



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia

Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Intervento cofinanziato dal FEASR con l'operazione 16.2.01

“Progetti pilota e sviluppo di innovazione”

per un contributo totale pari a € 167.443,86

Iniziativa realizzata nell'ambito del progetto integrato di filiera «Progetto integrato della filiera di produzione, lavorazione e vendita dei prodotti orticoli ad alto contenuto di servizio» capofila AOPUNOLOMBARDIA Cofinanziato dal FEASR (Op.ne 16.10.1 - Misura 16 - Sottomisura 16.2.01 PSR REGIONE LOMBARDIA 2014-2020 – Autorità di Gestione: Regione Lombardia)



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



PROGETTO NUTRACEUTICA: RECUPERO DI SOSTANZE A FUNZIONE NUTRACEUTICA/COSMECEUTICA DA SCARTI VEGETALI NORMALMENTE DESTINATI ALLO SMALTIMENTO; FASE 2: VERIFICA DELLE PERFORMANCE DELL'ESTRAZIONE EFFETTUATA CON IMPIANTO PILOTA SPERIMENTALE DEDICATO

GRUPPO DI RICERCA: BioReSTART - UNIPV

Buonocore D., Doria E., Marra A., Cattaneo L., Moretti C., Verri M., Calvio C., Dossena M



UNIVERSITÀ DI PAVIA
Dipartimento di
Biologia e Biotecnologie
"Lazzaro Spallanzani"



AMBITO DI ECONOMIA

LINEARE



PRENDI > PRODUCI > GETTA



ENERGIA DA RISORSE FINITE

CIRCOLARE



ENERGIA DA RISORSE RINNOVABILI

**SOURCE FOOD GROWN
REGENERATIVELY,
AND LOCALLY WHERE
APPROPRIATE**

**DESIGN AND
MARKET
HEALTHIER
FOOD PRODUCTS**





EUROPEAN UNION
Committee of the Regions

DEVE-IV-041

**80th plenary session
17-18 June 2009**

**DRAFT OPINION
of the
Committee of the Regions
on
THE MANAGEMENT OF BIO-WASTE IN THE EUROPEAN UNION**

«GREEN PAPER»

Rapporteur: **Mona-Lisa Norrman (SE/PES)**
Member of Jämtland County Council



PSR
2014 2020

LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



**Regione
Lombardia**

SCOPO

Il progetto si propone di sviluppare un innovativo processo di estrazione e valorizzazione di sostanze con proprietà nutraceutiche e/o cosmeceutiche provenienti da materiale di scarto vegetale (frutta e verdura), all'insegna della sostenibilità ambientale e ponendo al centro della sua strategia un modello di economia circolare fortemente incoraggiato dall'Unione Europea.



UNIVERSITÀ DI PAVIA
Dipartimento di
Biologia e Biotecnologie
"Lazzaro Spallanzani"

AOP uno LOMBARDIA
ASSOCIAZIONE ORGANIZZAZIONI PRODUTTORI ORTOFRUTTICOLI LOMBARDIA



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



**Regione
Lombardia**

Obiettivi:

- 1) valorizzare la grande quantità di rifiuti organici proveniente dall'industria agro-alimentare, che hanno costi di gestione elevati e creano possibili rischi ambientali e per la salute umana, riducendo la perdita di biomolecole contenute proprio nel materiale vegetale di scarto;
- 2) garantire la sostenibilità del progetto con lo sviluppo di un adeguato processo estrattivo e un piano di riutilizzo dello scarto residuo, ottenuto al termine del processo estrattivo, nella rigenerazione del suolo agricolo e nella generazione di biogas.



UNIVERSITÀ DI PAVIA
Dipartimento di
Biologia e Biotecnologie
"Lazzaro Spallanzani"

AOP uno LOMBARDIA
ASSOCIAZIONE ORGANIZZAZIONI PRODUTTORI ORTOFRUTTICOLI LOMBARDIA

Valorizzazione della filiera agro-alimentare

```
graph TD; A[Valorizzazione della filiera agro-alimentare] --> B[Riduzione del rifiuto tramite riciclo degli scarti di produzione]; B --> C[Recupero di molecole/composti attivi e funzionali per il benessere e la salute dell'uomo e dell'animale]; B --> D[Recupero dell'energia di legame chimico presente nelle biomasse residue: produzione di biogas];
```

Riduzione del rifiuto tramite riciclo degli scarti di produzione

Recupero di molecole/composti attivi e funzionali per il benessere e la salute dell'uomo e dell'animale

Recupero dell'energia di legame chimico presente nelle biomasse residue: produzione di biogas

PRODUZIONE ORTOFRUTTICOLA

Lombardia (Italia)

Processi industriali e trasformazione

- ✓ Prodotti freschi (I, II GAMMA)
- ✓ Prodotti freschi confezionati (IV GAMMA)

CULTIVAR

ANNATA AGRARIA 2011 fonte I. STAT

Cavolo, Broccolo, Porro, Cicoria, Rucola, Lattuga, Radicchio, Mela, Pera, Verza, Lattuga, Pomodoro, Zucchine, Spinacio, etc.

ORTAGGI IN PIENA ARIA



AREA TOTALE (ettaro)

13712

2403

AREA TOTALE PRODUZIONE (ettaro)

13709

2403

PRODUZIONE TOTALE (QUINTALI)

6959450

985503

ORTAGGI IN SERRA



QUANTITA' DI SCARTO ORTOFRUTTICOLO STIMATO

(REPORT 11/2001 ANPA)



❖ In Italia **15.120.094,00** ton/anno peso secco



❖ In Lombardia **2.481.138,00** ton/anno peso secco

FIRST STEP...FINANZIAMENTI ALLA RICERCA E PARTENARIATO



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI



**Regione
Lombardia**

FEASR – Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 - MISURA 124

FEASR – Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 - MISURA 16

PARTNER:



AOPUNOLOMBARDIA SACPA Capofila
C.OR.MA. SOC. COOP
ORTONATURA SOCIETA' AGRICOLA CONSORTILE
SOCIETA' AGRICOLA MELAVI'
O.P. P.O.A. S.C.A
SOLE E RUGIADA S.A.C.P.A.
O.P. OASI SOCIETA' AGRICOLA CONSORTILE

Il progetto si pone i seguenti obiettivi:

- 1) valorizzare la grande quantità di rifiuti organici proveniente dall'industria agro-alimentare, che hanno costi di gestione elevati e creano possibili rischi ambientali e per la salute umana, riducendo la perdita di biomolecole contenute proprio nel materiale vegetale di scarto;
- 2) garantire la sostenibilità del progetto con lo sviluppo di un adeguato processo e un piano di riutilizzo dello scarto residuo, ottenuto al termine del processo estrattivo, nella rigenerazione del suolo agricolo e nella generazione di biogas.



LICOPENE

Pomodoro, Pomodoro «datterino»



FLORIZINA

Mela



ARBUTINA, ACIDO URSOLICO

Mela, Pera, Frullati di frutta (*Smoothies*)



ACIDO CLOGENICO, KAEMPHEROL

Porro



LUTEINA, LACTUCINA, LACTUCOPICRINA, LACTUPICRINA

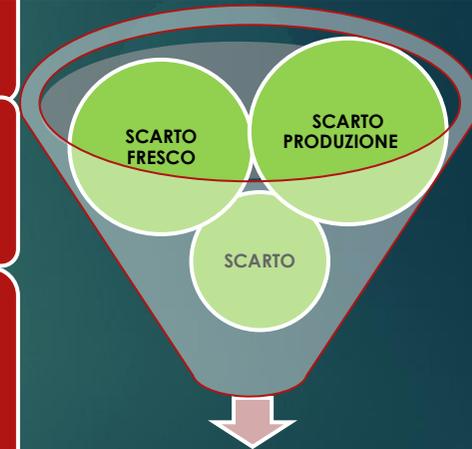
•Erbette, Cicoria, Porro, Rucola, Lattuga, mix di lattuga(blond45%, red 25%, mizuna 10%, tatsoi 10%, red chard 10%), Indivia, Radicchio



SULFORAFANE, ERUCINA

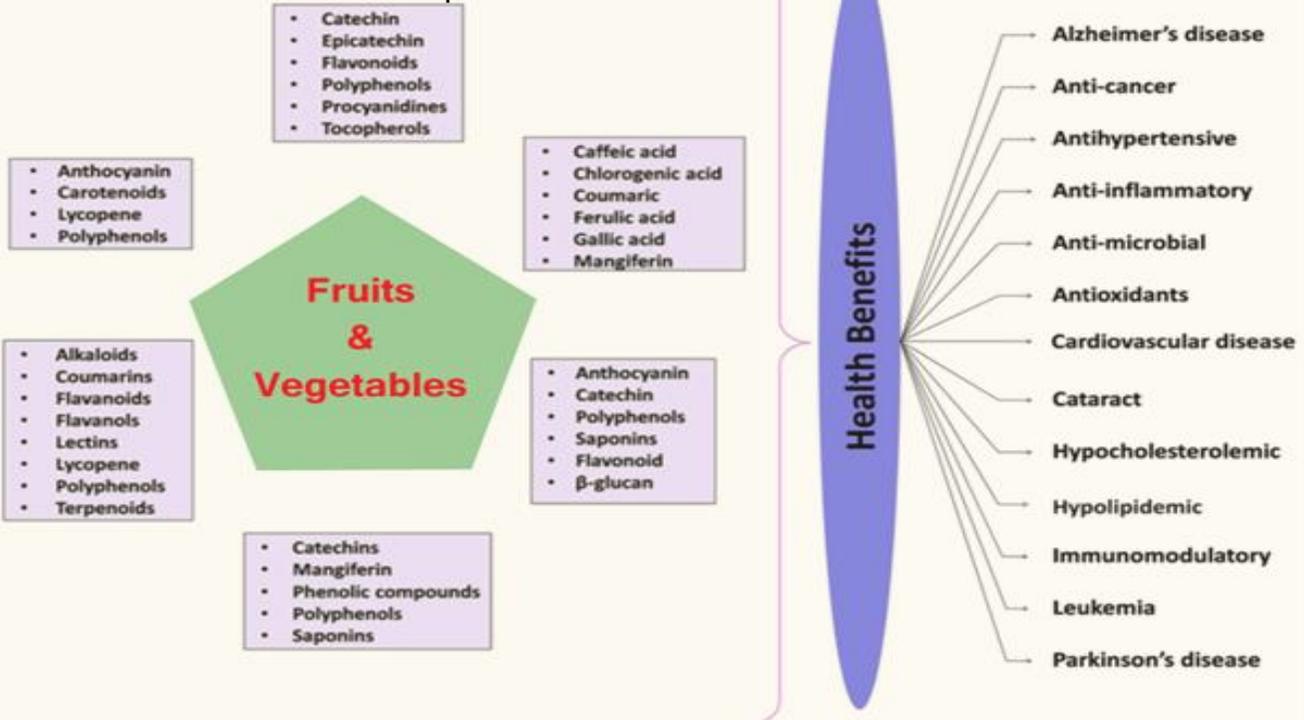
•Cavolo, Broccoli , Rucola

VALORIZZARE LO SCARTO
PRODOTTO
DALL'INDUSTRIA
ORTOFRUTTICOLA



NATURAL
BIOACTIVE
COMPOUNDS

Natural Bioactive Compounds (NBCs)



Utilizzo in ambito di produzione di:

Integratori Alimentari

Cosmetici

Rapporto Censis sul valore sociale dell'integratore alimentare

Roma, 20 giugno 2019

+126% crescita in valore dei consumi 2008-2018, mentre il totale economia nello stesso periodo segna **-0,8%** dei consumi;

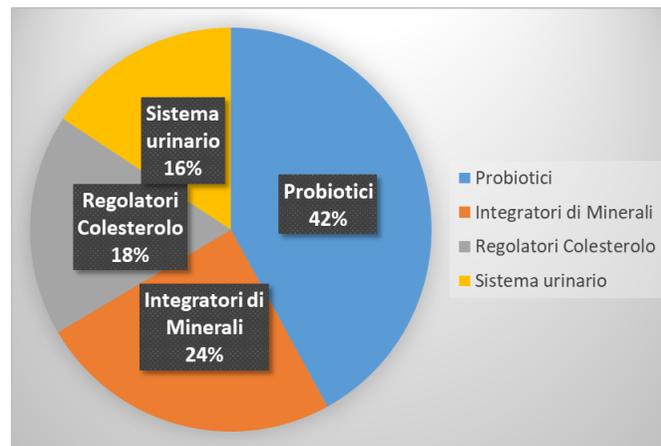
3,3 miliardi valore del mercato che colloca l'Italia al primo posto nella Ue con una quota di mercato del 23%, precedendo Germania (13%), Francia (9%), Regno Unito (8%);

+43,9% la crescita degli occupati nel settore nel 2014-2017, mentre il totale economia segna **+5,3%**;

+48,5% la crescita delle esportazioni nel 2014-2017, **+12%** nello stesso periodo nel totale economia.

Gennaio 2018 – Gennaio 2019

+ 3,7 % valore di vendita al pubblico



Fatturato dell'Industria Cosmetica (valori della produzione in milioni di euro)

	CONSUNTIVO 2016	CONSUNTIVO 2017	PRECONSUNTIVO 2018	VARIAZIONE % 2018/17	PROIEZIONE % 2019/18
Fatturato in Italia	6.248	6.352	6.410	0,9	1,3
<i>di cui fatturato generato nei canali professionali</i>	680	694	700	0,9	1,1
<i>di cui fatturato generato negli altri canali</i>	5.568	5.659	5.710	0,9	1,5
Esportazione (fatturato all'estero)	4.309	4.617	4.800	3,6	3,6
Fatturato globale settore cosmetico	10.557	10.969	11.210	2,1	2,6

RESULTS



1. CHLOROGENIC ACID

2. KAEMPFEROL
(from leek leaves)



3. LYCOPENE
(from tomato peel)



4. LUTEIN
(from leek, chicory, rocket,
lettuce, endive, radicchio leaves)



5. PHLORIDZIN
(from apple peel)



6. SULFORAPHANE
(from broccoli stem, cabbage and
rocket leaves)



7. URSOLIC ACID
(from pear and apple peel, fruit
smoothies waste)

1. It is a polyphenol that inhibits growth of preadipocytes (Hsu et al., 2006).
2. It is a polyphenol that inhibits the angiogenic process and growth of cancer cell (Lee et al., 2010, Chen et al., 2013), showing antioxidant and anti-inflammatory effects (Wattel et al., 2003).
3. It is a carotenoid molecule responsible for the red colour in tomato fruits, and widely used in food industry as additive and supplement, with well-established antioxidant and anticancer properties (Qu et al., 2011).
4. It is a xanthophyll pigment proven to increase the macular pigment optical density, suggesting a preventive effect against damage caused by blue light, as well as macular degeneration associated with aging (Landrum et al., 1997).
5. It is a dihydrochalcone that acts as specific and competitive inhibitor of sodium/glucose co-transporters in intestine and kidney; for this reason it represents a potential candidate for the treatment or prevention of diabetes and obesity (Najafian et al., 2012).
6. It is an isothiocyanate able to reduce cancer risk by activation of phase II-detoxification enzymes and by inducing apoptosis in cancer cells (Moreno et al., 1996).
7. It is a triterpenoid that seems to have positive effect on skeletal muscle and brown fat growth, as well as anti-tumor and anti-inflammatory effects (Kunkel et al., 2012; Zang et al., 2014).

Extraction and Evaluation of Nutraceutical Molecules in Wastes of Fruit and Vegetables

Ting Zhang, Enrico Doria*, Eleonora Boncompagni, Manuela Verri, Maurizia Dossena, Erik Nielsen, Daniela Buonocore

Table 2. Yields of NBCs from waste of fruits and vegetables (Zhang et al., 2017) compared with those from fresh samples present in literature data.

Mean values (mg/g) \pm standard deviation are given

NBCs	Our results (Zhang et al., 2017)	Referenced data
Chlorogenic acid (from leek leaves)	0.378 \pm 0.023 mg/g DW ¹	No data in the literature from leek
Kaempferol (from leek leaves)	0.330 \pm 0.032 mg/g DW ¹	0.295 - 0.330 mg/g DW ¹ from leek leaves (Hertoget al., 1992; Manach et al., 2004)
Lycopene (from tomato peel)	0.045 \pm 0.005 mg/g FW ²	0.048 - 0.141 mg/g FW ² from tomato peel (George et al., 2004)
Lutein (from catalogna cicory leaves)	0.586 \pm 0.103 mg/g DW ¹	0.395 mg/g in kale (AMDF, www.macular.org) 0.0387 - 0.0591 mg/g DW ¹ from edible parts of catalogna cicory (Žnidarčič et al., 2011)
Phloridzin (from apple peel)	0.090 \pm 0.005 mg/g FW ²	0.036 - 0.172 mg/g FW ² from apple peel (Tsao et al., 2003)
Sulforaphane (from broccoli stem)	0.375 \pm 0.055 mg/g DW ¹	0.097 mg/g DW ¹ from broccoli stem (Campas-Baypoli et al., 2010)
Ursolic Acid (from pear and apple peel)	0.468 \pm 0.005 mg/g FW ² (pear) 0.536 \pm 0.03 mg/g FW ² apple)	0.125 - 0.791 mg/g FW ² from pear (Li et al., 2014) 0.044 - 3.522 mg/g FW ² from apple (Andre et al., 2012)

¹ Dry weight (DW)

² Fresh weight (FW)

Il progetto si pone i seguenti obiettivi:

- 1) valorizzare la grande quantità di rifiuti organici proveniente dall'industria agro-alimentare, che hanno costi di gestione elevati e creano possibili rischi ambientali e per la salute umana, riducendo la perdita di biomolecole contenute proprio nel materiale vegetale di scarto;
- 2) garantire la sostenibilità del progetto con lo sviluppo di un adeguato processo estrattivo e un piano di riutilizzo dello scarto residuo, ottenuto al termine del processo estrattivo, nella rigenerazione del suolo agricolo e nella generazione di biogas.

PROCESSO SOSTENIBILE DI ESTRAZIONE (metodo BioReSTART)

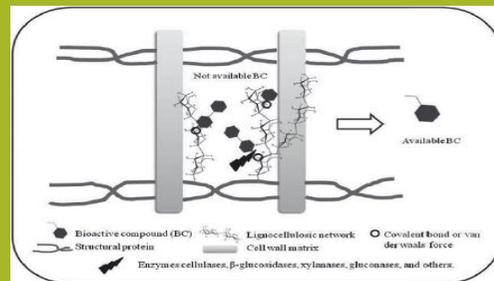
Bacillus subtilis
modificato



Enzimi degradativi

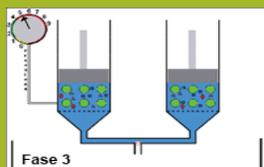
Degradazione di carbossi-metil cellulose con surnatante da coltura di ceppo ingegnerizzato di *B. subtilis* (destra) vs il *wild-type* (sinistra).

Scarti vegetali

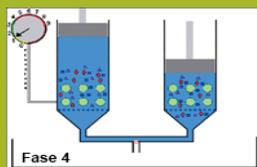


1) Pre-trattamento enzimatico

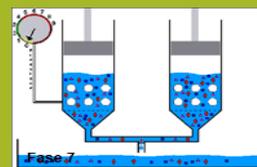
Utilizzo di *Plant Growth Promoting Bacterium*



1



2



3

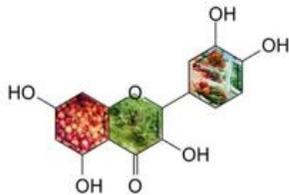
2) Estrazione solido-liquido

Utilizzo di Naviglio Estrattore®

(alternanza di una fase dinamica a pressione programmata e una fase statica necessaria per il trasferimento della sostanza estraibile nel solvente acqua)

Dati Preliminari

Il ceppo di *Bacillus* ottimizzato produce una quantità molto più elevata di enzimi lignocellulolitici rispetto a quella del ceppo *wild type*, specialmente in un terreno a base di paglia di riso



Il pretrattamento enzimatico con il ceppo modificato contribuisce ad aumentare notevolmente l'estrazione di composti bioattivi (polifenoli) dagli scarti agroalimentari

Il metodo di estrazione di fitocomposti abbinato all'utilizzo di enzimi

è *eco-friendly* e offre diversi benefici: rapidità, resa efficiente, minore consumo di solventi ed energia

RISULTATI OTTENUTI DAL PROCESSO ESTRATTIVO COMPLETO:

1) Pre-trattamento enzimatico

2) Estrazione solido-liquido con Naviglio® Estrattore

Tabella 1. Concentrazioni, riportate in mg/kg di materiale vegetale (congelato) di partenza, di alcuni polifenoli e isotiocianati determinate in differenti campioni vegetali analizzati

	Broccolo	Cavolfiore	Cicoria & Catalogna	Porro & Rucola	Porro & Spinacio	Prezzemolo
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
POLIFENOLI						
acido clorogenico	300	1310	630	420	340	40
catechina	220	90	-	90	-	5
epicatechina gallato	180	190	1540	-	40	240
acido caffeico	160	-	700	-	13	13
acido cumarico	-	20	-	-	20	60
vitexina	13	-	-	-	-	120
orientina	760	60	-	-	650	90
rutina	500	40	-	-	-	210
quercetina	-	-	36	-	-	50
acido cinnamico	-	13	-	-	-	7
luteolina	-	-	30	-	-	30
kaempferol	-	-	29	30	20	-
Contenuto polifenolico parziale	2133	1723	2965	540	1083	865
ISOTIOCIANATI	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
sulforafano	1180	1910	-	-	-	-



Naviglio Estrattore® (capienza 50l /10 kg massa)



Frazione esausta del campione vegetale



Materia organica con potere metanigeno



Impianto di biodigestione



Recupero dell'energia di legame chimico presente nelle biomasse



Biogas

Parametri per la valutazione del potere metanigeno

Parametro	U.M.	Campione di broccolo (<i>Brassica oleracea var. italica</i>): frazione esausta dopo processo estrattivo (metodo BioReSTART)	Campione di broccolo (<i>Brassica oleracea var. italica</i>): controllo
Grassi	g/100g	0,51	0,5
Proteine	g/100g N*6,25	1,94	4,3
Fibra alimentare	g/100g	4,25	3,3
Carboidrati	g/100g	0,3	4,5
Energia	Kcal/100g	22	39
Energia	kJ/100g	92	163
Idrocarburi C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 0,5	< 0,5
Tensioattivi anionici	mg/kg	< 1	< 1
Tensioattivi cationici	mg/kg	< 1	< 1
Tensioattivi non ionici	mg/kg	< 1	< 1
PESTICIDI			
Metalaxil-M	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Azoxystrobin	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Difeconazolo	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Acetamiprid	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Clorantraniliprole	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Deltametrina	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Emamectina benzoato	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Lambda-cyhalotrin	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Metazachlor	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Pendimethalin	mg/kg	< 0,01	< 0,01

SECOND STEP...

Finanziamento per impianto industriale





PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



**Regione
Lombardia**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



UNIVERSITÀ DI PAVIA
Dipartimento di
Biologia e Biotecnologie
“Lazzaro Spallanzani”

AOP uno LOMBARDIA
ASSOCIAZIONE ORGANIZZAZIONI PRODUTTORI ORTOFRUTTICOLI LOMBARDIA

BioReSTART

Laboratorio di Farmacologia

Laboratorio di Biochimica Vegetale

Laboratorio di Genetica dei Microrganismi

Via Ferrata, 9 - 27100 Pavia (Italia)

Iniziativa realizzata nell'ambito del progetto integrato di filiera «Progetto integrato della filiera di produzione, lavorazione e vendita dei prodotti orticoli ad alto contenuto di servizio» capofila AOPUNOLOMBARDIA (Op.ne 16.10.1 - Misura 16 - Sottomisura 16.2.01 PSR REGIONE LOMBARDIA 2014-2020 – Autorità di Gestione: Regione Lombardia)