a 40 alveoli)

## DATI TECNICI DELLE SERRE E DELLE VASCHE PER LA RACCOLTA MECCANIZZATA DI PLATEAU SU FLOAT SYSTEM

### DATI SERRA (Immagine 4):

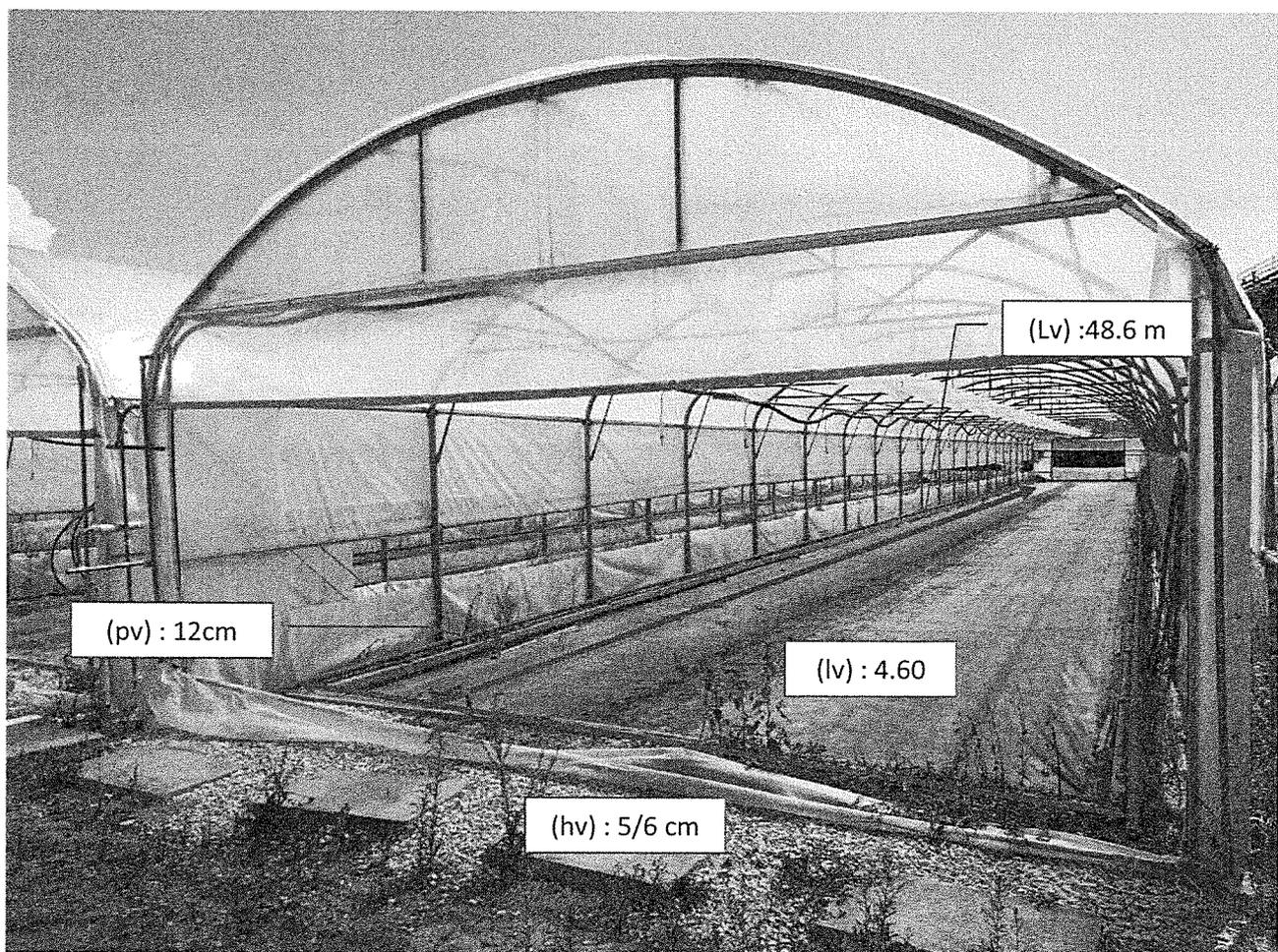
Lunghezza serra (Ls) :	50 m;
Larghezza serra (ls) :	5.70 m;
Altezza da terra distanziale lato apertura (hda) :	2.40 m;
Altezza da terra distanziale laterale (hdl) :	2.00 m;
Altezza da terra dell'asse di colmo (hc) :	3.30 m;



(Immagine 4: Riferimenti serra)

### DATI VASCA FLOAT - SYSTEM (Immagine 5):

Lunghezzavasca FLOAT SYSTEM (Lv) :	48.6 m;
Larghezzavasca FLOAT SYSTEM (lv) :	4.60 m;
Numero di plateau per vasca :	tot. n° 1200 (+/- 200);
Profondità della vasca (pv):	12 cm;
Altezza della vasca da terra (hv):	5-6 cm;



(Immagine 5: Riferimenti vasca float-system)

## CARATTERISTICHE DEL PROTOTIPO

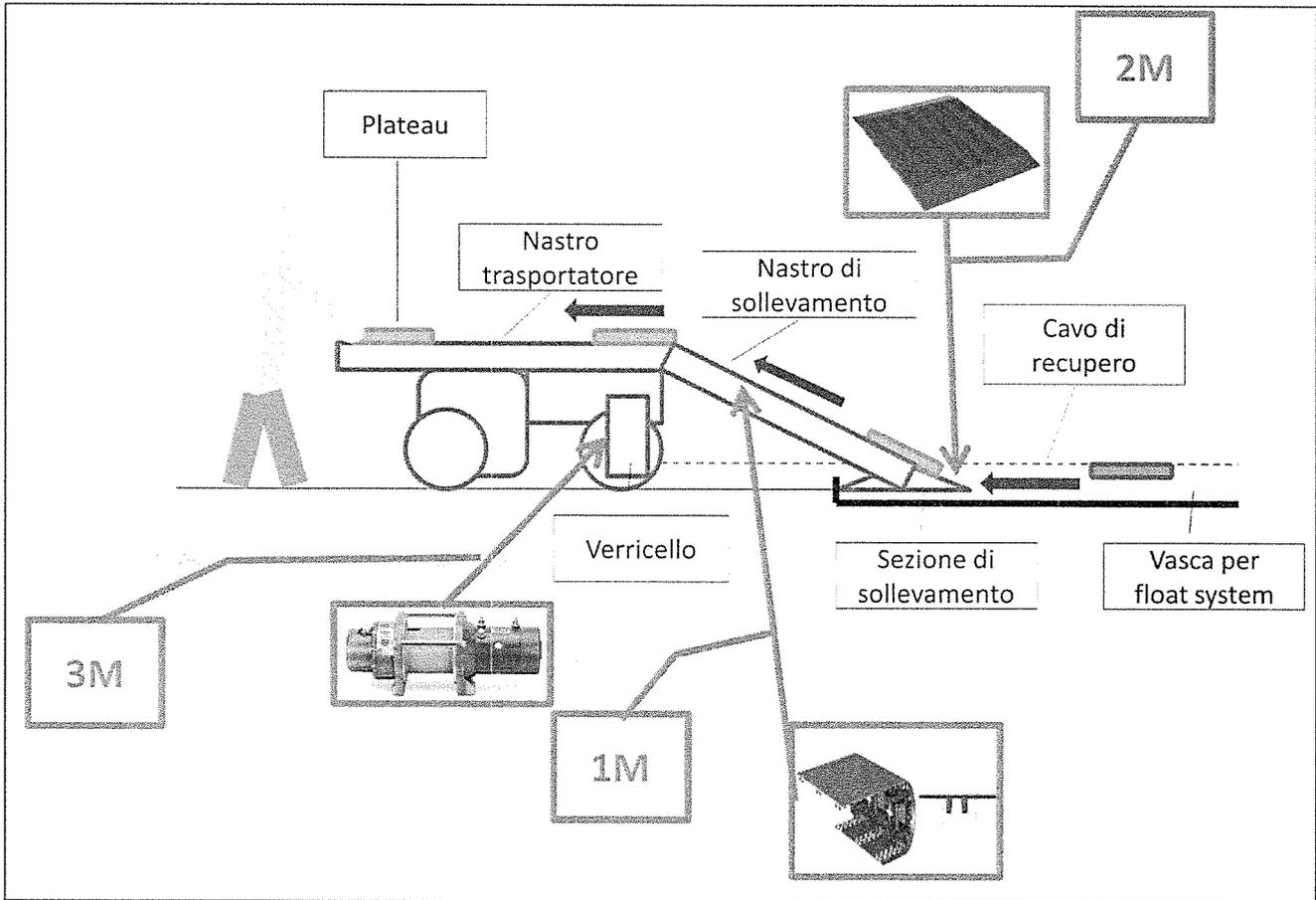
Caratteristiche del prototipomotorizzato con quadro di comando (immagine 6):

- specifiche del prototipo (identificati dal codice afa-numerico di colore verde):

**1M:** Nastro fessurato per il sollevamento dei plateau;

**2M:** Installazione di piastrelle gommate forate per facilitare lo scorrimento e la risalita dei plateau sul nastro di sollevamento;

**3M:** Installazione di due verricelli da 12V con carter protettivi (uno sul lato DX l'altro sul lato SX), per il recupero della corda di trascinamento dell'asse per l'avvicinamento dei plateau.



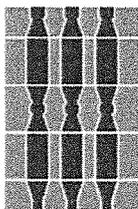
(Immagine 6: caratteristiche che deve presentare il prototipo)

## Riferimentibibliografici:

- Marucci, A., Cappuccini, A. Dynamic photovoltaic greenhouse: Energy efficiency in clear sky conditions (2016) *Applied Energy*, 170, pp. 362-376. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.02.138.
- Marucci, A., Cappuccini, A. Dynamic photovoltaic greenhouse: Energy balance in completely clear sky condition during the hot period (2016) *Energy*, 102, pp. 302-312. DOI: 10.1016/j.energy.2016.02.053.
- Marucci, A., Cappuccini, A., Petroselli, A., Arcangeletti, E. Mathematical modeling and GIS applications for greenhouse energy planning in Italy (2014) *Applied Mathematical Sciences*, 8 (129-132), pp. 6651-6664. DOI: 10.12988/ams.2014.46445.
- Marucci, A., Cappuccini, A. The characteristics of the greenhouses for the conservation of forest biodiversity in Mediterranean environment (2013) *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11 (3-4), pp. 1858-1862.
- Marucci, A. Mediterranean greenhouses: Energy flows in presence of the plants (2013) *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11 (3-4), pp. 661-666.
- Marucci, A., Carlini, M., Castellucci, S., Cappuccini, A. Energy efficiency of a greenhouse for the conservation of forestry biodiversity (2013) *Mathematical Problems in Engineering*, 2013, art. no. 768658, . DOI: 10.1155/2013/768658.
- Marucci, A., Gusman, A., Pagniello, B., Cappuccini, A. Limits and prospects of photovoltaic covers in Mediterranean greenhouses (2013) *Journal of Agricultural Engineering*, 44 (1), art. no. e1, pp. 1-8. DOI: 10.4081/jae.2013.e1.
- Marucci, A., Gusman, A., Pagniello, B., Cappuccini, A. Solar radiation inside greenhouses covered with semitransparent photovoltaic film: First experimental results (2013) *Journal of Agricultural Engineering*, 44, art. no. e49, pp. 247-252. DOI: 10.4081/jae.2013.(s1).
- Colantoni, A., Longo, L., Gallucci, F., Monarca, D. Pyro-gasification of hazelnut pruning using a downdraft gasifier for concurrent production of syngas and biochar (2016) *Contemporary Engineering Sciences*, 9 (27), pp. 1339-1348. DOI: 10.12988/ces.2016.68142
- Colantoni, A., Evic, N., Lord, R., Retschitzegger, S., Proto, A.R., Gallucci, F., Monarca, D. Characterization of biochars produced from pyrolysis of pelletized agricultural residues (2016) *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, pp. 187-194. DOI: 10.1016/j.rser.2016.06.003.
- Zambon, I., Colosimo, F., Monarca, D., Cecchini, M., Gallucci, F., Proto, A.R., Lord, R., Colantoni, A. An innovative agro-forestry supply chain for residual biomass: Physicochemical characterisation of biochar from olive and hazelnut pellets (2016) *Energies*, 9 (7), art. no. 526, . DOI: 10.3390/en9070526.
- Boubaker, K., Colantoni, A., Marucci, A., Longo, L., Gambella, F., Cividino, S., Gallucci, F., Monarca, D., Cecchini, M. 2017 Elsevier B.V. Perspective and potential of CO<sub>2</sub>: A focus on potentials for renewable energy conversion in the Mediterranean basin (2016) *Renewable Energy*, 90, pp. 248-256. DOI: 10.1016/j.renene.2016.01.023.

- Zambon, I., Monarca, D., Cecchini, M., Bedini, R., Longo, L., Romagnoli, M., Marucci, A. Alternative energy and the development of local rural contexts: An Approach to improve the degree of smart cities in the central-southern Italy (2016) *Contemporary Engineering Sciences*, 9 (28), pp. 1371-1386. DOI: 10.12988/ces.2016.68143.
- Marucci, A., Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A., Cappuccini, A. Analysis of internal shading degree to a prototype of dynamics photovoltaic greenhouse through simulation software (2015) *Journal of Agricultural Engineering*, 46 (4), pp. 144-150. DOI: 10.4081/jae.2015.483.
- Colantoni, A., Monarca, D., Cecchini, M. Special issue "renewable energy, biomass and biological residues" (2014) *Applied Mathematical Sciences*, 8 (129-132), pp. 6413-6420. DOI: 10.12988/ams.2014.41537.
- Marucci, A., Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A., Allegrini, E., Cappuccini, A. Use of semi-transparent photovoltaic films as shadowing systems in mediterranean greenhouses (2013) *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 7972 LNCS (PART 2), pp. 231-241. DOI: 10.1007/978-3-642-39643-4\_18.
- Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A., Di Giacinto, S., Marucci, A., Longo, L. Assessment of the energetic potential by hazelnuts pruning in Viterbo's area (2013) *Journal of Agricultural Engineering*, 44, art. no. e117, pp. 591-594. DOI: 10.4081/jae.2013.(s1).
- Monarca, D., Colantoni, A., Cecchini, M., Longo, L., Vecchione, L., Carlini, M., Manzo, A. Energy characterization and gasification of biomass derived by hazelnut cultivation: Analysis of produced syngas by gas chromatography (2012) *Mathematical Problems in Engineering*, 2012, art. no. 102914, .. DOI: 10.1155/2012/102914.
- Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A., Marucci, A. Feasibility of the electric energy production through gasification processes of biomass: Technical and economic aspects (2011) *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6785 LNCS (PART 4), pp. 307-315. DOI: 10.1007/978-3-642-21898-9\_27.
- Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A. Plant for the production of chips and pellet: Technical and economic aspects of an case study in the central Italy (2011) *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6785 LNCS (PART 4), pp. 296-306. DOI: 10.1007/978-3-642-21898-9\_26.
- Monarca, D., Cecchini, M., Guerrieri, M., Colantoni, A. Conventional and alternative use of biomasses derived by hazelnut cultivation and processing (2009) *ActaHorticulturae*, 845, pp. 627-634.
- Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A., Menghini, G., Moschetti, R., Massantini, R. The evolution of the chestnut harvesting technique. (2014) *ActaHorticulturae*, 1043, pp. 219-224.
- Monarca, D., Cecchini, M., Biondi, P., Colopardi, F., Guerrieri, M. Machines for shell fruits harvesting: Technical and economic aspects (2012) *ActaHorticulturae*, 940, pp. 171-178.

- Monarca, D., Cecchini, M., Alfani, M.L.M., Massantini, R. The mechanization of crop management and the analysis of its influence on production and quality (2009) *ActaHorticulturae*, 845, pp. 431-436.
- Monarca, D., Cecchini, M., Guerrieri, M., Santi, M., Colopardi, F. The evolution of the hazelnut harvesting technique (2009) *ActaHorticulturae*, 845, pp. 353-358.
- Monarca, D., Cecchini, M., Antonelli, D. Modern machines for walnut harvesting (2006) *ActaHorticulturae*, 705, pp. 505-513.
- Monarca, D., Cecchini, M., Antonelli, D. Innovations in harvesting machines (2005) *ActaHorticulturae*, 686, pp. 343-350.
- Monarca, D., Cecchini, M., Alfani, M.L.M., Antonelli, D. The mechanized management of orchards in central Italy (2005) *ActaHorticulturae*, 686, pp. 351-358.
- Monarca, D., Cecchini, M., Antonelli, D., MordacchiniAlfani, M.L., Salcini, M.C., Massantini, R. Mechanical harvesting and quality of 'Marroni' chestnut (2005) *ActaHorticulturae*, 682, pp. 1193-1198.
- Cecchini, M., Monarca, D., Porceddu, P.R. Workers' safety in milking premises (2005) *Journal of Agricultural Safety and Health*, 11 (3), pp. 293-300.



## **Regione Umbria**

### **P.S.R. Umbria 2014 – 2020**

*Misura 16 “Cooperazione” - sottomisura 16.1 “Sostegno per costituzione e gestione  
Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell’agricoltura”*

### **RELAZIONE TECNICO/SCIENTIFICA**

*“Innovazione linea di disidratazione”*

*11 luglio 2018 – 17 ottobre 2018*

### **TITOLO DEL PROGETTO PILOTA**

*ORTICOLTURA 2.0*

### **APPALTATORE DELLE ATTIVITÀ**



**D.I.B.A.F.**

**Laboratorio di post-raccolta**

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi

Biologici, Agroalimentari e Forestali

Università degli Studi della Tuscia

Via San Camillo de Lellis snc, Viterbo

Le attività svolte presso il laboratorio di post-raccolta del DIBAF hanno riguardato quanto concordato nel preventivo del 03 luglio 2018 (Prot. n.691), accettato dal GO “In Ortu” in via formale in data 11 luglio 2018. Le attività previste, secondo quanto concordato nel preventivo, sono di seguito riassunte sotto forma di elenco:

- » Analisi sensoriale
- » Contenuto di idrossimetilfurfurale (HMF)
- » Test di disidratazione e reidratazione
- » Contenuto di umidità in termini percentuali e su peso secco
- » Determinazioni colorimetriche nello spazio di colore CIELab
- » Analisi di masticabilità del prodotto mediante la Texture Profile Analysis (TPA)
- » Contenuto in solidi solubili totali, pH e acidità totale (acido citrico)
- » Fenoli totali ed attività antiossidante
- » Attività enzimatica (PPO e POD)
- » Contenuto in vitamine (vit. C)
- » Carotenoidi totali e cinetiche di degradazione
- » Analisi microbiologica - muffe (numerazione)
- » Analisi microbiologica - carica batterica totale (numerazione)

Le analisi sono state effettuate su campioni prelevati presso lo stabilimento di disidratazione in continuo della Fattoria Autonoma Tabacchi (FAT) di Città di Castello (PG).

Le analisi svolte sui campioni prelevati mostrano un prodotto caratterizzato da una attività dell'acqua ( $a_w$ ) circa pari a 0.66; valore che supera la soglia del 0.6, oltre la quale è possibile lo sviluppo di muffe, funghi e batteri deteriorativi dell'alimento. A tale valore dell'attività dell'acqua è corrisposta una umidità del prodotto pari al 32%. L'umidità del prodotto appena disidratato era inferiore al 10%. I risultati portano quindi ad indentificare un chiaro problema nel sistema di packaging dei pomodori disidratati, che hanno riassorbito acqua dall'ambiente circostante durante la

conservazione. Unitamente al tenore di umidità troppo elevato per un prodotto disidratato, il packaging non isolato dall'esterno ha comportato che la carica batterica fosse pari a 8.2 log CFU/g, quindi non adeguata ad un prodotto disidratato, pronto al consumo diretto. Il prodotto risulta reidratante per un 154% del peso iniziale, se immerso in acqua distillata a 50°C per 50 min.

Le analisi di tessitura (TPA) mostrano un prodotto caratterizzato da elevata coesività e gommosità. In linea con tale risultato, le analisi sensoriali identificano un problema per ciò che concerne la masticabilità dell'alimento, che avendo riassorbito acqua risulta gommoso. Infatti, in una scala da 1 a 7 (scala numerica per la quale il valore 7 corrisponde al risultato ottimale), il punteggio associato alla consistenza è risultato essere pari a 2.8 (non gradito). Inferiore a 2 il valore associato all'aspetto del prodotto, poiché caratterizzato da una tinta molto scura, dovuta a fenomeni di imbrunimento che hanno interessato il tessuto. Diversamente, il prodotto ha ottenuto ottimi risultati per ciò che riguarda gli aspetti sensoriali legati al gusto, quali: la sapidità (punteggio 6.1), il dolce (punteggio 5.5) e l'aroma tipico di pomodoro (punteggio 6.4).

Le analisi chimiche denotano assenza di 5-idrossimetilfurfurale (HMF). Tale composto, conferisce agli alimenti il classico sapore di "crosta di pane"/"cotto" ed è sintetizzato per esposizione di alimenti al calore, a causa della reazione di Maillard. Tale reazione, non gradita nel pomodoro disidratato, è sfavorita e quindi rallentata in alimenti acidi, caratterizzati da un basso pH. Pertanto, l'assenza di HMF può essere dovuta a due possibili ragioni: (i) il pretrattamento allo 0.5% p/v di acido citrico è risultato efficace, abbassando il pH delle fettine di pomodoro e rallentando la reazione chimica di Maillard, e/o (ii) il pomodoro utilizzato nel processo di disidratazione era fresco, non sovrarmato e quindi caratterizzato da un pH inferiore a 4.5. Ulteriori dettagli in merito saranno possibili soltanto a seguito di ulteriori test di disidratazione condotti monitorando lo sviluppo del HMF in relazione al pH del prodotto di partenza.

L'analisi colorimetrica del prodotto evidenzia un problema legato ad un processo di imbrunimento, probabilmente anche di natura enzimatica, dovuto all'esposizione del prodotto all'ossigeno, alla luce ed all'umidità, a causa della confezione non adeguata. L'analisi dell'attività enzimatica di PPO e POD

osservata nei campioni, congiuntamente ad una attività dell'acqua superiore a 0.4 (limite oltre il quale i processi enzimatici sono ancora attivi) denota infatti la possibilità che i due enzimi abbiano ossidato il substrato fenolico della matrice, provocando l'imbrunimento del prodotto ed al contempo un impoverimento del prodotto in contenuto di antiossidanti. Tali risultati trovano conferma dall'analisi del contenuto in licopene ed in carotenoidi totali espressi in  $\beta$ -carotene equivalenti. Con particolare riguardo al licopene, il prodotto disidratato ne risulta particolarmente degradato ed impoverito rispetto ai valori tabellari disponibili in bibliografia. I risultati ottenuti devono essere tuttavia comparati con il prodotto fresco in ingresso al processo di disidratazione per confermare le osservazioni scaturite dal ciclo di analisi sin qui condotto.

Viterbo, 17/10/2018

Il responsabile dell'attività di laboratorio

Prof. Riccardo Massantini  
