



## UNIVERSITÀ DI PISA

### FISIOLOGIA DELLA PRODUZIONE E DELLA POST RACCOLTA

---

#### LORENZO MARIOTTI

Anno accademico

2019/20

CdS

PRODUZIONE AGROALIMENTARI E  
GESTIONE DEGLI AGROECOSISTEMI

Codice

015EE

CFU

6

Moduli  
FISIOLOGIA POST-  
RACCOLTA

Settore/i  
BIO/04

Tipo  
LEZIONI

Ore  
64

Docente/i  
LORENZO MARIOTTI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Al termine del corso lo studente avrà gli strumenti necessari per comprendere i cambiamenti dei prodotti vegetali durante la fase di post raccolta e le tecniche per migliorare la conservazione dei prodotti orto-floro-frutticoli. La comprensione di queste conoscenze sarà acquisita attraverso lo studio di processi fisiologici fondamentali a livello biochimico-molecolare: Metabolismo degli zuccheri e degli acidi organici, metabolismo respiratorio, produzione di etilene, softening, cambiamento del colore, cambiamenti fisiologici indotti dalla conservazione. Le esercitazioni di laboratorio saranno un supporto cruciale per l'acquisizione di queste conoscenze da parte dello studente

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

L'accertamento delle conoscenze sarà svolto al termine di ciascun argomento trattato a lezione mediante la discussione in classe degli aspetti rilevanti e l'utilizzo di casi pratico-applicativi.

##### *Capacità*

Al termine del corso, lo studente avrà acquisito:

- Un'adeguata preparazione dei processi fisiologici e molecolari che regolano la fase di post raccolta dei frutti e dei fiori.
- Le tecnologie per implementare la conservazione dei prodotti orto-floro-frutticoli.
- Alcuni aspetti che possono migliorare le produzioni agricole salvaguardando l'ambiente.
- Le tecniche analitiche per la determinazione della qualità dei prodotti orto-frutticoli.
- Il funzionamento di strumenti utilizzati per analisi chimiche.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Discussione in classe al termine delle lezioni e delle esercitazioni di laboratorio.

##### *Comportamenti*

Alla fine del corso lo studente, con le conoscenze acquisite, potrà affrontare problematiche relative alla conservazione dei prodotti agrari. L'esperienza di laboratorio gli potrà fornire gli strumenti di base per comprendere come affrontare tali problematiche.

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Durante la discussione in classe e/o di laboratorio verrà valutato il comportamento dello studente di fronte alle problematiche poste dal docente. Al termine dell'esercitazione di laboratorio verrà valutato il grado di accuratezza e precisione dell'attività svolta.

##### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Per affrontare l'insegnamento di fisiologia della post-raccolta e della produzione è consigliato avere le conoscenze di: Ecofisiologia vegetale.



## UNIVERSITÀ DI PISA

Programma (contenuti dell'insegnamento)

### Introduzione

Produzione mondiale dei prodotti ortofrutticoli: dati statistici. La fisiologia dei prodotti ortofrutticoli e la necessità di una tecnologia post-raccolta.

### Caratteristiche chimiche e qualità dei prodotti

Componenti chimici: acqua, carboidrati, proteine, lipidi, acidi organici, vitamine, sali minerali, composti volatili e prodotti secondari. Qualità dei prodotti: metodologie distruttive e non-distruttive per la valutazione della qualità.

### Processi biochimici, fisiologici e molecolari della maturazione e senescenza

Il ciclo vitale dei prodotti: crescita, maturazione e senescenza. Principali cambiamenti durante il processo di maturazione dei frutti: composizione carboidrati e acidi organici, metabolismo respiratorio, produzione di etilene, "softening", colore e composti volatili.

*Composizione carboidrati e acidi organici.* zuccheri traslocati ai sinks. Metabolismo degli zuccheri nei sinks: i "cicli futili" nel metabolismo del saccarosio. Produzione di acidi organici e loro metabolismo: ruolo della PEP carbossilasi. Casi di studio (pesco e pomodoro).

*Metabolismo Respiratorio.* la respirazione durante il ciclo vitale dei prodotti. Frutti climaterici e non climaterici: le basi fisiologiche del picco climaterico, la funzione dell'ossidasi alternativa. Casi di studio (mele e pomodoro).

*Produzione di etilene.* Processi fisiologici indotti da etilene. Sintesi dell'etilene durante la maturazione dei frutti: controllo primario della sintesi, gli enzimi chiave: ACC sintasi e ACC ossidasi; sistema I (autoinibitorio) e II (autocatalitico); controllo secondario della sintesi di etilene; fattori esterni che controllano la sintesi di etilene; relazione tra respirazione climaterica e sintesi di etilene; recettori dell'etilene e trasduzione del segnale. Processi di maturazione dipendenti e indipendenti da etilene in frutti climaterici e non climaterici. Etilene e conservazione: i ciclopropani, rimozione di etilene negli ambienti chiusi, applicazione di etilene. Etilene e senescenza fiorale.

*Il "softening".* composizione della parete: polisaccaridi cellulosici, non-cellulosici (emicellulosa e pectine) e proteine. La struttura tridimensionale della parete. I componenti strutturali della parete che subiscono modifiche durante il softening: pectine e emicellulosa. Gli enzimi che metabolizzano le pectine: eso-endopoligalatturonasi (PG), pectato liasi (PL), pectinmetilsterasi (PME), b-galattosidasi, altri enzimi. Le caratteristiche dei frutti di pomodoro antisenso per PG. Gli enzimi che metabolizzano l'emicellulosa: endo b-1,4 glucanasi (EGasi), xiloglucan endo-transglucosidasi (XET), glicosidasi, espansine (EXP). Metabolismo delle pectine e emicellulosa con meccanismo non-enzimatico: radicali dell'ossigeno, il pH dell'apoplasto. Processo di softening: cronologia degli eventi. Softening e turgore cellulare. Casi studio: il pomodoro DFD, i mutanti di pomodoro per la cutina.

*Il colore.* pigmenti coinvolti: carotenoidi, clorofilla e flavonoidi (antocianine). Carotenoidi: caroteni e xantofille. Biosintesi da mevalonato o da una via indipendente (Rohmer o MEP pathway). Regolazione della biosintesi di licopene in frutti di pomodoro: geni isolati [deoxi-xilulosio 5-P sintasi (DXS) e fitoene sintasi (PSY1)], regolazione della trascrizione. Strategie biotecnologiche per aumentare il contenuto di carotenoidi.

*Clorofilla.* transizione dei cloroplasti in gerontoplasti durante il catabolismo della clorofilla. Enzimi coinvolti nel catabolismo: clorofillasi, clorofillide b reductasi, Mg-dechelatasi, feoforbite a ossigenasi (PaO), e RCC reductasi. I mutanti "stay-green": ruolo della PaO nel catabolismo della clorofilla. Organizzazione intracellulare degli enzimi coinvolti del catabolismo. Catabolismo della clorofilla nei frutti in maturazione.

*Flavonoidi (antocianine).* le principali antocianidine e antocianine nei frutti. La biosintesi delle antocianine. Altri fattori che influenzano il colore delle antocianine: pH vacuolo, co-pigmentazione, concentrazione antocianine, chelazione con ioni metallici, antico-pigmentazione, proteine di trasporto del tonoplasto. La biosintesi delle antocianine nell'uva. Antocianine nei fiori: la rosa blu.

*Produzione di composti volatili.* I composti chimici responsabili del sapore: composti volatili e non-volatili. Biosintesi composti volatili: metabolismo degli acidi grassi (b-ossidazione, la via della lipossigenasi, la biosintesi dei lattoni), metabolismo degli aminoacidi (precursori diretti e indiretti) e dei carboidrati (la via isoprenica).

### Processi fisiologici indotti dalla conservazione

Effetti della temperatura, atmosfera controllata e modificata sulla conservazione dei prodotti. *Temperatura:* effetti delle basse e alte temperature sulla "postharvest-life" dei prodotti. L'addolcimento (cold sweetening) indotto dalle basse temperature in tuberi di patata. Eventi biochimici e molecolari dell'addolcimento. Metodologie alternative per la conservazione dei tuberi di patata: impiego del carvone.

*Atmosfera controllata e modificata:* effetti della composizione dei gas (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) dell'ambiente di conservazione sulla "postharvest-life" dei prodotti. Effetti dell'atmosfera controllata sul metabolismo respiratorio, sulla sintesi di etilene e sul metabolismo dei prodotti secondari.

Relazione tra Km apparente e "fermentation threshold"; la "safe working atmosphere".

### I prodotti di IV gamma (fresh-cut products)

Tipologie di prodotto. Alterazioni: nel colore, nella consistenza, sviluppo di sapori e odori indesiderati. Alterazioni nel colore: a) degradazione clorofilla, carotenoidi e antocianine; b) inbrunimento enzimatico, enzimi responsabili: PPO, PAL e perossidasi. Controllo dell'imbrunimento enzimatico: metodi chimici e fisici.

### Fisiologia della produzione

Lo stato dell'agricoltura mondiale e le strategie future per aumentare la produzione agricola: a) fermare l'espansione dell'agricoltura; b) colmare il divario di produzione fra le aree; c) aumentare l'efficienza delle risorse impiegate; d) incrementare la % di produzione agricola da destinare all'alimentazione umana. Produzione agricola e obiettivi prioritari del miglioramento genetico: aumento dei fattori nutrizionali; resistenza a patogeni (funghi e virus); tolleranza a stress abiotici: siccità, salinità e alte temperature; aumento dell'efficienza fotosintetica. I componenti della produzione genetica potenziale.

### Esercitazioni di laboratorio

1. Determinazione dell'acido ascorbico in tessuti vegetali freschi e bolliti;
2. Qualità dei prodotti: consistenza, pH e acidità titolabile, solidi solubili;
3. Determinazione di zuccheri riducenti e di amido in banana in relazione alle condizioni di conservazione;
4. Determinazione del contenuto di licopene in frutti di pomodoro. Le antocianine dei frutti.
5. Determinazione del contenuto di fenoli totali con il reagente FOLIN-CIOCALTEU.
6. Estrazione e determinazione dell'attività di polifenolo ossidasi in banana.
7. Analisi di metaboliti volatili in frutti di agrumi con la GC-MS: curva di calibrazione con lo standard e determinazione qualitativa;

### Bibliografia e materiale didattico

#### Materiale didattico



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Materiale didattico delle lezioni fornito dal docente, incluse le schede per le esercitazioni di laboratorio.
- Wills et al. - Postharvest: an Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. CAB international (2007).
- Paliyath et - Postharvest biology and technology of fruits, vegetables and flowers. Wiley-Blackwell (2008).
- Knee M. - Fruit quality and its biological basis. Sheffield Academic Press (2002).
- Kays and Paull - Postharvest biology. Exon press (2004)
- Pessarakli M. - Handbook of Plant and Crop Physiology. CRC Press (2014).

### Modalità d'esame

L'esame può essere sostenuto sia con una prova scritta sia con una prova orale. La prova scritta e orale consistono in una serie di domande inerenti gli argomenti del corso ( 3 domande su fisiologia della post-raccolta, 2 domande sulle esercitazioni, 1 domanda su fisiologia della produzione). L'esame è superata se si acquisisce una votazione pari a 18/30.

La prova scritta si svolge in un'aula con una durata minima di 2 ore.

Per chi volesse migliorare la valutazione acquisita con la prova scritta, il colloquio verterà su tutto il programma

*Ultimo aggiornamento 30/08/2019 16:57*