

Napoli, 11.09.2020

Ns. prot. 77/20

**OGGETTO: Brevi note su radiazione UV-C ed alimenti**

La lunghezza d'onda dei raggi UV è compresa in un intervallo da 100 a 400 nm, che può essere ulteriormente suddiviso in UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) ed UV-C (200-280 nm).

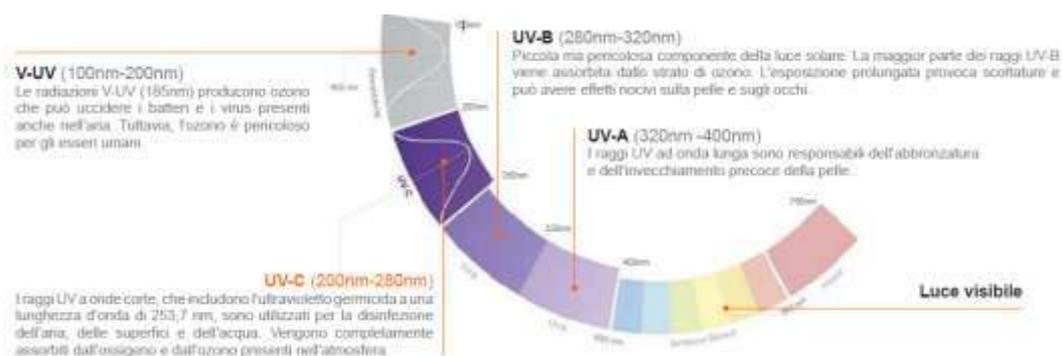


Figura 1 - Lo spettro della luce: visibile e ultravioletto (Fonte: Manuale AirZing - OSRAM HNS® UV lamps)

### La radiazione UV-C è una collaudata ed efficace tecnologia di distruzione dei microrganismi.

Inoltre:

1. **Il trattamento con i raggi UV-C non produce rischi per la sicurezza degli alimenti e delle bevande.** È un processo fisico, ecologico e sicuro: basta pochissimo tempo per ottenere riduzioni microbiche di oltre il 99%.
2. **Il trattamento UV-C, a differenza dei raggi ionizzanti (gamma), non deve essere indicato in etichetta.**

Infatti:

La tecnologia con impiego di raggi UV-C può essere utilizzata sulla linea di confezionamento come nuovo modo per igienizzare la frutta. L'industria alimentare biologica è particolarmente interessata all'applicazione di questa tecnologia come alternativa ai convenzionali disinfettanti chimici. Ulteriori ricerche sono in corso per aumentare l'efficacia della luce UV-C sulla frutta con superfici ruvide. È dimostrato che il trattamento con raggi UV-C elimina E. coli, Salmonella, Listeria e altri agenti patogeni di origine alimentare ed è un **modo sicuro e comprovato per prolungare la conservazione di cibi e bevande**. In termini di applicazioni, i dispositivi a raggi UV-C possono essere installati all'interno di banchi alimentari per la protezione dalla

---

### **PROMETE S.r.l.**

Sede legale ed operativa: Piazz.le V. Tecchio, 45 - 80125 Napoli

Tel: 081 056851 / 0

Ufficio: Building 19.01/2, Schwarzschildstrasse 8-12 - Centre for Photonics and Optics (ZPO) -  
Technology Park Berlin Adlershof - 12489 Berlin (Germany)

[www.promete.it](http://www.promete.it)

contaminazione. Una grande percentuale di prodotti esposti nel banco frigo viene ritirata causa perdita di freschezza precoce del prodotto, o peggio ancora per deterioramento. La causa di tutto ciò è riconducibile a microrganismi come: batteri, funghi, muffe e loro spore che propagandosi attraverso l'aria e circolando all'interno dei banchi vendita, provocano la contaminazione incrociata fra alimenti.

**Struttura DNA/RNA**

Il nucleo cellulare dei microrganismi (batteri e virus) contiene timina, un elemento chimico del DNA/RNA. Questo elemento assorbe le radiazioni UV-C ad una specifica lunghezza d'onda di 253.7 nm e cambia a tal punto (formazione di dimeri di timina) che la cellula non è più in grado di moltiplicarsi e sopravvivere.

- I raggi UV-C (253.7nm) penetrano la parete cellulare del microorganismo
- I fotoni ad alta energia dei raggi UV-C sono assorbiti dalle proteine cellulari e dal DNA / RNA
- I raggi UV-C danneggiano la struttura proteica causando un'alterazione metabolica
- Il DNA/RNA si altera chimicamente così che gli organismi non possono più replicarsi
- Gli organismi non sono in grado di metabolizzare e replicarsi, **NON POSSONO** causare malattie o danni

Il coronavirus (SARS-CoV-2) ha la tipica struttura a RNA

**Confronto**  
I raggi V-UV (185nm) uccidono anche i microrganismi, ma producono anche l'ozono, che è dannoso per gli esseri umani. Vengono utilizzati per applicazioni prettamente industriali. I raggi UV-C sono più sicuri.

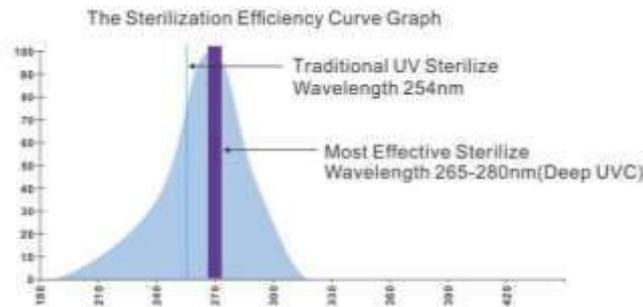


Figura 2 - Il modo in cui le radiazioni UV-C distruggono i microrganismi (batteri e virus) e la specifica lunghezza d'onda battericida (Fonte: Manuale AirZing - OSRAM HNS® UV lamps)

Diversi enti e organizzazioni a livello mondiale – WHO (*World Health Organization*), US EPA (*Unites States Envirnomental Protection Agency*), CDC (*Centers for Diseases Control and Prevention*), ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) - e molti altri ancora consigliano l'uso dei raggi UV-C per la disinfezione di acqua, ambienti e sistemi dell'aria condizionata.

**I raggi UV-C sono utilizzati tutti i giorni principalmente dalle Industrie alimentari** per:

- disinfettare aria e superfici degli ambienti di produzione;
- disinfettare i contenitori dei prodotti (packaging);
- isolare zone "protette" per la produzione ed il confezionamento dei prodotti, come le camere bianche, da zone a rischio contaminazione.

**PROMETE S.r.l.**

Sede legale ed operativa: Piazz.le V. Tecchio, 45 - 80125 Napoli

Tel: 081 056851 / 0

Ufficio: Building 19.01/2, Schwarzschildstrasse 8-12 - Centre for Photonics and Optics (ZPO) - Technology Park Berlin Adlershof - 12489 Berlin (Germany)

[www.promete.it](http://www.promete.it)

Questi interventi aumentano notevolmente la sicurezza e la conservazione dei prodotti che acquistiamo con molti vantaggi per la salute, visto che non lasciano residui e permettono di evitare o ridurre l'uso di disinfettanti chimici, che invece possono rilasciare residui pericolosi sui prodotti.

### **Radiazioni UV-C sugli alimenti**

#### **Tecnologia post-raccolta: applicazione degli ultravioletti sui prodotti ortofrutticoli**

I raggi UV-C hanno un impiego ancora limitato sugli alimenti, in particolare sui prodotti ortofrutticoli freschi come tecnologia di conservazione post-raccolta. **La capacità della luce UV-C di disinfettare e di rallentare lo sviluppo microbico sui prodotti di IV gamma senza alterarne la qualità è ormai dimostrata.** Recenti studi hanno dimostrato che la luce UV potrebbe essere un valido strumento per prolungare la *shelf-life* dei prodotti ortofrutticoli freschi. In particolare l'efficacia del trattamento con raggi UV-C nel prolungare la *shelf-life* dei prodotti ortofrutticoli freschi dipende dal vegetale (specie e varietà, vegetale intero o minimamente lavorato), dal livello di contaminazione microbica iniziale, dalle modalità di applicazione (momento di applicazione, durata del trattamento e concentrazione di raggi UV-C) e dalla superficie del vegetale esposta al trattamento.

I raggi UV-C sono efficaci nell'inattivare i microorganismi agendo a livello del loro DNA. Inoltre, utilizzare i raggi UV-C a basse concentrazioni può indurre risposte di difesa nel vegetale. Tale fenomeno è detto **ormesi**. L'obiettivo dell'ormesi è quello di indurre una risposta antimicrobica nell'ortaggio o nel frutto.

Il trattamento con raggi UV-C rappresenta quindi una valida alternativa all'impiego degli attuali sanitizzanti, che possono rilasciare residui sul prodotto oppure danneggiare la qualità del vegetale; tuttavia sono necessarie ulteriori indagini sulla modalità di applicazione dei raggi UV-C, i cui effetti variano molto a seconda del vegetale.

Nel 2012, l'*Emirates Journal of Food and Agriculture* ha pubblicato un lavoro scritto da ricercatori portoghesi (Ribeiro et al., 2012) sugli effetti e le possibili applicazioni tecnologiche della luce UV come trattamento post-raccolta per la conservazione di frutta ed ortaggi freschi, quali pomodoro, funghi commestibili, spinacino, broccoli, peperone, fragola, mirtillo, mela, anguria, melograno, uva da vino, papaya, mango ed agrumi. Nella tabella seguente sono presentati alcuni esempi degli effetti antimicrobici ed ormetici dei raggi UV-C applicati su prodotti ortofrutticoli freschi.

VEGETALE	EFFETTI DEL TRATTAMENTO CON RAGGI UV-C
POMODORO	Miglioramento delle qualità nutrizionali ed aumento della concentrazione di licopene senza modificare le caratteristiche fisiche del pomodoro durante la conservazione. A basse concentrazioni (4 kJ/m <sup>2</sup> circa), i raggi UV-C inducono una modificazione genica nel vegetale, per cui vengono bloccati i geni responsabili dello sfaldamento della parete cellulare, del metabolismo lipidico e della fotosintesi, mentre vengono attivati i geni di difesa capaci di ritardare il rammollimento della bacca e di preservare le caratteristiche nutrizionali ed organolettiche. Questi geni di difesa permettono quindi di estendere la shelf-life del pomodoro.
FUNGHI COMMESTIBILI	I raggi UV-C hanno un effetto antimicrobico, pertanto potrebbero essere applicati come strumento disinfettante nel caso dei funghi commestibili freschi. I raggi UV-C applicati alle concentrazioni di 0,45-3,15 kJ/m <sup>2</sup> permettono di ridurre l' <i>Escherichia coli</i> O157:H7 di 0,67-1,13 log CFU/g.
SPINACINO	I raggi UV-C applicati a concentrazioni adeguate e su entrambe le pagine della foglia potrebbero ridurre lo sviluppo microbico ed estendere la shelf-life senza compromettere la qualità dello spinacino di IV gamma. I raggi UV-C applicati alle concentrazioni da 2,4 a 24 kJ/m <sup>2</sup> permettono di limitare lo sviluppo di <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Pseudomonas marginalis</i> , batteri psicrotrofi ed <i>Enterobacteriaceae</i> . Tuttavia le basse concentrazioni hanno un'efficacia nel limitare lo sviluppo microbico iniziale, infatti è possibile conservare il prodotto da 4 a 5 giorni a 5°C.
BROCCOLI	Nei broccoli, l'ingiallimento delle infiorescenze è il principale problema che limita la shelf-life e compromette la qualità del prodotto. I raggi UV-C applicati alle concentrazioni da 4 a 14 kJ/m <sup>2</sup> permettono di ritardare la degradazione della clorofilla e di migliorare l'attività antiossidante dell'ortaggio.

### **PROMETE S.r.l.**

Sede legale ed operativa: Piazz.le V. Tecchio, 45 - 80125 Napoli

Tel: 081 056851 / 0

Ufficio: Building 19.01/2, Schwarzschildstrasse 8-12 - Centre for Photonics and Optics (ZPO) -  
Technology Park Berlin Adlershof - 12489 Berlin (Germany)

[www.promete.it](http://www.promete.it)

PEPERONE	I raggi UV-C permettono di ridurre l'incidenza e la severità dei danni da freddo sui peperoni durante la conservazione post-raccolta a basse temperature. I raggi UV-C applicati alla concentrazione di 7 kJ/m <sup>2</sup> permettono di ritardare la comparsa dei sintomi dovuti alla conservazione refrigerata e di preservare la consistenza dell'ortaggio.
FRAGOLA	I raggi UV-C applicati alle concentrazioni da 0,43 a 4,30 kJ/m <sup>2</sup> permettono di ritardare il rammollimento della fragola andando ad agire sulla capacità antiossidante e sull'attività enzimatica. L'applicazione di raggi UV-C a concentrazioni ormetiche induce una modificazione genica nella pianta, per cui vengono attivati geni di difesa che bloccano lo sfaldamento delle pareti cellulari limitando il rammollimento, in alcuni casi vengono anche attivati geni che contrastano lo sviluppo di muffe ( <i>Botrytis cinerea</i> ) e patogeni.
MIRTILLO	I raggi UV-C permettono di ridurre il decadimento delle bacche, dovuto al marciume causato da <i>Colletotrichum acutatum</i> , e di aumentare il contenuto dei composti antiossidanti, quali antocianine e fenoli totali. Le concentrazioni ottimali per migliorare le caratteristiche fitochimiche del mirtillo variano da 2,15 a 4,30 kJ/m <sup>2</sup> .
MELA	I raggi UV-C applicati alla concentrazione di 1,2 kJ/m <sup>2</sup> permettono di disinfettare la buccia, bloccare gli enzimi ossidasi, prevenire l'imbrunimento della polpa e lo sviluppo di cattivi odori, inoltre formano un sottile strato protettivo sul frutto che impedisce lo sviluppo microbico e la perdita di succhi cellulari. Tale strato protettivo non viene percepito dal consumatore.
ANGURIA	Nel caso dell'anguria di IV gamma, i raggi UV applicati alle concentrazioni da 1,4 a 2,8 kJ/m <sup>2</sup> permettono di ridurre la carica microbica e l'attività enzimatica della catalasi. Tuttavia, l'efficacia del trattamento UV-C dipende dal livello di contaminazione microbica iniziale e dal riuscire ad esporre tutta la superficie del vegetale minimamente lavorato al trattamento.

Fonte: Ribeiro C., Canada J., Alvarenga B., "Prospects of UV radiation for application in postharvest technology", 2012, Emirates Journal of Food and Agriculture, Issue No. 24(6), pagg. 586-597. <https://www.eifa.me/index.php/journal/article/view/977>

Una ricerca della Washington State University dimostra che la luce ultravioletta (UV-C) può aiutare a uccidere gli agenti patogeni di origine alimentare in alcuni frutti. Shyam Sablani, professore associato presso il Dipartimento di Scienze Biologiche WSU Systems Engineering, e il suo team, hanno testato l'effetto dei raggi UV-C su mele, pere, fragole, lamponi e melone contaminati da E. Coli O157: H7 e Listeria monocytogenes.

L'efficacia del trattamento è diverso a seconda del patogeno, della superficie del frutto, della dose di luce e della durata di esposizione. Ad esempio, per le pere è richiesto una dose maggiore di luce che per le mele per poter ridurre E. coli, e i lamponi hanno bisogno di più tempo delle fragole.

Nel complesso, la luce risulta più efficace contro E. Coli che contro Listeria ed è più efficace sulla superficie liscia di una mela o pera, inattivando fino al 99,9% di patogeni. Se la contaminazione sulla superficie ruvida di un lampone o melone è bassa, la luce UV-C può ancora ridurre il 90% dei patogeni.

Fonte: Research shines light on organic fruit, food safety <https://news.wsu.edu/2015/07/20/research-shines-light-on-organic-fruit-food-safety/>  
Achyut Adhikari a , Roopesh M. Syamaladevi b , Karen Killinger c , Shyam S. Sablani  
"Ultraviolet-C light inactivation of Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes on organic fruit surfaces "  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.06.018>

## Altri effetti delle radiazioni UV-C

### Sui materiali

**Effetto invecchiamento.** L'irradiazione del locale dall'alto può causare l'appassimento e la morte di alcuni tipi di piante. Le piante appese dovrebbero essere rimosse da queste aree di disinfezione. Inoltre, come per altre forme di UV, gli UV-C possono causare lo sbiadimento e il degrado delle vernici e di altri materiali nel tempo.

Fonte: CIE 155:2003 DISINFEZIONE DELL'ARIA A RAGGI ULTRAVIOLETTI 8.4

## PROMETE S.r.l.

Sede legale ed operativa: Piazz.le V. Tecchio, 45 - 80125 Napoli

Tel: 081 056851 / 0

Ufficio: Building 19.01/2, Schwarzschildstrasse 8-12 - Centre for Photonics and Optics (ZPO) - Technology Park Berlin Adlershof - 12489 Berlin (Germany)

[www.promete.it](http://www.promete.it)

**Effetto di alterazione.** Le radiazioni UV causano alterazioni in molti materiali. Qualunque aumento del flusso di UV sulla superficie terrestre degrada più rapidamente le infrastrutture generando costi aggiuntivi per la riparazione e la sostituzione. Una ricerca canadese ha studiato gli effetti degli UV su polimeri, legno e carta, materiali da costruzione, vernici e rivestimenti, tessuti e sull'abbigliamento, sebbene il punto principale è stata la valutazione della resistenza alle radiazioni dei materiali utilizzati nello spazio e dei materiali per l'abbigliamento. Materiali non plastici come le membrane per tetti e i sigillanti per esterni sono attualmente in fase di studio per valutare la loro resistenza agli UV, ma non specificamente nel contesto di un maggiore irraggiamento legato all'ozono. Page | 5

*Fonte: Estratto da materiale di Environmental Canada 1997,  
D.I Wardle, J.B. Kerr, C.T. McElroy e D.R. Francis.  
<http://kipzonen-brewer.com/uv/effect-uv-radiation/>*

### **Sugli esseri umani**

L'esposizione ai raggi UV può causare danni agli occhi e alla pelle

La sovraesposizione ai raggi UV-C può provocare un'irritazione congiuntivale transitoria (fotocongiuntivite) e un'irritazione cutanea (eritema), che scompaiono in 24-48 ore senza danni biologici duraturi (CIE, 2002).

*Fonte: CIE 155:2003 DISINFEZIONE DELL'ARIA A RAGGI ULTRAVIOLETTI 8.1*

Oggi il Global Solar UV Index (l'indice universale della radiazione UV solare) è riconosciuto a livello internazionale come lo standard per la valutazione del rischio di scottature solari e va da UVI 1 a UVI 11+, dove l'indice UV più elevato rappresenta il rischio maggiore di scottature e danni alla pelle. La scala è riportata di seguito. Il Global Solar UV Index può essere calcolato moltiplicando il valore della radiazione UVE per 40 m<sup>2</sup>/W.

Categoria di esposizione	Range UVI
Bassa	<2
Moderata	Da 3 a 5
Alta	Da 6 a 7
Molto alta	Da 8 a 10
Estrema	Superiore a 11

*Esempio:*

*irraggiamento UV-C: 0,22 w/m<sup>2</sup>*

*Indice UV (UVI) = 0,22 x 40 = 8,8 => molto alto*

*Fonte: Estratto da materiale di Environmental Canada 1997,  
D.I Wardle, J.B. Kerr, C.T. McElroy e D.R. Francis.  
<http://kipzonen-brewer.com/uv/effect-uv-radiation/>*

---

## **PROMETE S.r.l.**

*Sede legale ed operativa: Piazz.le V. Tecchio, 45 - 80125 Napoli*

*Tel: 081 056851 / 0*

*Ufficio: Building 19.01/2, Schwarzschildstrasse 8-12 - Centre for Photonics and Optics (ZPO) -  
Technology Park Berlin Adlershof - 12489 Berlin (Germany)*

**www.promete.it**