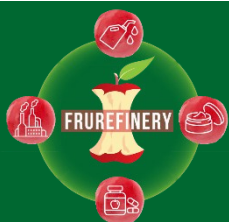
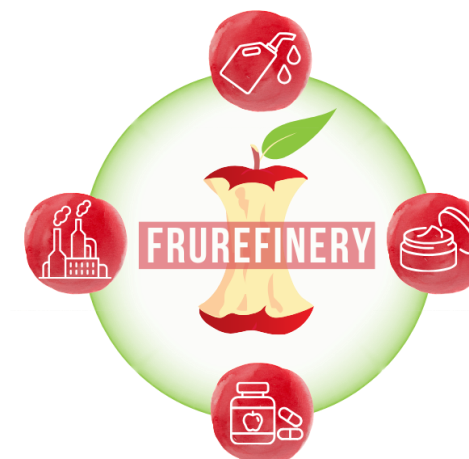


FRUREFINERY

Produzione di ingredienti ad alto valore aggiunto dai sotto-prodotti della filiera della frutta attraverso un approccio di bio-raffineria a cascata



Progetto finanziato dal fondo europeo di sviluppo regionale -
Tipo di operazione Priorità 1,
PR FESR 2021-2027 Azione 1.1.2 – Bando per progetti di
ricerca industriale strategica rivolti agli ambiti prioritari della
strategia di specializzazione intelligente
Costo Complessivo del Progetto: € 691322,83
Contributo concesso € 499.644,62

RESE DI ESTRAZIONE



ANANAS

	<i>Centesimale</i>	Surnatante	SDF	HT125	HT 150
		g/100g proteine	g/100g SDF	g/ 100g IDF	g/100g IDF
LIPIDI	3.0 ± 0.2	-	-	-	-
PROTEINE	13.5 ± 1.0	20.5 ± 5.8	1.6 ± 0.31	16.7 ± 0.7	9.4 ± 0.2
FIBRA SOLUBILE (SDF)	1.4 ± 0.0	-	39.5 ± 3.9	-	-
FIBRA INSOLUBILE (IDF)	46.4 ± 1.0	-	-	31.1 ± 1.0	20.0 ± 0.1
CARBOIDRATI	31.5	10	-	-	-



AVOCADO

	<i>Centesimale</i>	Surnatante	SDF	HT125	HT 150
		g/100g proteine	g/100g SDF	g/ 100g IDF	g/100g IDF
LIPIDI	16.0 ± 0.2	5	-	-	-
PROTEINE	6.8 ± 0.6	9.0 ± 4.2	1.3 ± 0.3	24.6 ± 0.2	6.4 ± 1.4
FIBRA SOLUBILE (SDF)	2.6 ± 2.2	-	63.5 ± 24.3	-	-
FIBRA INSOLUBILE (IDF)	49.1 ± 1.6	-	-	31.6 ± 0.7	7.8 ± 0.2
CARBOIDRATI	22.0	10 ± 5	-	-	-



PRUGNA

	<i>Centesimale</i>	Surnatante	SDF	HT125	HT 150
		g/100g proteine	g/100g SDF	g/ 100g IDF	g/100g IDF
LIPIDI	10.4 ± 0.5	10	-	-	-
PROTEINE	9.5 ± 0.6	53.3 ± 9.2	6.0 ± 3.5	13.1 ± 3.1	4.5 ± 0.0
FIBRA SOLUBILE (SDF)	0.6 ± 0.1	-	48.1 ± 14.4	-	-
FIBRA INSOLUBILE (IDF)	73.1 ± 0.2	-	-	4.0 ± 0.4	2.5 ± 0.1
CARBOIDRATI	5.2	60	-	-	-

COMPOSIZIONE IN MONOSACCARIDI DELLE FRAZIONI RICCHE IN FIBRA

ANANAS

	SDF	IDF HT 125	IDF HT 150
Acetilazione	33.3 ± 0.3	4.7 ± 0.1	20.6 ± 3.3
Metilazione	0.7 ± 0.0	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.0
GalA	0.8 ± 0.1	1.4 ± 0.0	3.2 ± 0.5
GlcA	5.0 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.4 ± 0.1
Gal	15.1 ± 0.9	2.7 ± 0.3	9.6 ± 1.7
Ara	14.5 ± 0.7	2.3 ± 0.1	12.3 ± 1.6
Glc	18.9 ± 0.6	72.4 ± 2.1	33.6 ± 6.1
Fuc	0.0	0.0	0.8 ± 0.1
Xyl	15.9 ± 0.9	2.1 ± 0.1	26.6 ± 4.6
Man	18.3 ± 1.0	2.2 ± 0.4	2.2 ± 0.0
Rha	0.3 ± 0.4	0.2 ± 0.1	0.5 ± 0.2
Rib	0.0	0.1 ± 0.0	0.0
Fru	0.0	0.0	0.0
formic acid	7.0 ± 0.2	11.6 ± 0.6	5.6 ± 1.2
furfural	3.4 ± 0.1	0.6 ± 0.0	2.6 ± 0.2
HMF	0.9 ± 0.2	4.4 ± 1.8	2.5 ± 0.1

AVOCADO

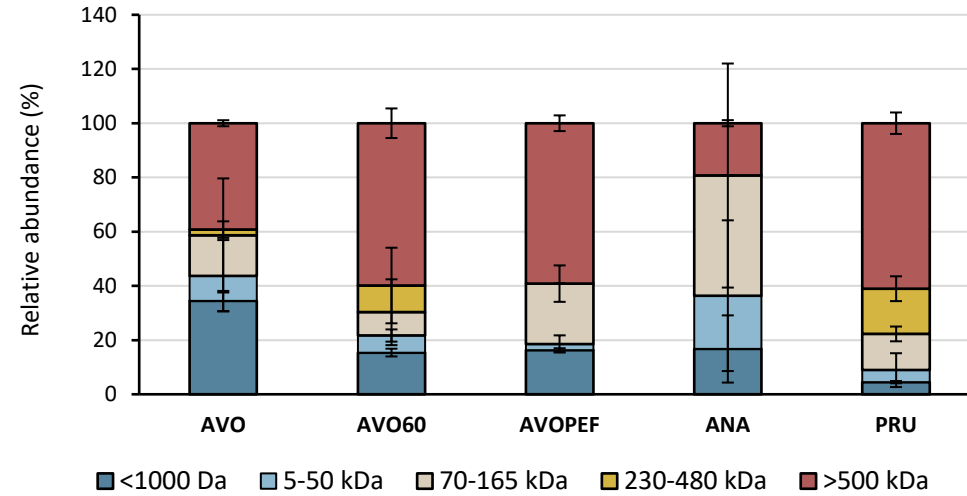
	SDF	IDF HT 125	IDF HT 150
Acetilazione	4.3 ± 0.1	5.4 ± 1.0	8.9 ± 0.8
Metilazione	1.0 ± 0.4	1.1 ± 0.4	0.9 ± 0.1
GalA	18.5 ± 3.5	5.6 ± 0.7	5.8 ± 0.2
GlcA	0.3 ± 0.2	0.1 ± 0.0	0.04 ± 0.0
Gal	3.8 ± 0.3	1.6 ± 0.1	7.5 ± 1.0
Ara	7.9 ± 0.8	2.6 ± 0.2	10.7 ± 1.6
Glc	62.4 ± 3.0	79.6 ± 5.1	62.5 ± 0.6
Fuc	0.0	0.01 ± 0.0	0.2 ± 0.0
Xyl	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0.1	2.5 ± 0.3
Man	1.7 ± 0.8	0.7 ± 0.2	1.0 ± 0.2
Rha	1.7 ± 0.1	0.8 ± 0.0	2.7 ± 0.3
Rib	0.0	0.0	0.3 ± 0.4
Fru	0.0	0.0	0.0
formic acid	1.5 ± 0.7	4.9 ± 4.1	2.6 ± 0.2
furfural	0.5 ± 0.0	0.4 ± 0.0	3.6 ± 4.0
HMF	0.6 ± 0.1	2.8 ± 1.6	0.6 ± 0.1

PRUGNA

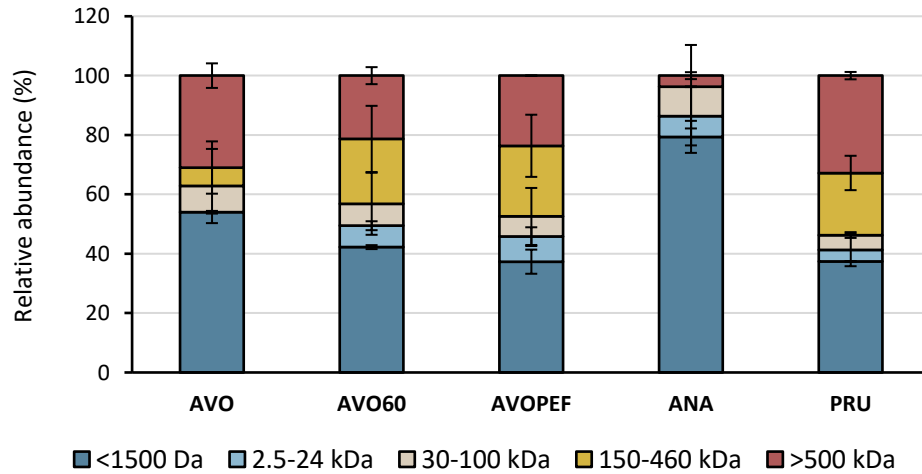
	SDF	IDF HT 125	IDF HT 150
Acetilazione	18.5 ± 3.9	11.5 ± 0.2	41.1 ± 3.3
Metilazione	13.7 ± 0.2	6.7 ± 0.2	9.0 ± 0.6
GalA	17.9 ± 1.2	10.0 ± 0.8	8.5 ± 0.2
GlcA	1.4 ± 1.0	0.0	0.1 ± 0.2
Gal	15.3 ± 2.9	4.4 ± 0.2	8.1 ± 0.3
Ara	13.4 ± 1.2	21.0 ± 1.0	14.9 ± 0.5
Glc	12.9 ± 1.7	47.5 ± 0.1	9.0 ± 0.1
Fuc	0.5 ± 0.7	0.0	1.8 ± 0.2
Xyl	10.7 ± 2.8	4.0 ± 0.3	42.4 ± 0.6
Man	16.3 ± 4.6	1.8 ± 0.1	1.1 ± 0.1
Rha	3.4 ± 0.4	3.1 ± 0.0	5.2 ± 0.3
Rib	0.0	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.1
Fru	0.0	0.0	0.0
formic acid	4.1 ± 1.0	4.5 ± 0.3	2.5 ± 0.2
furfural	0.4 ± 0.1	1.5 ± 0.6	4.3 ± 0.6
HMF	3.7 ± 0.7	1.9 ± 1.0	1.7 ± 0.0

DISTRIBUZIONE DEI PESI MOLECOLARI

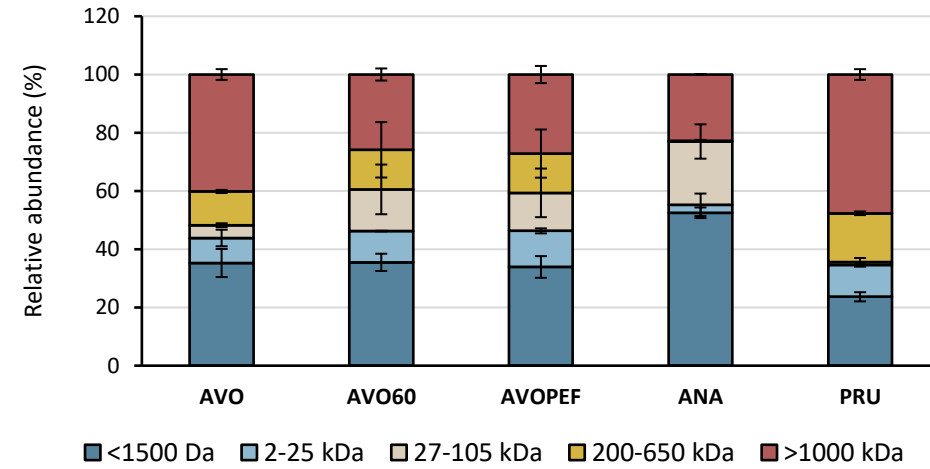
SDF - HPSEC



HT 125 - HPSEC

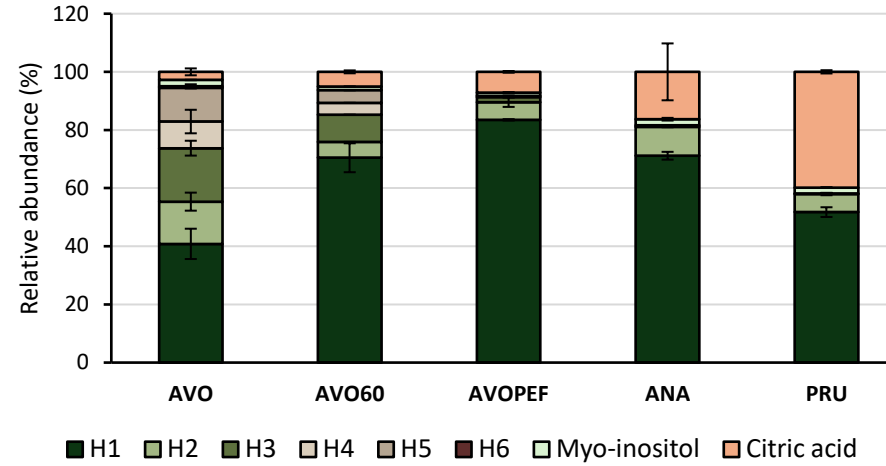


HT 150 - HPSEC

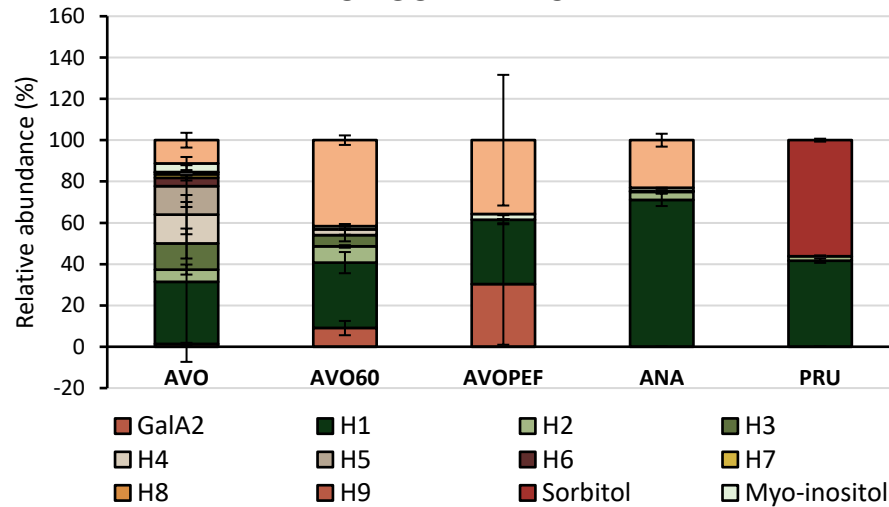


DISTRIBUZIONE DEI CARBOIDRATI A BASSO PESO MOLECOLARE

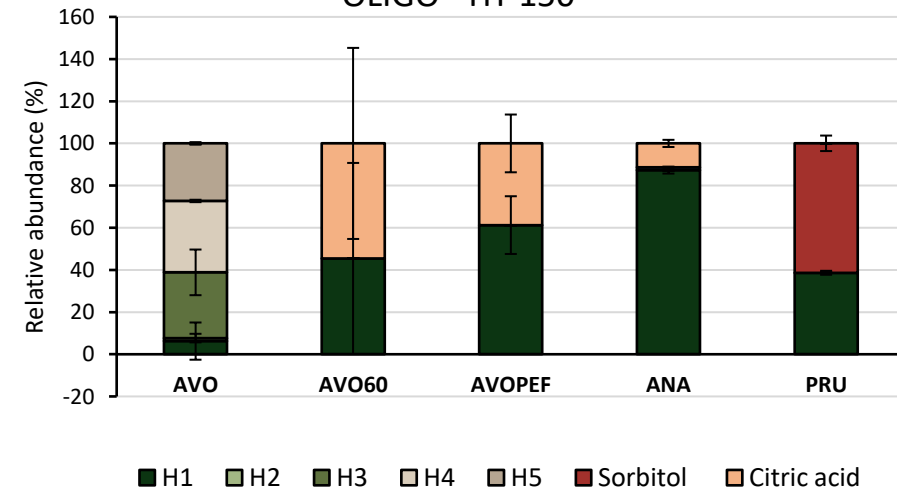
OLIGO - SURNA



OLIGO - HT 125



OLIGO - HT 150



IDROLIZZATO ENZIMATICO

Proteine:

- DH% =33,31%

Carboidrati:

Monosaccaridi e disaccaridi esosi

Altro:

- Acido citrico

FIBRA SOLUBILE

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Glucosio (19%), mannosio (18%), xilosio (16%), galattosio (15%), arabinosio (15%), acido glucuronico, acido galatturonico, ramnosio
- Peso molecolare:
12% <1000 Da
28% 5-50 kDa
43% 70-165 kDa

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF



HT 125 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Glucosio (73%), mannosio, galattosio, xilosio, arabinosio, acido glucuronico, acido galatturonico, ramnosio
- Peso molecolare:
79% <1500 Da
- Monosaccaridi e disaccaridi esosi

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

HT 150 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Glucosio (33%), xilosio (27%), arabinosio (12%), galattosio (10%) acido glucuronico, acido galatturonico
- Peso molecolare:
53% - <1500 Da
22% - 25-100 kDa
23% - >1000 kDa
- Monosaccaridi esosi

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

IDROLIZZATO ENZIMATICO

Proteine:

- DH% = 16,32%

Carboidrati:

Sorbitolo (40%), inositolo, monosaccaridi e disaccaridi esosi

Altro:

- Acido citrico

FIBRA SOLUBILE

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Acido galatturonico (18%), mannosio (17%), galattosio (15%), glucosio (13%), arabinosio (13%), xilosio, ramnosio, acido glucuronico

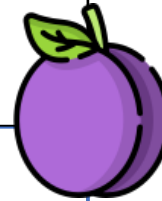
- Peso molecolare:

40% 70-450 kDa

60% > 500 kDa

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF



HT 125 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Glucosio (47%), arabinosio (20%), acido galatturonico (10%), galattosio, xilosio, ramnosio

- Peso molecolare:

37% <1500 Da

20% 5-450 kDa

30% > 500 kDa

- Oligosaccaridi:

Sorbitolo (60%), monosaccaridi (40%)

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

HT 150 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Xilosio (43%), arabinosio (15%), acido galatturonico (9%), galattosio, glucosio, mannosio

- Peso molecolare:

24% - <1500 Da

29% - 2-650 kDa

48% - >1000 kDa

Altro:

- Acido formico, furfurale, HMF

IDROLIZZATO ENZIMATICO

Proteine:

- DH% = 45,62

Carboidrati:

Monosaccaridi 40%; maltodestrine (DP 2-6) 50%, inositolo

Altro:

- Composti ignoti m/z 209/211 (perseitol??)

HT 125 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Glucosio (80%), arabinosio, acido galatturonico, galattosio, xilosio, mannosio, ramnosio
- Peso molecolare:
55% < 1500 Da
30% > 500 kDa
- Oligosaccaridi:
Monosaccaridi e oligosaccaridi (DP 2-9) esosi, disaccaridi di acido galatturonico, inositolo

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

FIBRA SOLUBILE

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Glucosio (63%), acido galatturonico (19%), arabinosio, galattosio, mannosio, ramnosio
- Peso molecolare:
34% < 1000 Da
40% > 500 kDa

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

HT 150 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Glucosio (63%), arabinosio (11%), galattosio, acido galatturonico, xilosio, mannosio, ramnosio
- Peso molecolare:
35% < 1500 Da
40% > 1000 kDa

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF



BUCCE DI AVOCADO ESSICcate TRATTATE CON PEF

AVOCADO 60°C PEF			
	SDF	IDF HT 125	IDF HT 150
Acetilazione	4.9 ± 1.1	9.6 ± 0.0	30.4 ± 2.1
Metilazione	34.8 ± 1.2	19.2 ± 2.5	2.4 ± 0.2
GalA	58.2 ± 2.3	31.9 ± 2.2	6.2 ± 0.7
GlcA	3.0 ± 0.2	0.9 ± 0.6	0.1 ± 0.1
Gal	8.4 ± 0.4	6.7 ± 0.4	14.5 ± 0.0
Ara	6.3 ± 0.4	11.2 ± 1.1	21.0 ± 1.4
Glc	8.0 ± 0.1	24.3 ± 0.8	10.9 ± 1.4
Fuc	0.0	0.0	1.6 ± 0.1
Xyl	3.8 ± 0.1	4.7 ± 0.2	27.9 ± 0.3
Man	7.1 ± 0.8	3.3 ± 0.3	3.5 ± 0.6
Rha	1.1 ± 0.1	3.7 ± 0.7	6.4 ± 0.5
Rib	0.0	0.3 ± 0.4	0.7 ± 0.1
Fru	0.0	0.0	0.0
formic acid	1.8 ± 0.1	7.3 ± 1.3	3.3 ± 0.2
furfural	1.1 ± 0.1	1.8 ± 0.5	2.6 ± 0.7
HMF	1.2 ± 0.1	3.7 ± 1.5	1.1 ± 0.3
resa sul TQ (g/100g)	0.4 ± 0.0	4.6 ± 0.5	3.3 ± 0.3

AVOCADO 60°C			
	SDF	IDF HT 125	IDF HT 150
Acetilazione	4.9 ± 0.3	9.6 ± 0.4	30.0 ± 1.1
Metilazione	17.1 ± 23.9	14.0 ± 4.2	2.6 ± 0.1
GalA	55.2 ± 9.1	30.4 ± 3.5	6.2 ± 0.8
GlcA	1.0 ± 1.4	1.1 ± 0.5	0.0
Gal	6.4 ± 0.8	6.7 ± 0.1	13.2 ± 0.4
Ara	8.1 ± 1.5	10.3 ± 0.1	19.9 ± 0.1
Glc	8.4 ± 0.4	26.7 ± 3.4	13.3 ± 0.6
Fuc	0.0	0.0	1.4 ± 0.3
Xyl	4.1 ± 0.0	5.0 ± 0.5	27.4 ± 1.5
Man	5.2 ± 0.9	3.0 ± 0.6	3.2 ± 0.1
Rha	1.2 ± 0.1	4.0 ± 0.4	6.4 ± 0.3
Rib	0.4 ± 0.6	0.5 ± 0.1	0.7 ± 0.0
Fru	0.0	0.0	0.0
formic acid	7.2 ± 7.4	6.8 ± 0.7	3.9 ± 0.4
furfural	0.3 ± 0.4	1.5 ± 0.0	3.5 ± 0.1
HMF	2.4 ± 0.4	4.2 ± 0.6	1.0 ± 0.0
resa sul TQ (g/100g)	1.0 ± 0.4	5.2 ± 0.5	2.9 ± 0.3

IDROLIZZATO ENZIMATICO

Proteine:

- DH% =73,38%

Carboidrati:

Monosaccaridi e oligosaccaridi (DP 2-6) esosi, inositolo

Altro:

- Composti ignoti m/z 209/211 (perseitol??)

HT 125 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Acido galatturonico (30%), glucosio (24%), arabinosio, galattosio, xilosio, mannosio, ramnosio

- Peso molecolare:
37% < 1500 Da
24% 50-450 kDa
24% > 500 kDa

- Oligosaccaridi:
Monosaccaridi esosi, disaccaridi di acido galatturonico, inositolo

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

FIBRA SOLUBILE

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Acido galatturonico (58%), galattosio, glucosio, arabinosio, mannosio, xilosio

- Peso molecolare:
16% < 1000 Da
22% 70-165 kDa
60% > 500 kDa

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

HT 150 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Xilosio (28%), arabinosio (21%), galattosio (15%), acido galatturonico, mannosio, ramnosio

- Peso molecolare:
34% < 1500 Da
13% 200-650 kDa
27% > 1000 kDa

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF



IDROLIZZATO ENZIMATICO

Proteine:

- DH% =76,9

Carboidrati:

Monosaccaridi e oligosaccaridi (DP 2-6) esosi, inositolo

Altro:

- Composti ignoti m/z 209/211 (perseitol??)

HT 125 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Acido galatturonico (30%), glucosio (27%), arabinosio, galattosio, xilosio, mannosio, ramnosio
- Peso molecolare:
42% < 1500 Da
24% 50-450 kDa
24% > 500 kDa
- Oligosaccaridi:
Monosaccaridi e oligosaccaridi (DP 2-4) esosi, disaccaridi di acido galatturonico, inositolo

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

FIBRA SOLUBILE

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Acido galatturonico (55%), galattosio, glucosio, arabinosio, mannosio, xilosio
- Peso molecolare:
15% < 1000 Da
10% 70-165 kDa
60% > 500 kDa

Altro:

- Acido citrico, acido formico, furfurale, HMF

HT 150 °C

Carboidrati:

- Composizione in monosaccaridi:
Xilosio (27%), arabinosio (19%), glucosio, galattosio, acido galatturonico, mannosio
- Peso molecolare:
35% < 1500 Da
34% 2-650 kDa
26% > 1000 kDa

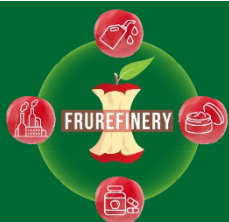
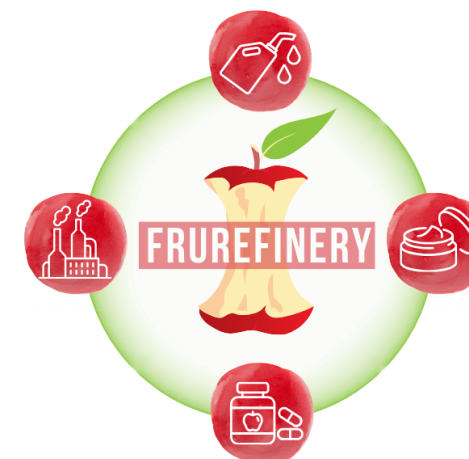
Altro:

- Acido formico, furfurale, HMF



FRUREFINERY

Produzione di ingredienti ad alto
valore aggiunto dai sotto-prodotti
della filiera della frutta attraverso
un approccio di bio-raffineria a
cascata



Progetto finanziato dal fondo europeo di sviluppo regionale -
Tipo di operazione Priorità 1,
PR FESR 2021-2027 Azione 1.1.2 – Bando per progetti di
ricerca industriale strategica rivolti agli ambiti prioritari della
strategia di specializzazione intelligente
Costo Complessivo del Progetto: € 691322,83
Contributo concesso € 499.644,62

Scarti analizzati



Ananas: buccia, parte centrale, poca polpa



Arancia: buccia, albedo, poca polpa, assenza di semi



Avocado: buccia, seme, poca polpa



Kiwi: buccia, qualche frutto intero con semi e polpa



Mango: solo buccia



Melagrana: buccia, placenta, calice, pochi semi



Cocomero: buccia, assenza di semi



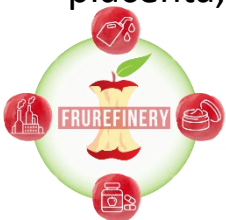
Noce di cocco: guscio, qualche guscio con polpa



Mela: torsolo con semi



Melone: buccia e semi, poca polpa



Scarti analizzati



Mela Parma Is: scarto
lavorazione purea



Avocado Parma Is:
buccia e seme

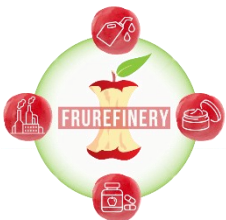


Zenzero: radice
spremuta



Noccioli di prugna

Ogni scarto è stato macinato con RETSCH GM 200 VERDER SCIENTIFIC fino a omogeneità



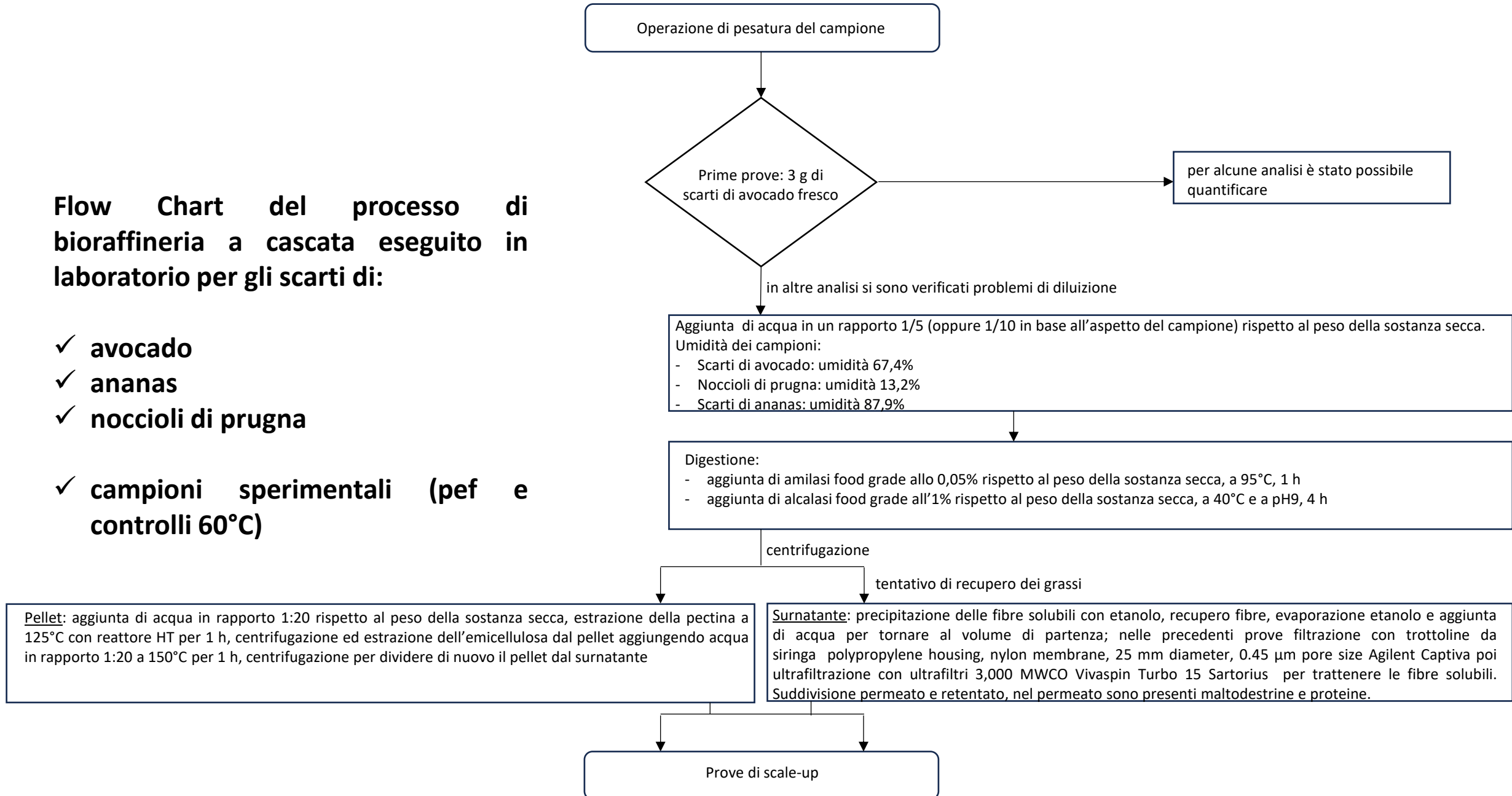
DATABASE MATRICI ANALIZZATE

	Ceneri	Grassi (ufa+sfa)	IDF	SDF	TDF	Proteine	Carboidrati digeribili
Ananas	4,20±0,33	3,02±0,25 (2,01+1,01)	46,4±0,99	1,04±0,89	47,44±0,9	13,49±0,99	31,85
Arancia	2,58±0,43	1,55±0,31 (1,13+0,42)	9,35±0,37	6,41±2,90	15,76±2,51	7,35±1,36	72,75
Avocado A.	3,82±0,06	20,66±0,92 (18+2,66)	24,42±3,25	2,98±1,62	27,40±1,62	5,90±0,05	42,21
Cocco	1,11±0,05	18,96±1,27 (4,35+14,61)	83,02±0,8	0,00	83,02±0,8	4,22±0,11	0,00
Cocomero	11,72±0,13	4,73±0,53 (2,95+1,78)	14,69±5,19	0,00	14,69±5,19	25,05±1,86	43,81
Kiwi	6,36±0,58	2,87±0,14 (2,04+0,83)	7,01±0,73	11,71±0,22	18,72±0,96	10,12±2,26	61,93
Mango	1,73±0,17	0,72±0,15 (0,36+0,36)	12,87±3,07	14,25±0,07	27,12±3,13	6,74±0,36	63,69
Mela A.	2,22±0,23	2,53±0,38 (2,1+0,43)	2,65±0,54	5,69±2,16	8,34±2,78	14,49±3,24	72,42
Melagrana	4,79±0,57	1,17±0,39 (0,89+0,28)	22,29±2,31	17,94±0,09	40,23±2,23	5,86±0,74	47,95
Melone	9,82±0,26	9,08±0,09 (7,13+1,95)	24,75±2,41	7,22±0,43	31,97±1,92	15,38±1,12	33,76
Avocado P. IS	3,44±0,09	15,99±0,24 (13,56+2,43)	49,11±1,57	2,63±2,21	51,74±0,64	6,78±0,55	22,04
Noccioli prugna	1,21±0,01	10,41±0,55 (9,87+0,54)	73,08±0,23	0,59±0,08	73,67±0,15	9,54±0,60	5,15
Zenzero	11,66±0,43	2,82±0,14 (1,36+0,36)+1,1 ar	59,32±0,51	2,87±1,52	62,19±1,04	13,65±1,52	9,67
Mela P. IS	1,99±0,11	1,23±0,39 (0,98+0,25)	31,40±3,41	8,99±0,05	40,40±3,45	7,33±3,37	49,04

Flow Chart del processo di bioraffineria a cascata eseguito in laboratorio per gli scarti di:

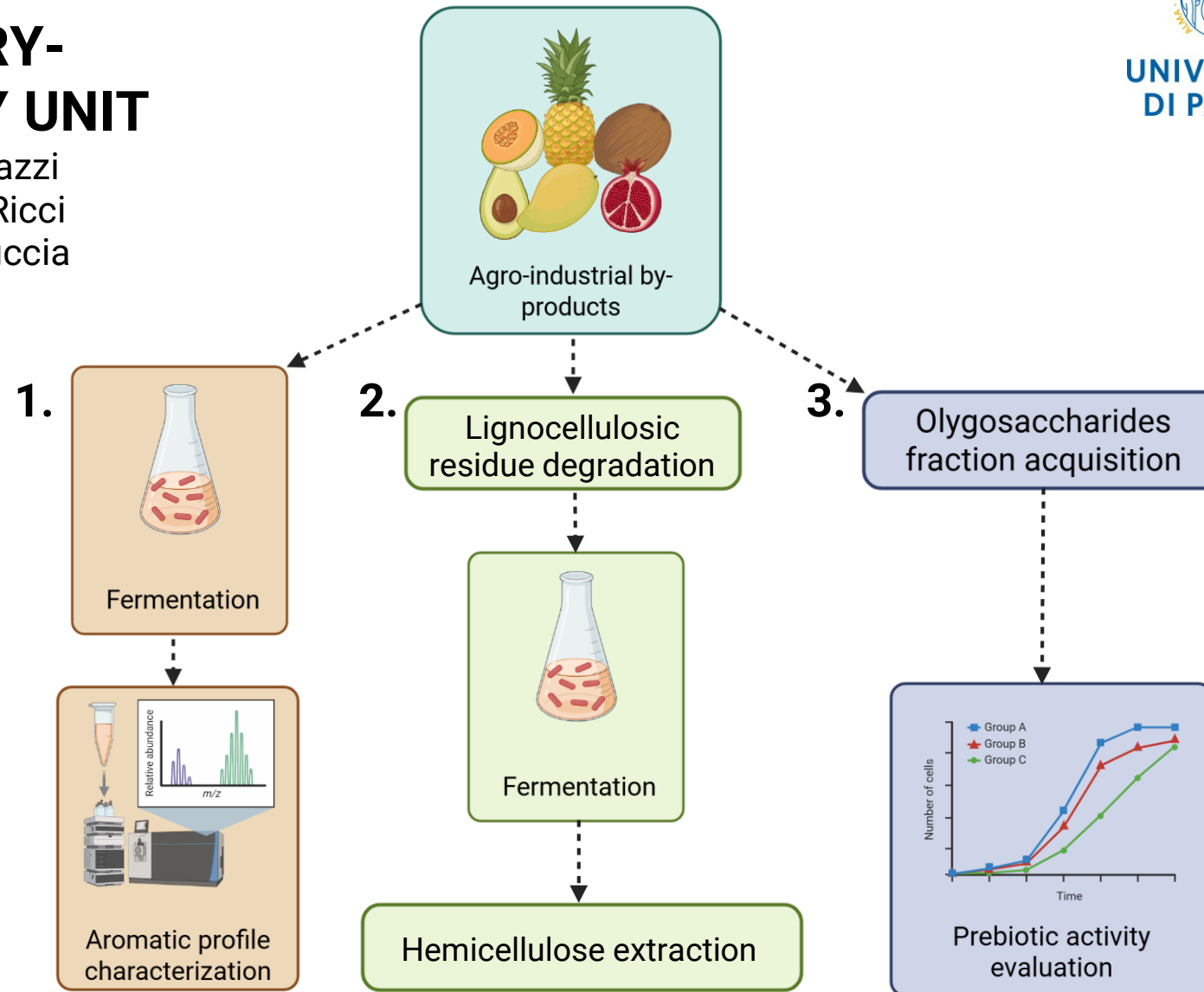
- ✓ avocado
- ✓ ananas
- ✓ noccioli di prugna

- ✓ campioni sperimentali (pef e controlli 60°C)



FRUREFINERY- MICROBIOLOGY UNIT

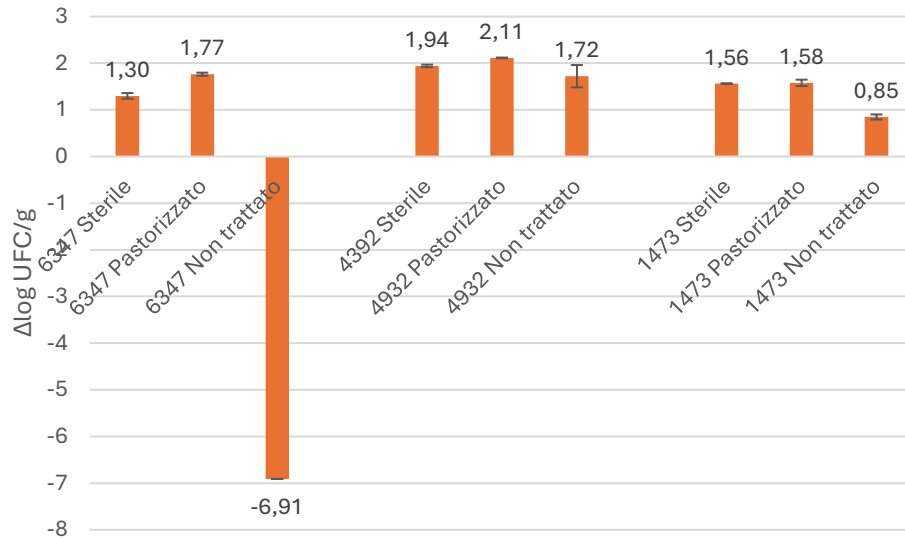
Prof.ssa Camilla Lazzi
Dott.ssa Annalisa Ricci
Dott.ssa Sonia Figuccia



1.



FERMENTAZIONE SOTTOPRODOTTI DI ANANAS



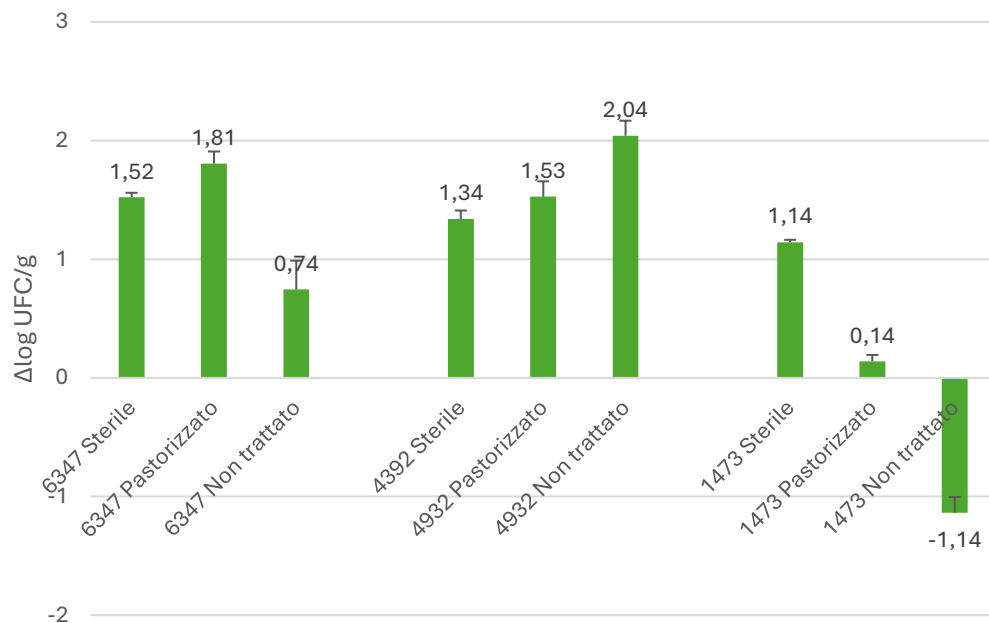
pH	T0	T48
6347 Sterile	3.78±0.06	3.85±0.04
6347 Pastorizzato	3.79±0.08	3.87±0.03
6347 Non trattato	3.69±0.01	3.58±0.10
4932 Sterile	3.77±0.02	3.45±0.11
4932 Pastorizzato	3.75±0.01	3.37±0.09
4932 Non trattato	3.77±0.05	3.03±0.11
1473 Sterile	3.74±0.00	3.73±0.06
1473 Pastorizzato	3.73±0.01	3.69±0.05
1473 Non trattato	3.73±0.01	3.02±0.13

	T0 (Log UFC/g)	T48 (Log UFC/g)
Conta Batterica Totale		
Sterile	0	0
Pastorizzato	0	0
Non trattato	3.86± 0.02	4.98± 0.20

- Tipo di sottoprodotto: buccia, parte centrale, poca polpa di ananas
- Inoculo iniziale in tutte le matrici: 7 Log (UFC/g)
- Grafico rappresentante il $\Delta\log$ (UFC/g), ovvero la differenza tra la carica microbica rilevata a fine fermentazione e la carica microbica rilevata dopo inoculo.
- Fermentazioni di sottoprodotti non trattati o trattati termicamente:
 1. Sterilizzazione: 121°C per 21 minuti
 2. Pastorizzazione: 90°C per 10 minuti
- Tutti i microrganismi utilizzati sono in grado di fermentare la matrice
- I trattamenti termici influiscono sulla fermentescibilità della matrice

1.

FERMENTAZIONE SOTTOPRODOTTI DI AVOCADO

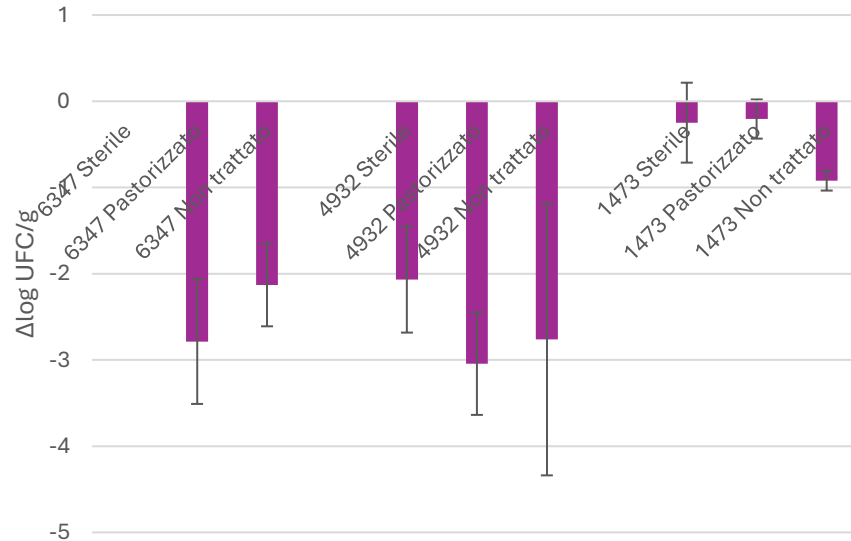


- Tipo di sottoprodotto: buccia, seme e poca polpa di avocado
- Tutti i microrganismi sono stati in grado di fermentare la matrice
- Anche in questo caso i trattamenti termici influiscono sulla fermentescibilità

pH	T0	T48
6347 Sterile	5.30±0.00	6.07±0.01
6347 Pastorizzato	5.6±0	6.24±0.00
6347 Non trattato	5.58±0.01	6.92±0.04
4932 Sterile	5.38±0.02	4.37±0.01
4932 Pastorizzato	5.58±0.01	4.55±0.01
4932 Non trattato	5.64±0.01	4.66±0.08
1473 Sterile	5.4±0	4.72±0.01
1473 Pastorizzato	5.66±0.02	5.64±0.02
1473 Non trattato	5.66±0.01	5.53±0.07

	T0 (Log UFC/g)	T48 (Log UFC/g)
Conta Batterica Totale Sterile	0	>5
Pastorizzato	1.54	~1
Non trattato	4.26	>7

FERMENTAZIONE NOCCIOLI DI PRUGNA



pH	T0	T48
6347 Sterile	4.62±0.01	4.59±0.01
6347 Pastorizzato	4.82±0	4.91±0.04
6347 Non trattato	4.84±0.01	4.89±0.03
4932 Sterile	4.62±0.02	4.62±0.04
4932 Pastorizzato	4.96±0.02	4.85±0.02
4932 Non trattato	4.91±0.00	4.91±0.05
1473 Sterile	4.6±0	4.55±0.00
1473 Pastorizzato	4.93±0.00	4.86±0.02
1473 Non trattato	4.98±0.03	4.93±0.02

- Tipo di sottoprodotto: Noccioli di prugna macinati
- La matrice tal quale non risulta idonea alla fermentazione da parte dei microrganismi selezionati

		T0 (Log UFC/g)	T48 (Log UFC/g)
Conta Batterica Totale	Sterile	0	0
	Pastorizzato	0	0
	Non trattato	3.75± 0.14	3.79± 0.61
Muffe	Sterile	0	0
	Pastorizzato	0	0
	Non trattato	2.23± 0.19	2.06± 0.06
Lieviti	Sterile	0	0
	Pastorizzato	0	0
	Non trattato	3.90± 0.05	3.78± 0.26

1.

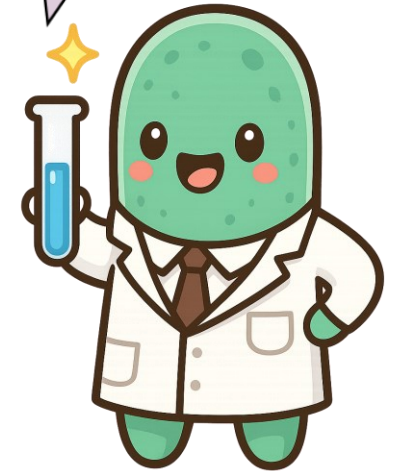
FERMENTAZIONE NOCCIOLI DI PRUGNA: MESSA A PUNTO DI DISEGNO SPERIMENTALE



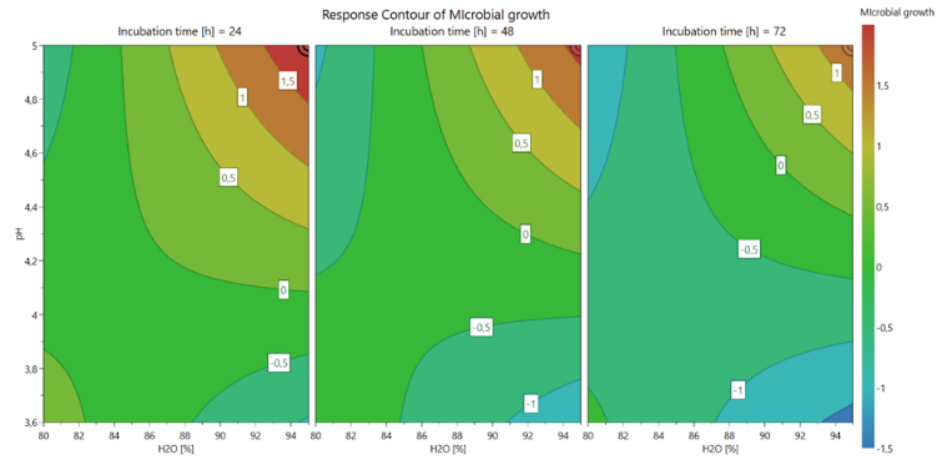
Disegno
sperimentale
(DoE)

Analisi
attraverso
software
MODDE

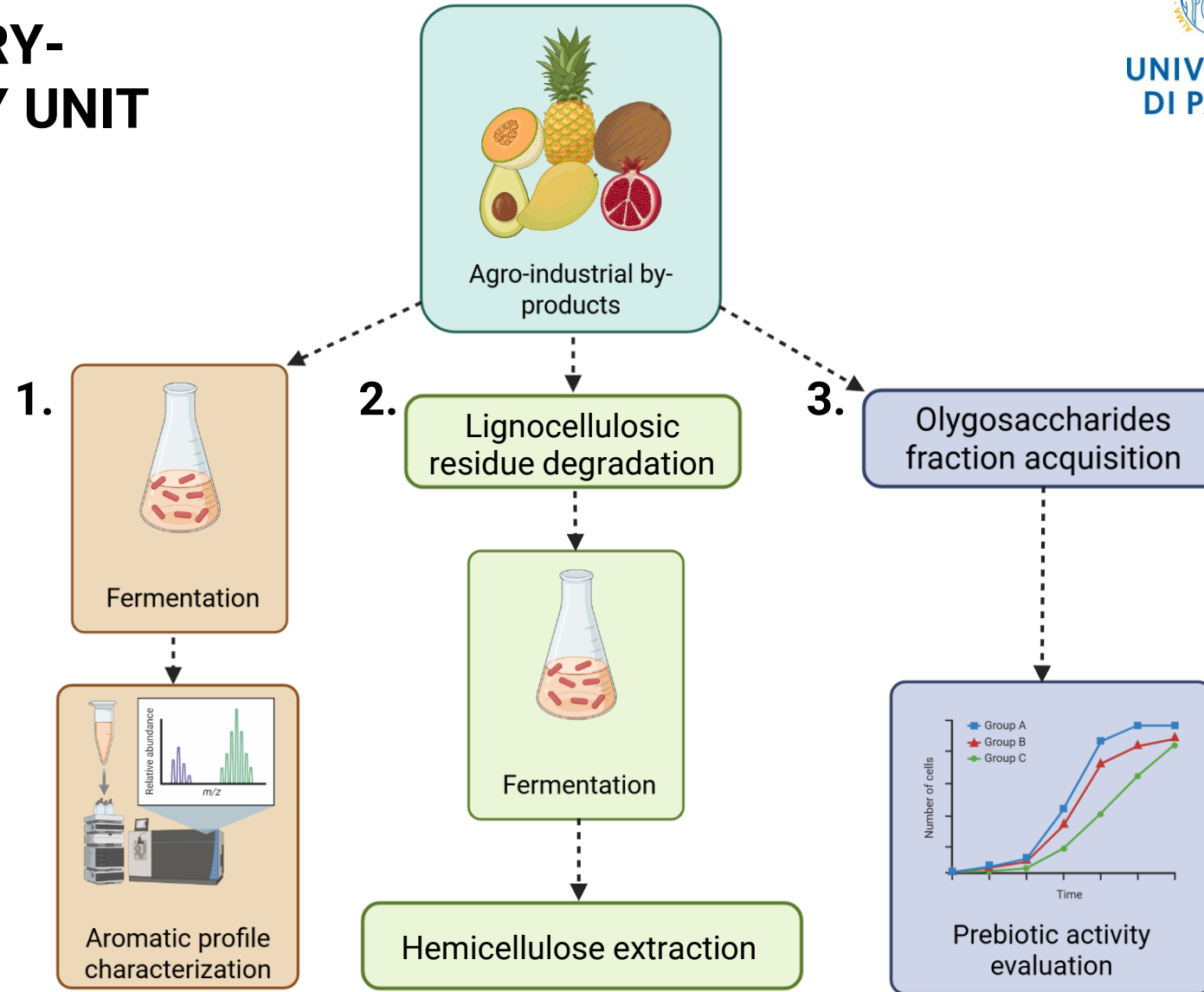
Creazione
di un
modello



Numero esperimento	H ₂ O (%)	pH	Tempo di incubazione (ore)
1	80	3.6	24
2	95	3.6	24
3	80	5	24
4	95	5	24
5	80	3.6	72
6	95	3.6	72
7	80	5	72
8	95	5	72
9	87.5	4.3	48
10	87.5	4.3	48
11	80	3.6	24
12	95	3.6	24
13	80	5	24
14	95	5	24
15	80	3.6	72
16	95	3.6	72
17	80	5	72
18	95	5	72
19	87.5	4.3	48
20	87.5	4.3	48



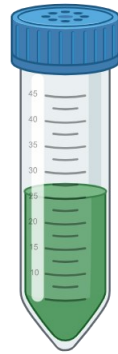
FRUREFINERY- MICROBIOLOGY UNIT



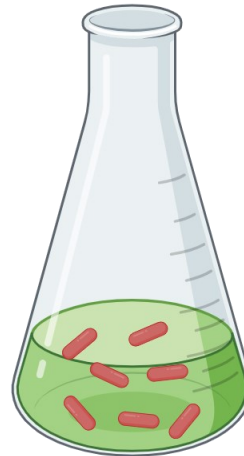
2.



FERMENTAZIONE DI SOTTOPRODOTTI TRATTATI ENZIMATICAMENTE



Sottoprodotti di
avocado trattati
enzimaticamente
con amilasi e
alcalasi



Fermentazione
lattica

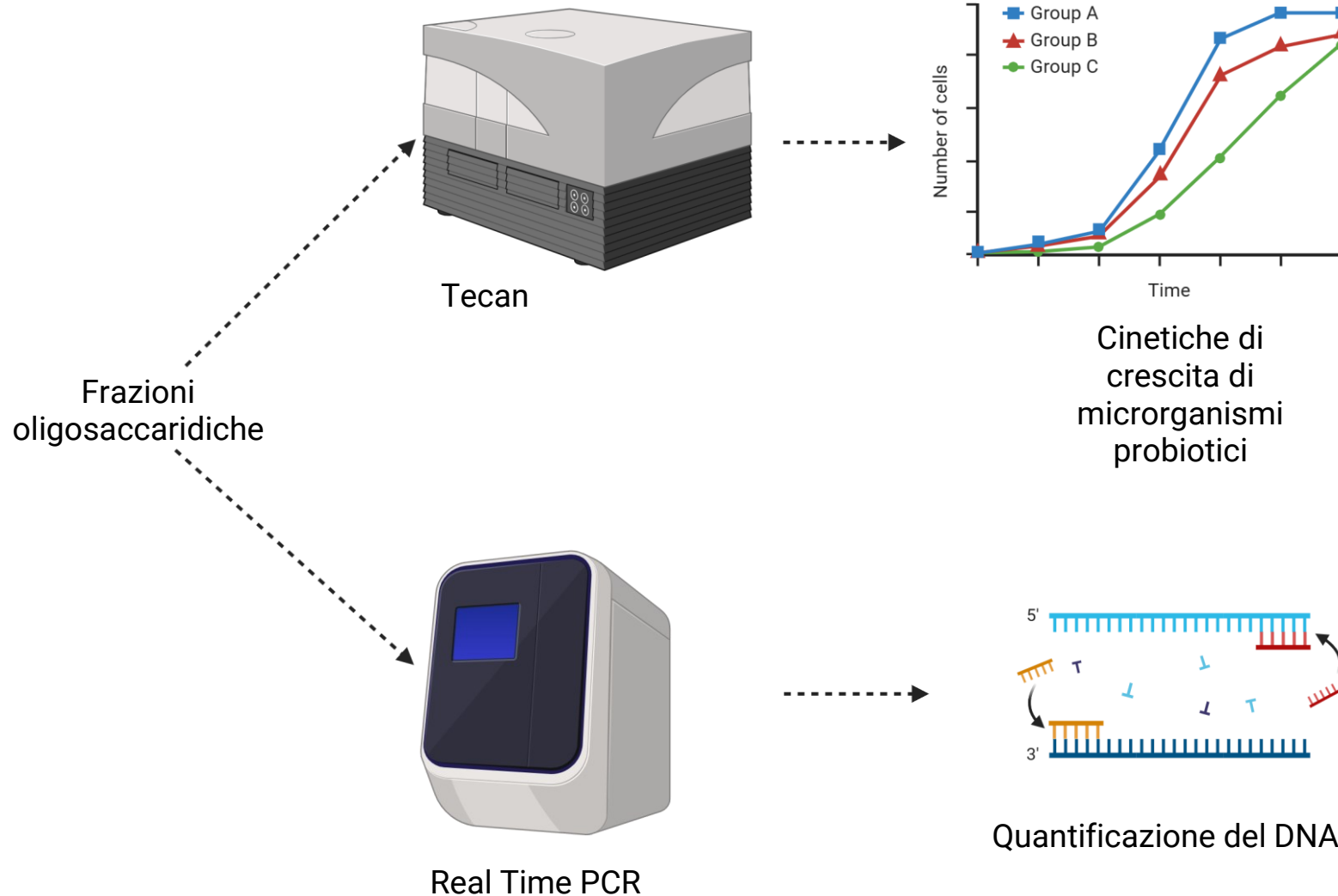


Riprocessamento
da parte del
gruppo di
Chimica degli
Alimenti (Unipr)

3.

3.

VALUTAZIONE ATTIVITA' PREBIOTICA DI FRAZIONI OLIGOSACCARIDICHE



Valutazione dell'attività prebiotica di frazioni oligosaccaridiche attraverso:

1. Analisi delle cinetiche di crescita di microrganismi probiotici in presenza e in assenza di tali oligosaccaridi
2. Quantificazione assoluta del DNA di colture di microrganismi probiotici, cresciuti in presenza e in assenza di oligosaccaridi, tramite analisi RealTime qPCR.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA

Application and optimization of physical and biotechnological treatments for the stabilization and functionalization of fruit by-products

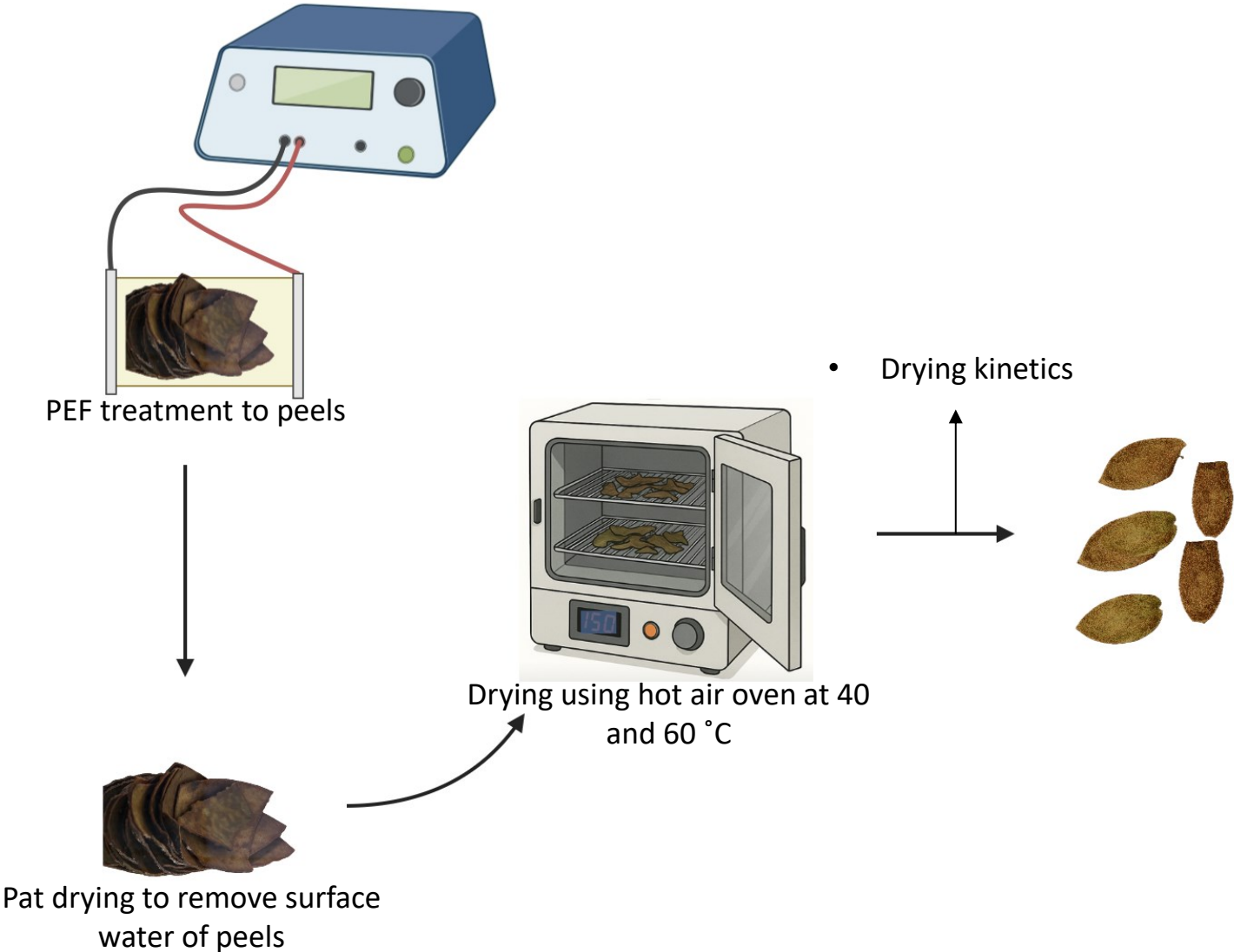
Interdepartmental Centre for Agrifood Industrial research, UNIBO-Cesena (FC)-47521

Contents

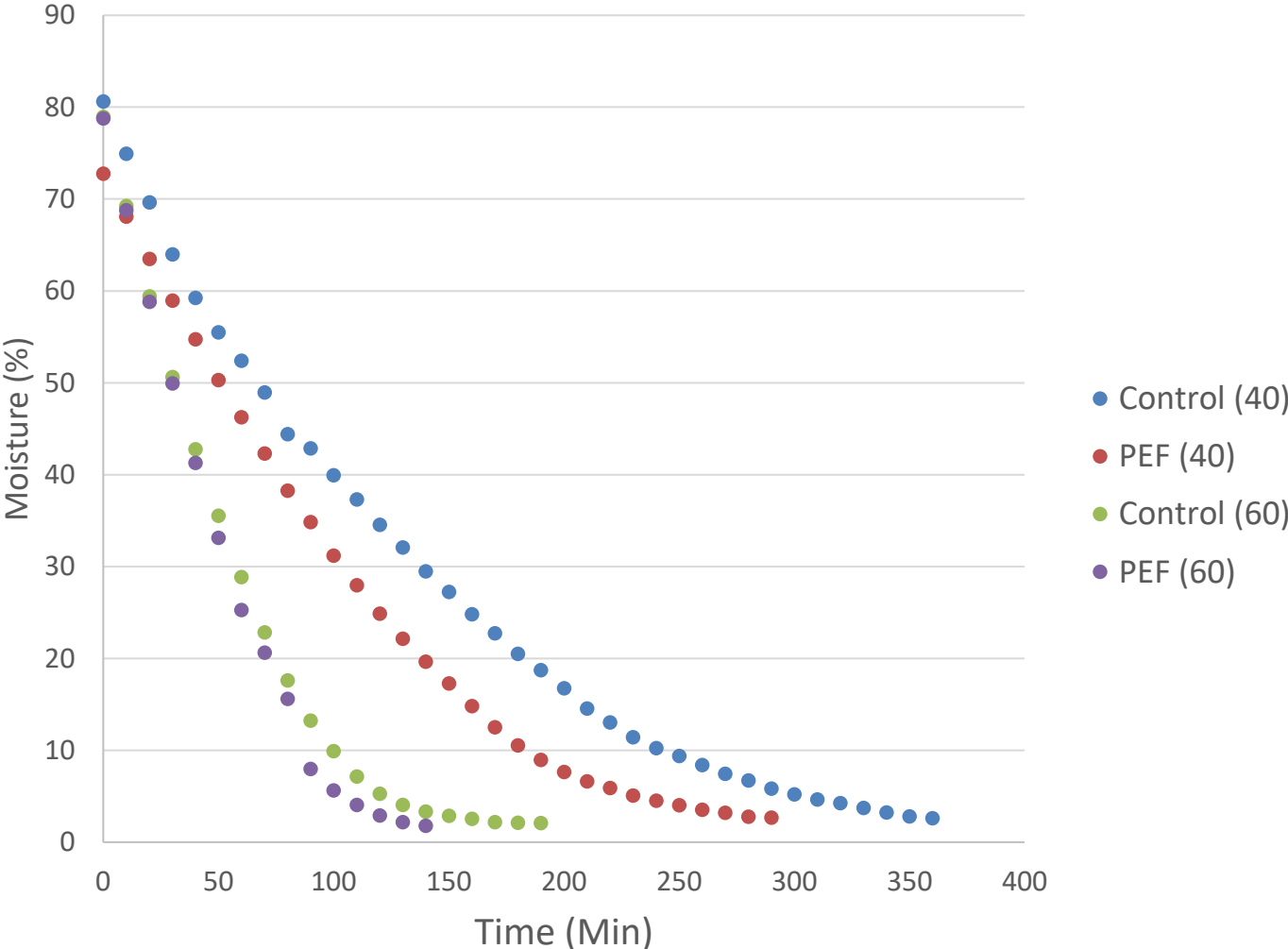
- Task 3.2: Application of pretreatments with pulsed electric fields (PEF) and ultrasound (US)
 - Experiment 01: Drying of PEF pretreated avocado peels
 - Experiment 02: Drying of Plasma pretreated avocado peels
- Task 3.3: Study of biotechnological treatments for the reduction of cyanogenic glucosides.
 - In vitro Amygdalin detoxification: Screening of Lactic Acid Bacteria
- Plan for upcoming activities



Experiment 01: Drying of PEF pretreated avocado peels



Drying kinetics of PEF pretreated Avocado peel

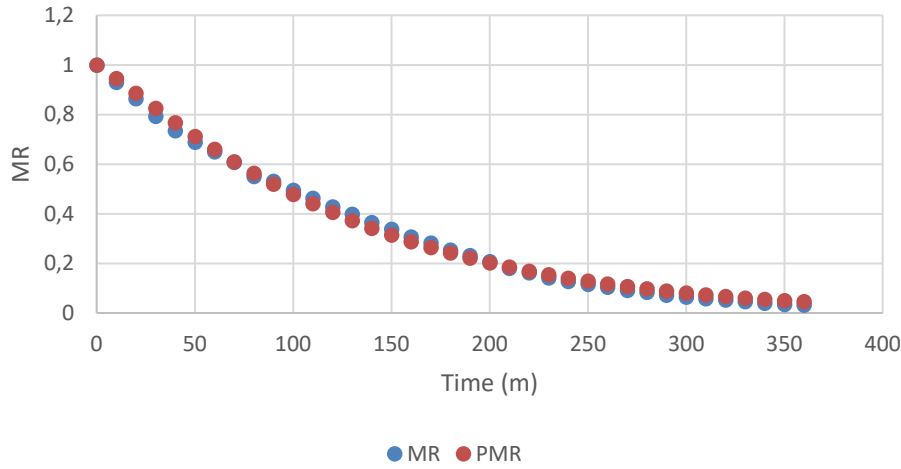


Mathematical modelling

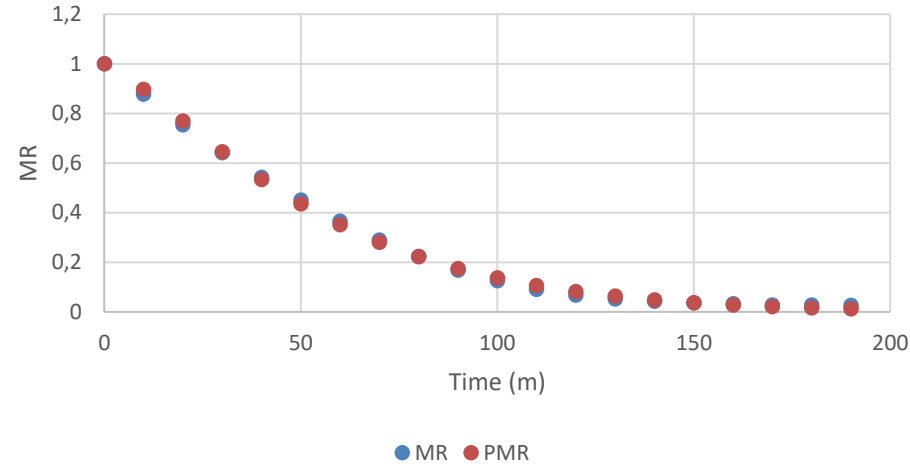
model	method	temperature	k	n	a	b	g	R ²	RMSE	χ ²
Page	Control	40	0,0043	1,1179				0,9749	0,0172	0,0046
		60	0,0061	1,2581				0,9951	0,0110	0,0009
	PEF	40	0,0024	1,2813				0,9921	0,0105	0,0017
		60	0,0044	1,3620				0,9951	0,0110	0,0009
Newton	Control	40	0,0077					0,9470	0,0250	0,0048
		60	0,0180					0,9468	0,0366	0,0095
	PEF	40	0,0093					0,8762	0,0417	0,0195
		60	0,0195					0,8992	0,0531	0,0140
Approximation of diffusion	Control	40	0,0077		0,4429	1,0000		0,9470	0,0250	0,0054
		60	0,0180		0,7213	0,9997		0,9468	0,0366	0,0095
	PEF	40	0,0093		0,4463	1,0000		0,8762	0,0417	0,0195
		60	0,0193		0,3630	1,0000		0,9038	0,0537	0,0136
Verma et al	Control	40	0,008		1,0355		1,422	0,9547	0,0231	0,0053
		60	0,0225		0,9695		1,4569	0,6918	0,0928	0,0232
	PEF	40	0,0103		1,1104		1,422	0,9367	0,0298	0,0113
		60	0,0205		0,9581		1,4974	0,8063	0,0349	0,0171



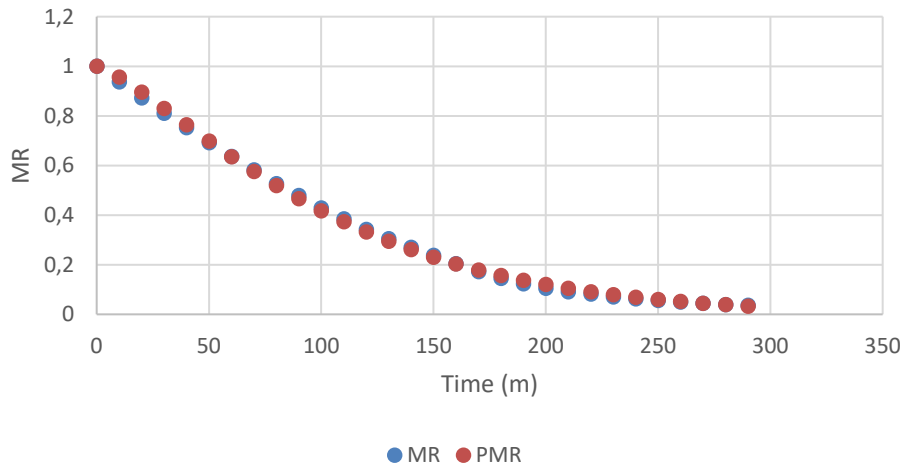
CTRL40



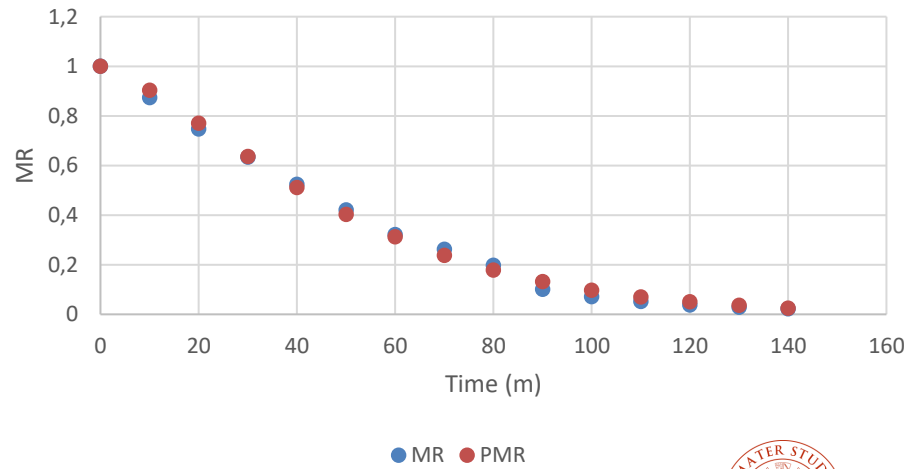
CTRL60



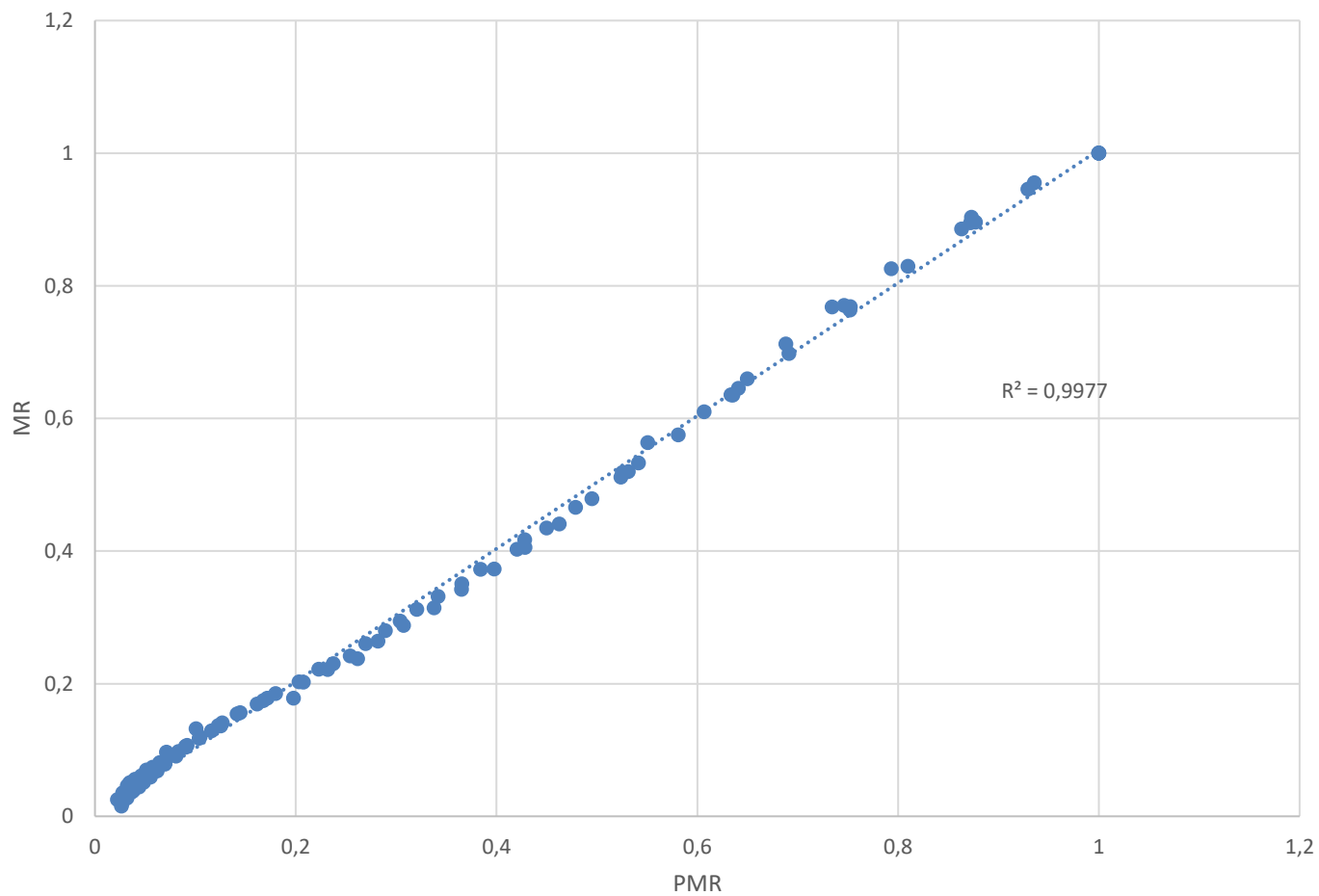
PEF 40



PEF60



MR Vs. PMR



Effective moisture diffusivity (D_{eff}) and Activation energy (E_a)

	Temperature	D_{eff} (m ² /s)	E_a (kJ/mol)
Control	40	$1,67 \times 10^{-10}$	27,523
	60	$3,15 \times 10^{-10}$	
PEF	40	$1,71 \times 10^{-11}$	41,066
	60	$4,41 \times 10^{-11}$	

Peels dried after PEF pre treatment



Fresh peel



Control dried at 40 °C



Control dried at 60 °C



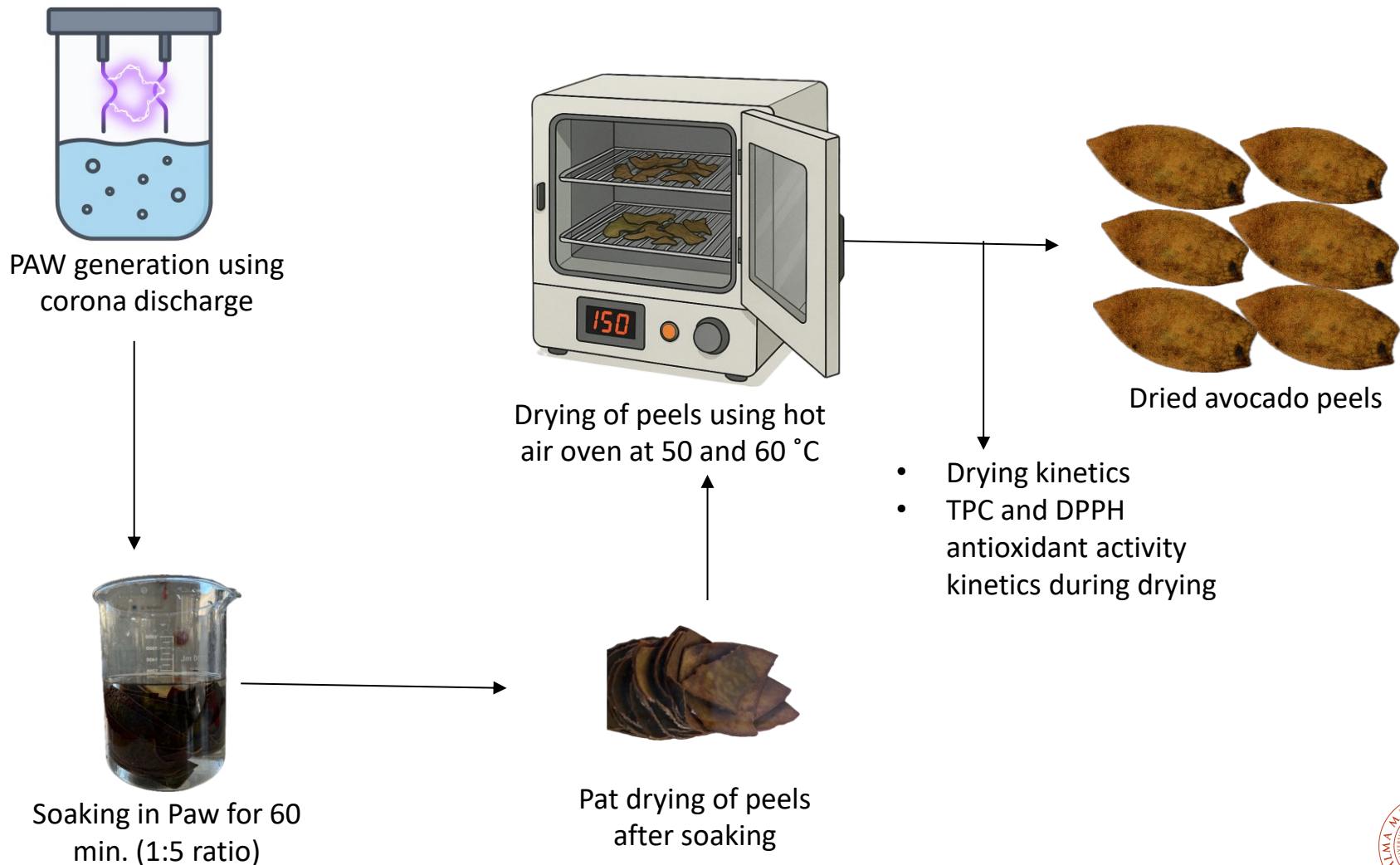
PEF dried at 40 °C



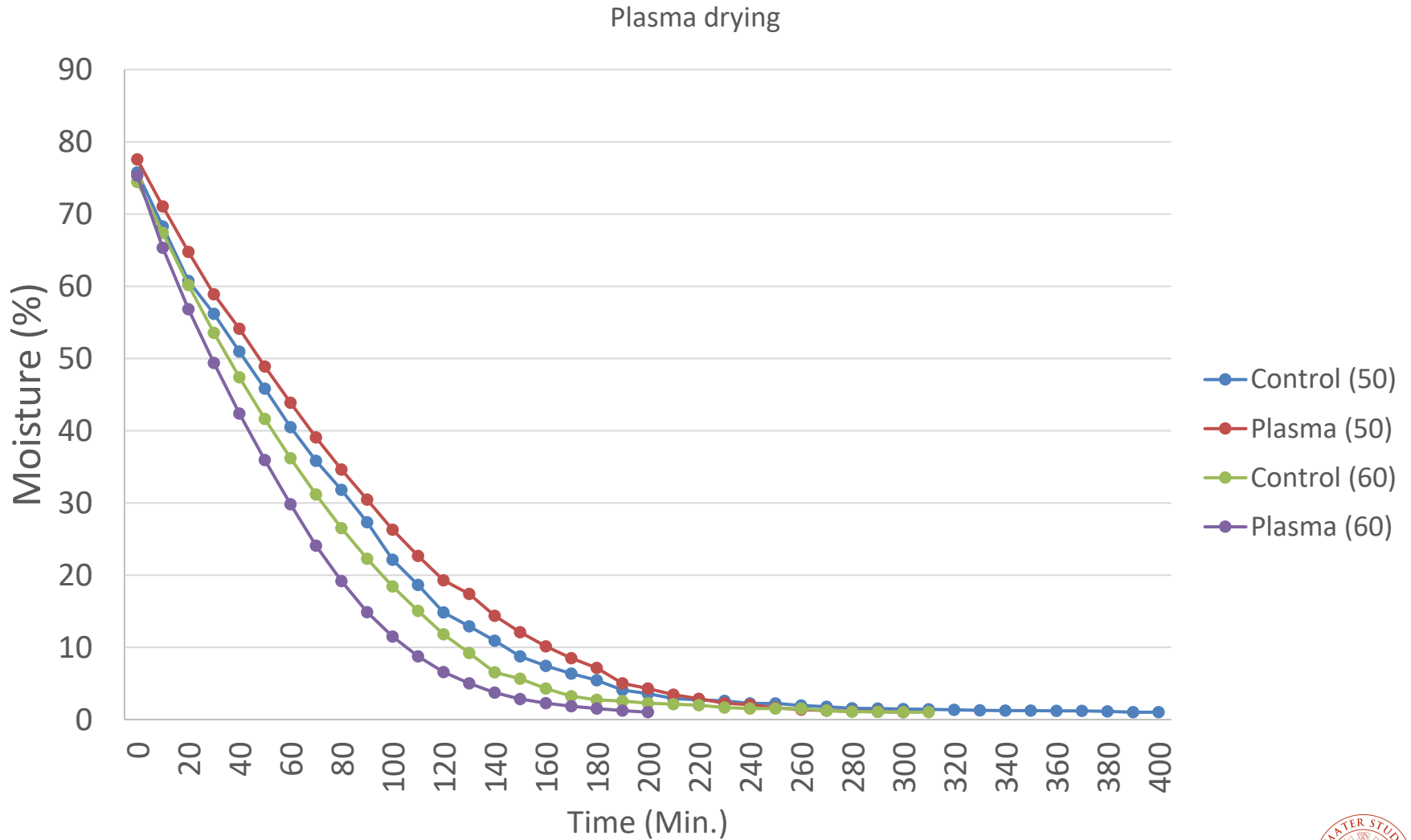
PEF dried at 60 °C



Experiment 02: Drying of Plasma activated water (PAW) pretreated avocado peels



Drying kinetics of plasma pretreated avocado peels

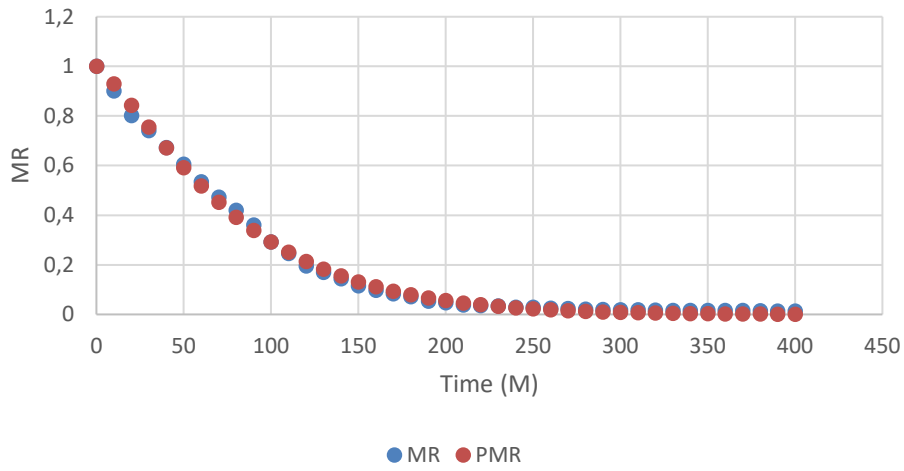


Mathematical modelling

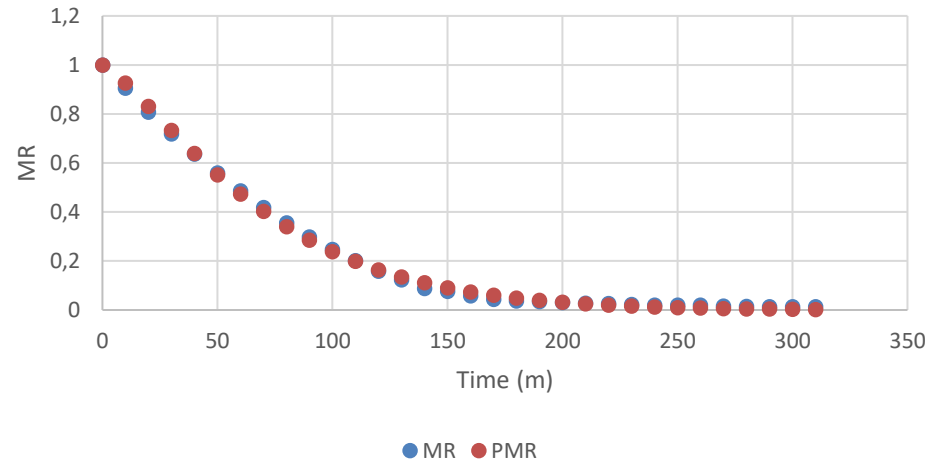
Model	Method	Temperature (°C)	k	n	a	b	g	R ²	RMSE	X ²
Page	Control	50	0,0043	1,2299				0,9866	0,0144	0,0035
		60	0,0041	1,2697				0,9919	0,0122	0,0015
	Plasma	50	0,0013	1,4375				0,9957	0,0084	0,0015
		60	0,0016	1,5078				0,9941	0,0119	0,0026
Newton	Control	50	0,0123					0,9405	0,0302	0,0127
		60	0,0139					0,9324	0,0352	0,0134
	Plasma	50	0,0102					0,7854	0,0594	0,0491
		60	0,0144					0,8065	0,0681	0,0473
Approximation of difusion	Control	50	0,0123		0,3015	1		0,9405	0,0302	0,0126
		60	0,0139		0,1871	0,9999		0,9324	0,0352	0,0134
	Plasma	50	0,0101		0,2986	1		0,7854	0,0593	0,049
		60	0,0144		0,3028	1		0,8065	0,0681	0,0473
Verma et al	Control	50	0,0178		1,2589		1,9605	0,9594	0,0311	0,0078
		60	0,0154		1,121		1,5924	0,9656	0,0251	0,0074
	Plasma	50	0,0133		1,094		1,5145	0,9625	0,024	0,0098
		60	0,012		1,2033		1,8576	0,9374	0,0321	0,0126



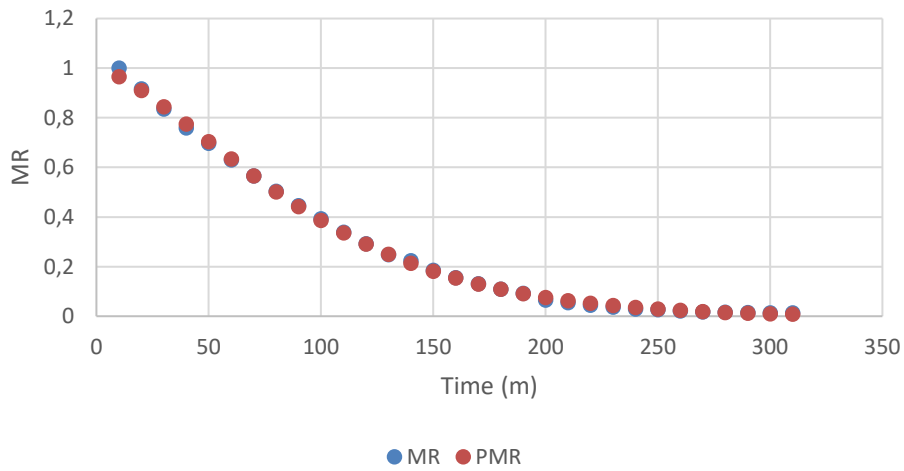
CNT50



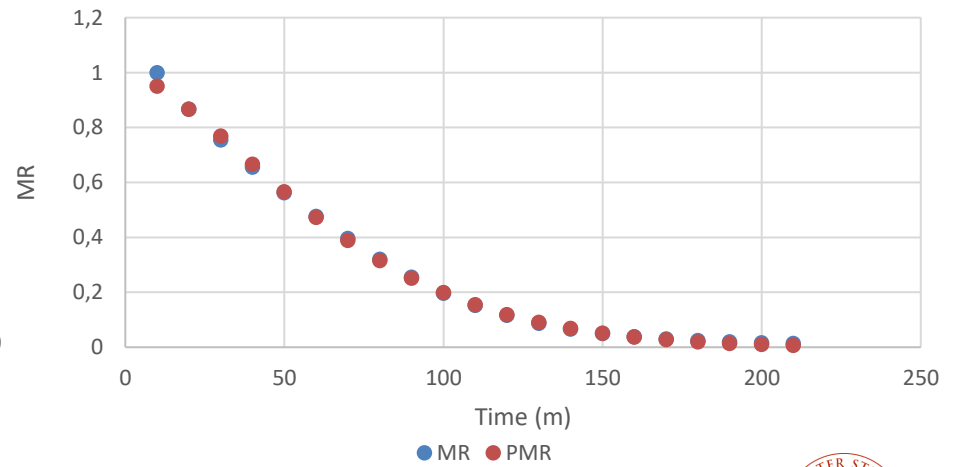
CNT60



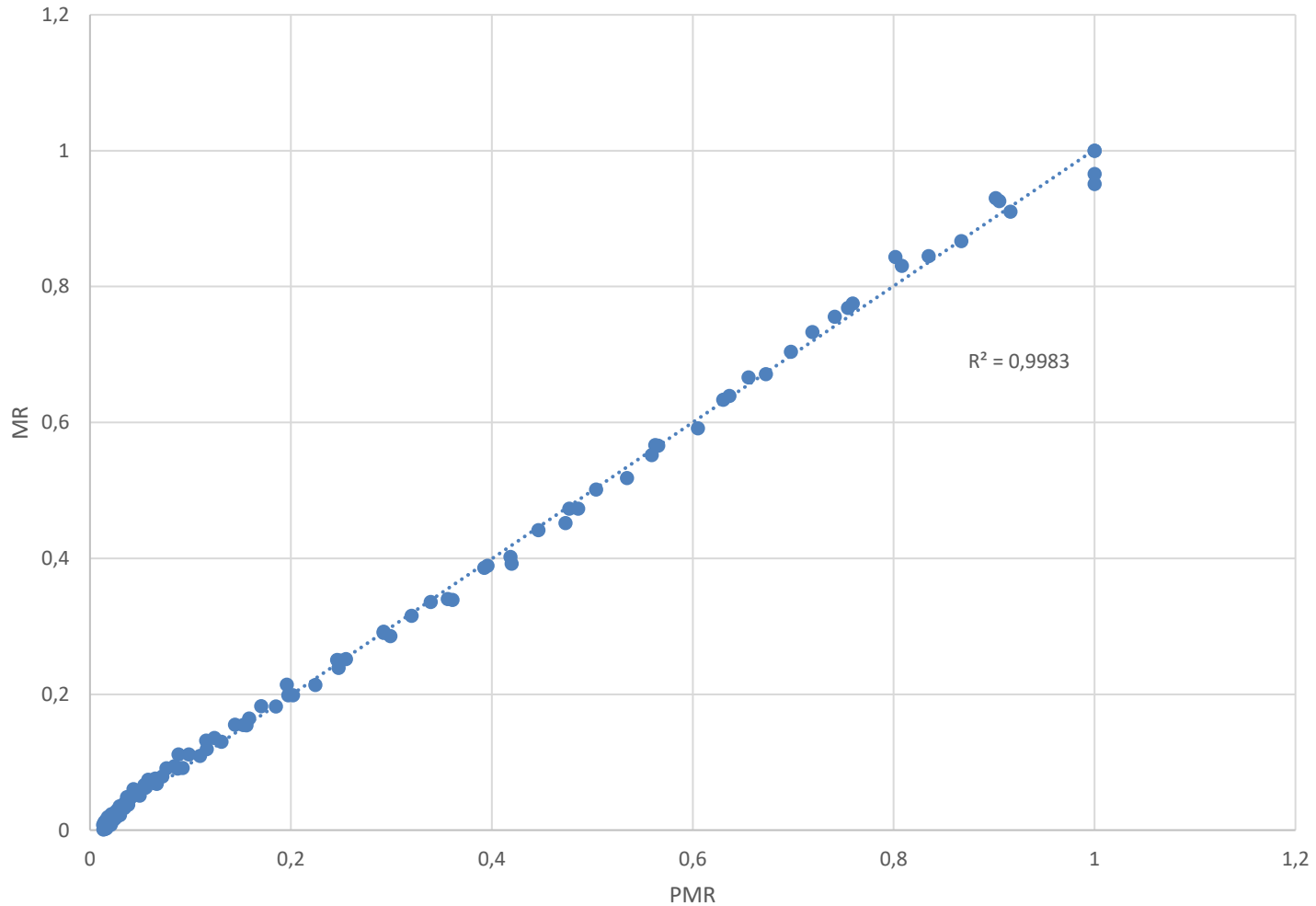
Plasma 50



Plasma 60



MR Vs. PMR



Effective moisture Diffusivity (D_{eff}) and activation energy (E_a)

	Temperature (°C)	D_{eff} (m ² /s)	E_a (kJ/mol)
Control	40	$4,86 \times 10^{-11}$	21,635
	60	$6,19 \times 10^{-11}$	
Plasma	40	$6,08 \times 10^{-11}$	32,482
	60	$8,74 \times 10^{-11}$	

Peels dried after Plasma pretreatment



Fresh peel



Control dried at 50 °C



Control dried at 60 °C



Plasma dried at 50 °C

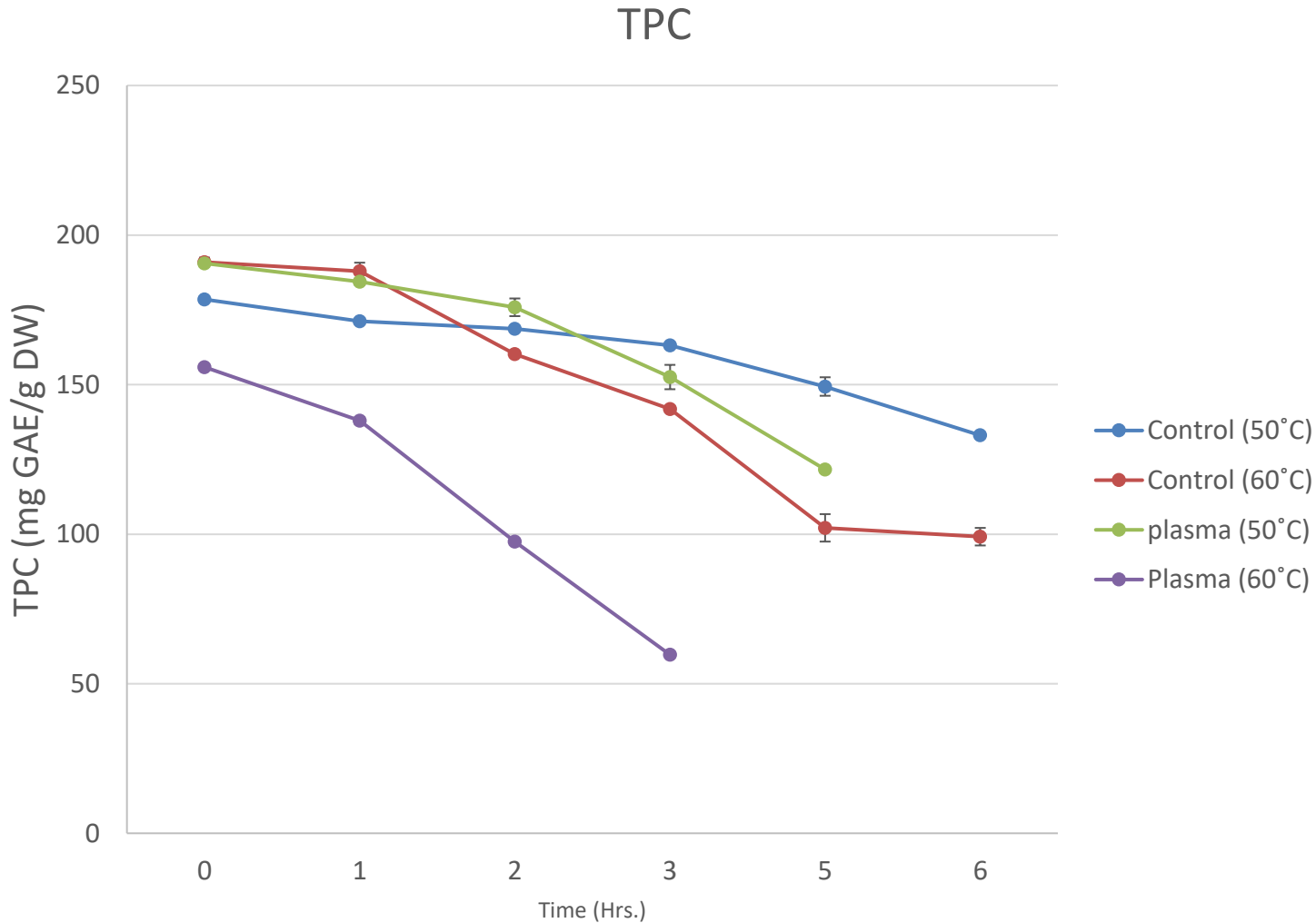


Plasma dried at 60 °C



Biochemical degradation kinetics during drying

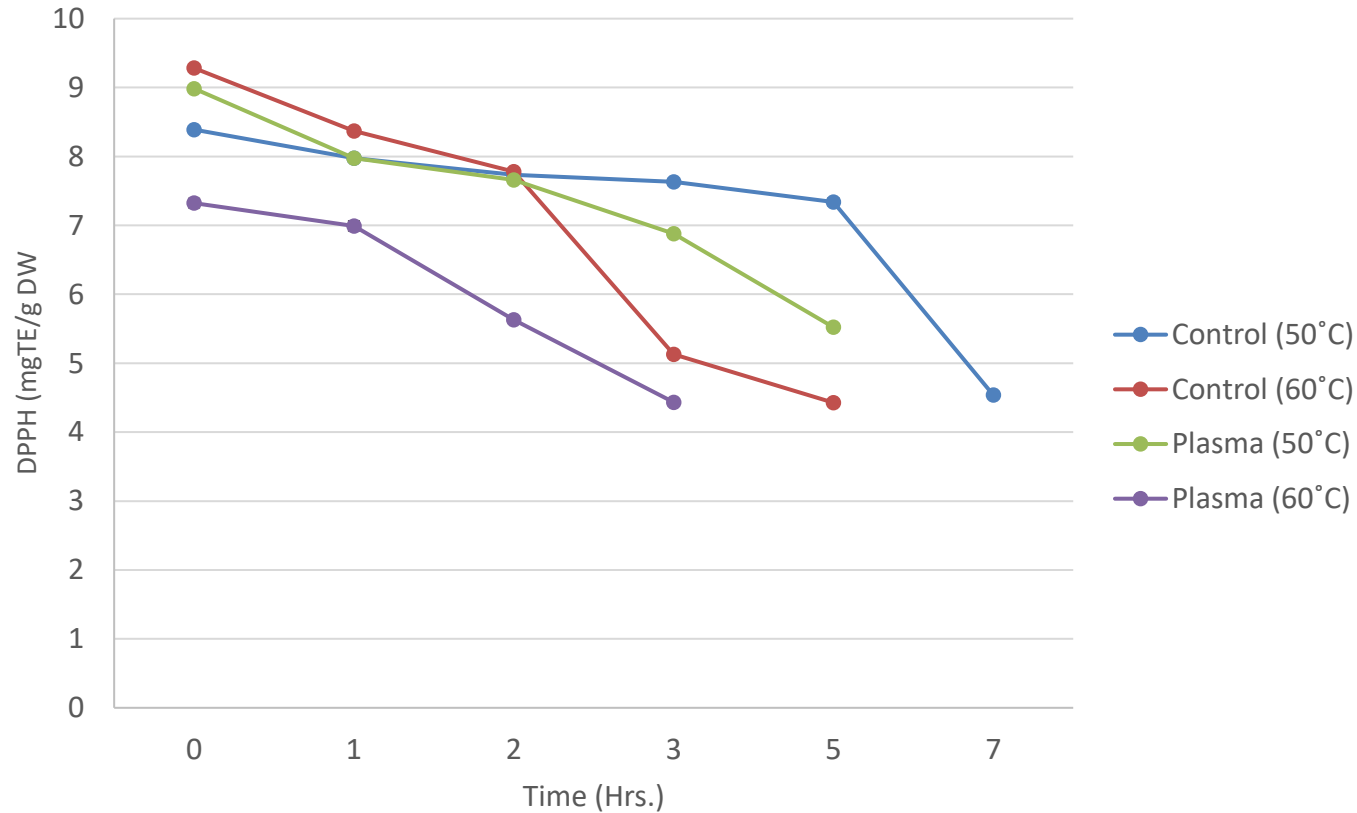
1. Total phenol content (mg GAE/g)



Zero order kinetics for prediction of half life of TPC

Method	Temperature (°C)	K	R ²	t _{50%} (Hrs.)	T _{100%} (Hrs.)
Control	50	6,8204	0,9017	13,08	26,17
	60	18,508	0,9517	5,16	10,32
Plasma	50	14,147	0,9597	6,73	13,47
	60	32,893	0,9765	2,94	4,93

2. DPPH Radical Scavenging Activity (mg TE/g DW)



Zero order kinetics for prediction of half life of DPPH

Method	Temperature (°C)	k	R ²	t _{50%} (Hrs.)	t _{100%} (Hrs.)
Control	50	0,4713	0,7892	8,900	17,80
	60	1,0744	0,9252	4,32	8,64
Plasma	50	0,6693	0,9881	6,71	13,42
	60	1,003	0,9511	3,65	7,30

In vitro Amygdalin detoxification: Screening of Lactic Acid Bacteria

Amygdalin, is the most important cyanogenic glycosides found in the seeds of several Rosaceae species, particularly in bitter almonds, where it is present at levels of 2.5–3.5% (sweet almonds contain only traces), in kernels of peach (2–3%), apricot (1%), plum (0.9%), cherry (0.8%) and apple (0.6%).



The most promising strains will subsequently be used to develop a biotechnological protocol integrating non-thermal technologies for the kernel oil production. **This approach will allow the preservation of the nutritional and sensory properties of the final product, while also ensuring food safety.**

In vitro Amygdalin detoxification: Screening of Lactic Acid Bacteria

Thanks to their β -glucosidase activity, lactic acid bacteria belonging to the genera *Lactobacillus*, *Lactiplantibacillus*, and *Latilactobacillus* and *Pediococcus* are able to metabolize amygdalin by hydrolyzing the glycosidic bond, releasing mandelonitrile and two molecules of glucose. Mandelonitrile is then further metabolized, releasing volatile hydrocyanic acid and benzaldehyde.

The detoxification screening took advantage of this peculiar metabolic activity.

For this purpose, 27 bacterial strains from DISTAL culture collection, belonging to the genera *Lactobacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Latilactobacillus* and *Pediococcus* were inoculated into a minimal synthetic medium supplemented with 0.2% (p/v) glucose and 0.5% (p/v) amygdalin and incubated at bacteria optimal growth temperature (37 or 30 °C) for 72 hours.

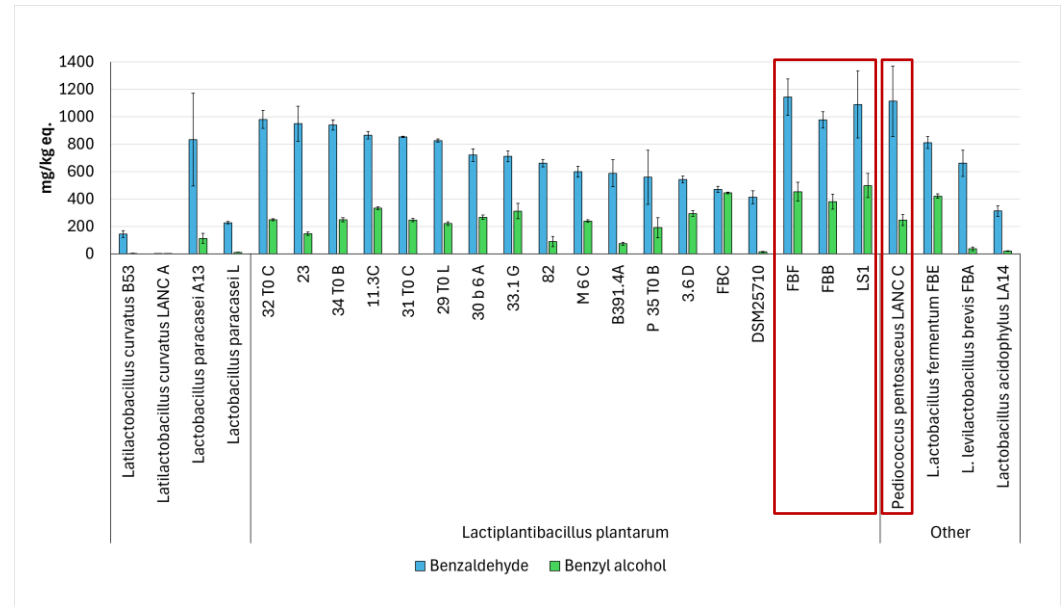
The strains ability to metabolize amygdalin was subsequently determined by gas chromatographic-mass spectroscopy analysis (GC/MS) of the **head space volatile molecular profiles** using Solid Fase Micro Extraction (SPME).

The analysis focused on detecting the metabolites derived from amygdalin degradation: **benzaldehyde** and **benzoic acid** (the oxidation product of benzaldehyde).



In vitro Amygdalin detoxification: Screening of Lactic Acid Bacteria

- The data were expressed in mg/kg equivalents using 4-methyl-2-pentanol at a concentration of 20 mg/kg equivalents as the internal standard;
- The data were compared using as a blank condition the analysis of volatile profiles after microbial fermentation using the tested strains in the same synthetic medium supplemented only with 0.2% glucose → no benzaldehyde and benzoic acid were detected after 72h;



- Among the 27 strains tested, the best results in **amygdalin** detoxification were obtained with ***Lactiplantibacillus plantarum*** strains **FBF**, **FBB** and **LS1**;
- These samples head space were characterized by the highest amounts of **benzaldehyde** as well as the highest amounts of **benzoic acid**;
- Pediococcus pentosaceus* LANC C** showed a similar behavior, however a reduced amounts of benzoic acid was observed;
- The screening allowed the identification of several strains from the DISTAL collection with promising in vitro amygdalin detoxification abilities, which will be subsequently tested in the real system for kernel oil production.



Upcoming activities:

Task 3.2

1. Study on effect of ultrasound pretreatment on drying of avocado peels.
2. Optimisation of drying of the pineapple waste considering the preservation of bioactive compounds specifically bromelain content.

Task 3.3

1. Study of biotechnological treatments for the reduction of cyanogenic glucosides.
2. Optimisation of methods of drying of stone fruit seeds with Ultrasound and PEF pretreatment for improving oil yield.



THANK you.....!





SSICA

Scale - up e dimostrazione in ambiente rilevante WP 6 M15 - 30



Andrea Brutti – Matteo Malvasi

LABORATORIO TECNOLOGICO IMPIANTI PILOTA E
PRE INDUSTRIALIZZAZIONE



CHI SIAMO

La **Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari** – Fondazione di Ricerca è un **organismo di ricerca** la cui finalità principale consiste nello **svolgere attività di ricerca fondamentale, industriale e di sviluppo sperimentale** nel settore della scienza applicata al settore produttivo della conservazione degli alimenti e nel **diffonderne i risultati** mediante l'insegnamento, la pubblicazione o il trasferimento di tecnologie.

La SSICA assicura, inoltre, **assistenza tecnica** alle imprese contribuenti

Al finanziamento della Fondazione provvedono le imprese attraverso il contributo previsto dal R.D. del 31 ottobre 1923 n. 2523 e successive modifiche.



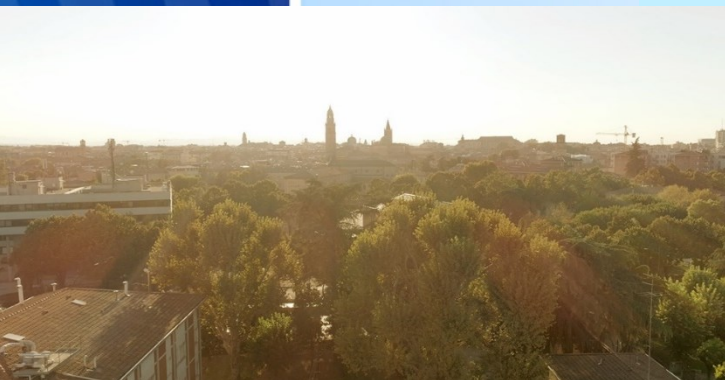
SEDI E INFRASTRUTTURE

La Fondazione opera sul territorio nazionale attraverso la Sede Legale in **Parma** (PR) e l'Unità Locale in **Angri** (SA).

Parma

Nella Sede Legale di Parma sono presenti i seguenti Laboratori di Ricerca e Analisi:

- **Area Conserve Animali:** Laboratorio R&D, Impianti Pilota
- **Area Conserve Vegetali:** Laboratorio R&D
- **Laboratorio Prove e Misure:** Laboratorio di Analisi Chimico-Fisico, Laboratorio di Analisi Microbiologico
- **Area dei Servizi Trasversali:**
 - Laboratorio Tecnologico impianti pilota e pre industrializzazione
 - Consumer Science: Laboratorio R&D; Laboratorio Sensory
 - Packaging: Laboratorio R&D
 - Ambiente: Laboratorio R&D
 - Sicurezza Alimentare: Laboratorio R&D Microbiologico e Chimico Fisico



Angri

Nell'Unità Locale di Angri sono presenti i seguenti Laboratori di Ricerca e Analisi:

- **Area Conserve Ittiche:** Laboratorio R&D
- **Area Conserve Vegetali:** Laboratorio R&D
- **Laboratorio Prove e Misure:** Laboratorio di Analisi Chimico-Fisico, Laboratorio di Analisi Microbiologico; Laboratorio di Analisi Metrologico e Validazione Processi
- **Area dei Servizi Trasversali:**
 - Laboratorio Tecnologico impianti pilota e pre industrializzazione
 - Packaging: Laboratorio R&D
 - Sicurezza Alimentare: Laboratorio R&D Microbiologico e Chimico Fisico



STRUTTURA OPERATIVA

LABORATORIO TECNOLOGICO IMPIANTI PILOTA E PRE INDUSTRIALIZZAZIONE

FOCUS:

- Progetti e programmi di ricerca di tipo applicativo



CONSUMER SCIENCE

FOCUS:

- Sviluppo nuovi prodotti
- Valutazione marker sensoriali e di mercato
- Studio di Shelf-life
- Test di mercato



PACKAGING

FOCUS:

- Studio materiali e imballaggi
- Sicurezza Alimentare, innovazione e sostenibilità
- Miglioramento della Shelf-life



AMBIENTE

FOCUS:

- Gestione reflui industriali
- Caratterizzazione liquami, fanghi e sottoprodotti
- Innovazione, sanificazione e sostenibilità
- Microalghe



SICUREZZA ALIMENTARE

FOCUS:

- Stabilità e sicurezza microbiologica e chimica

SETTORI:

- Microbiologia
- Sicurezza Chimica



STRUTTURA OPERATIVA

LABORATORIO TECNOLOGICO IMPIANTI PILOTA E PRE INDUSTRIALIZZAZIONE

FOCUS:

- Progetti e programmi di ricerca di tipo applicativo



PACKAGING

FOCUS:

- Studio materiali e imballaggi
- Sicurezza Alimentare, innovazione e sostenibilità
- Miglioramento della Shelf-life



SICUREZZA ALIMENTARE

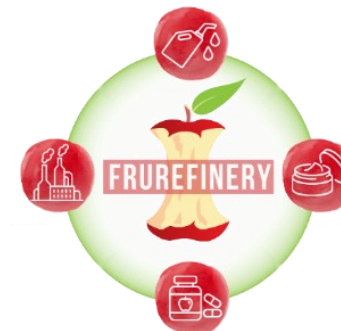
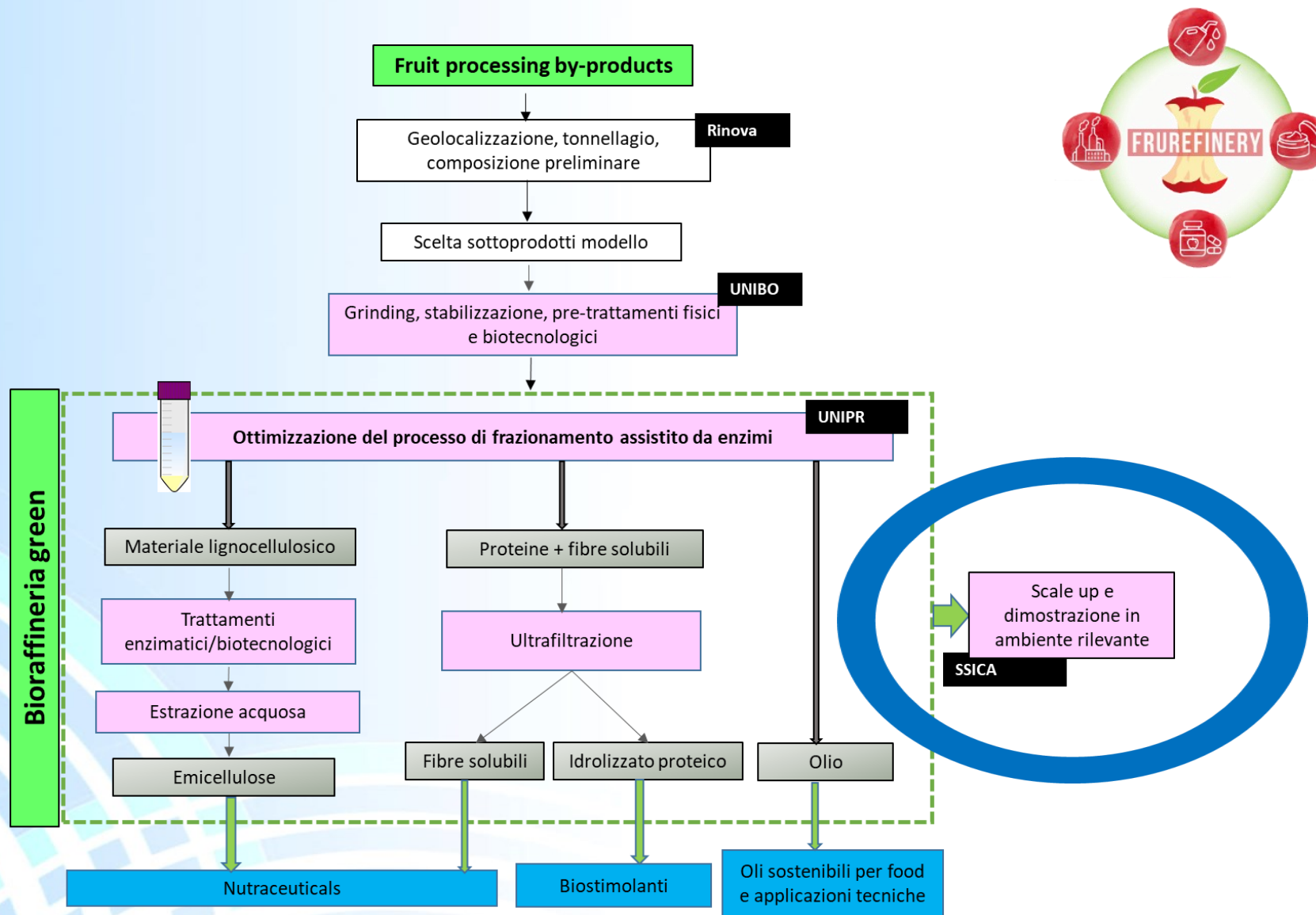
...ilità e sicurezza microbiologica
...mica

SETTORI:

- Microbiologia
- Sicurezza Chimica



Frurefinery POR FESR 2021-2027 Emilia Romagna



Task 6.1

Messa a punto del layout impiantistico per l'impianto pilota (M15-24)
10-100 kg di prodotto di partenza.

Task 6.2

Trattamenti fisici di riduzione delle dimensioni al fine di facilitare i processi estrattivi (M18-24) post PEF CIRI AGRO: mulino a martelli e mulino colloidale



Task 6.3

Trasferimento del processo estrattivo (M18-24):
L'efficacia dei processi estrattivi ottenuta nel WP4 verrà riprodotta su quantitativi trasferibili su Impianto pilota (10- 100 kg).
Concentrazione, purificazione ed essiccazione finale:
ultrafiltrazione, centrifugazione liquido/liquido a dischi, e spray dryer.



Task 6.4

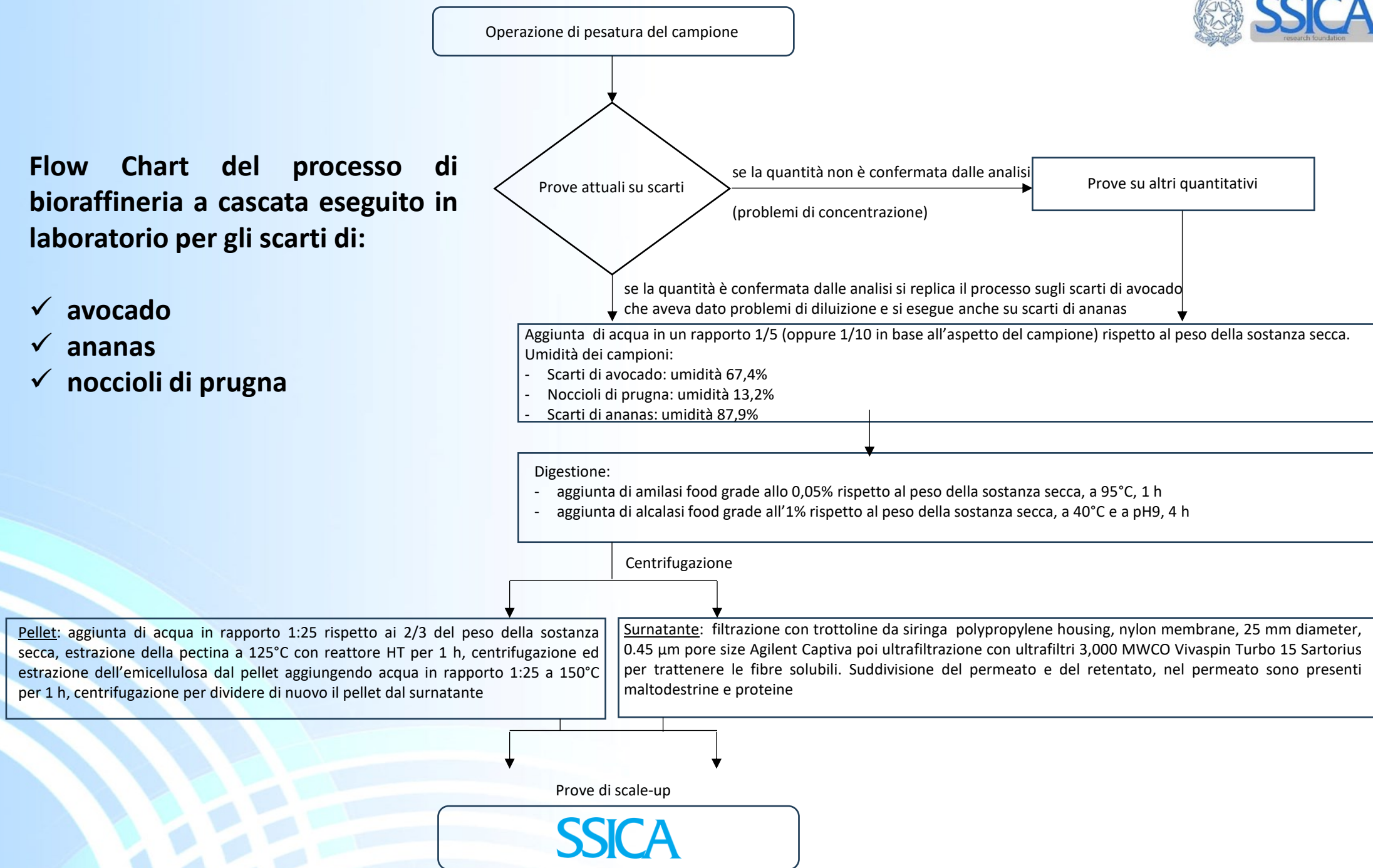
Test Applicativi (M20-30)

Le aziende coinvolte nel progetto e potenziali utilizzatrici finali degli ingredienti effettueranno test in azienda per la valutazione delle performance dei nuovi ingredienti e ne valuteranno la fattibilità e l'applicabilità commerciale



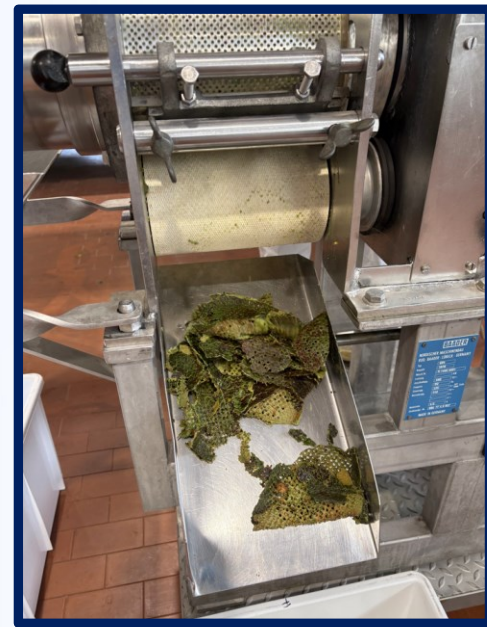
Flow Chart del processo di bioraffineria a cascata eseguito in laboratorio per gli scarti di:

- ✓ avocado
- ✓ ananas
- ✓ noccioli di prugna



DELISCATRICE

SCARTI DECONGELATI





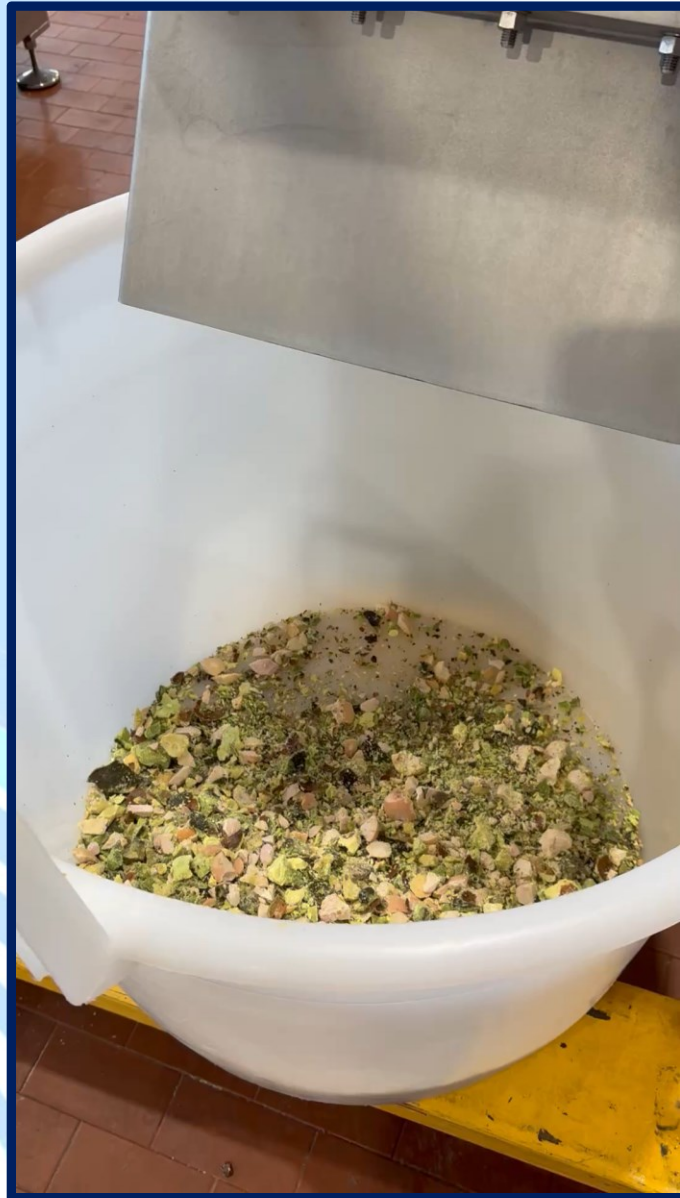
SCARTI CONGELATI



FRANTUMATORE



SSICA
research foundation







DISPERSIONE DEL PELLETT
CON MULINO COLLOIALE



BACINELLA PER
DISPERSIONE PELLETT



AGGIUNTA ENZIMI

Decanter



Centrifuga
liquido/liquido



Ultrafiltrazione



Atomizzatore



**DO YOU HAVE ANY
QUESTIONS?**





INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT POTENTIAL AND BIOACTIVE COMPOUNDS IN AGRO-INDUSTRIAL WASTE BY MEANS OF *SPECTROPHOTOMETRIC METHODS* AND *UNTARGETED UHPLC-HRMS* APPROACHES

Parma, 13/11/2025

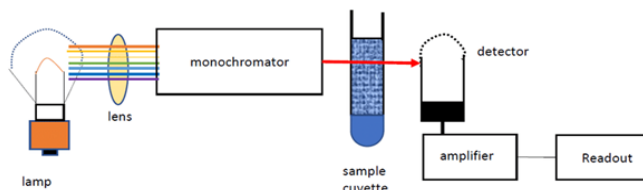


Università
degli Studi
di Ferrara



WORKFLOW

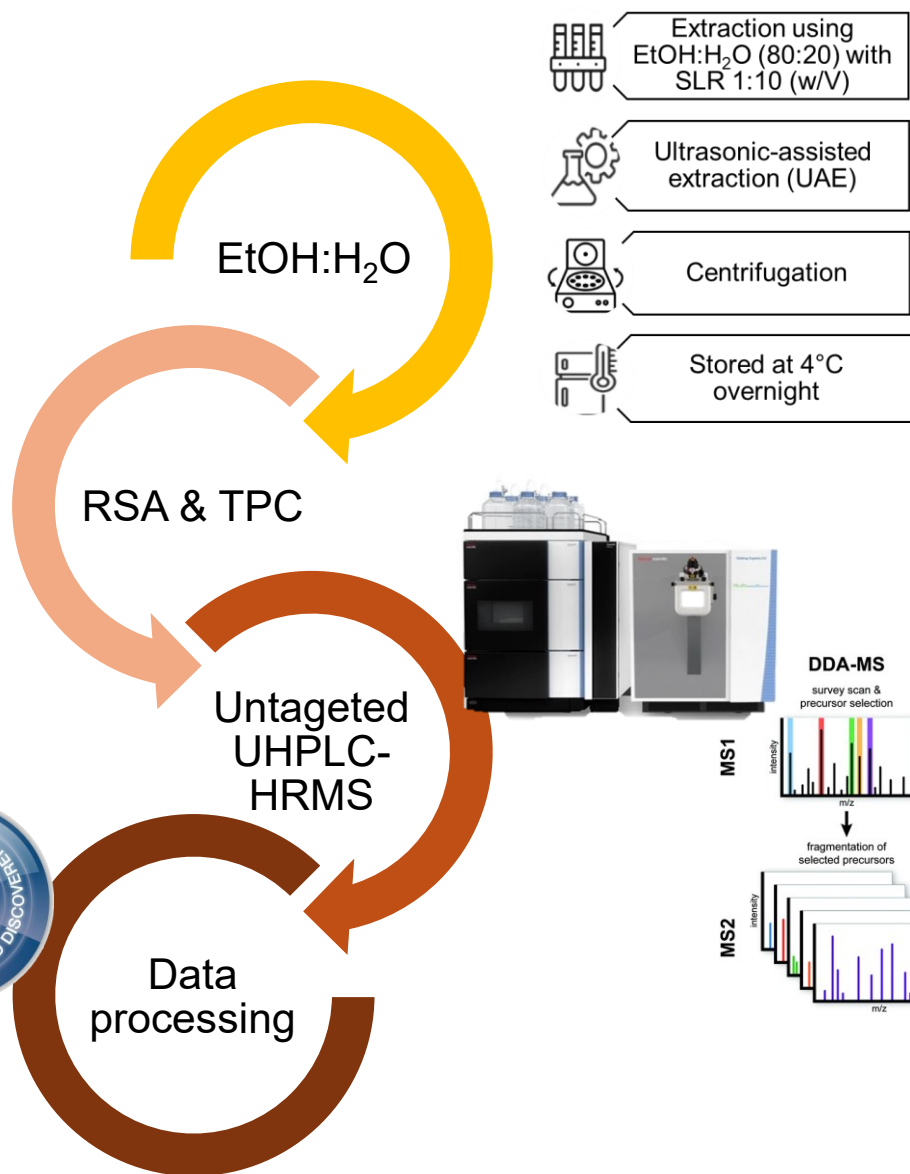
The extraction efficiency was evaluated by determining the total phenolic content (**TPC**) and radical scavenging activity (**RSA**) respectively.







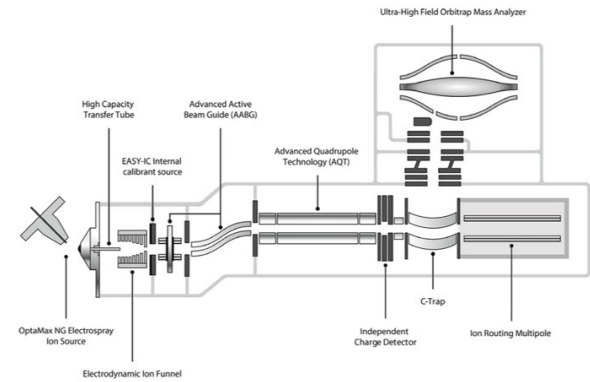
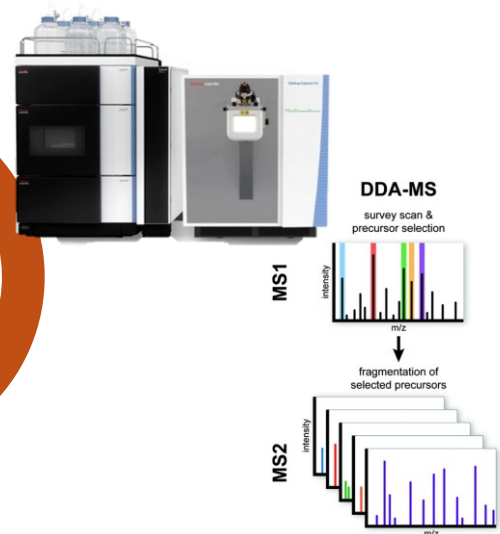
Rahman, Herliati. "Tannins Extraction of Tea Leaves by Ultrasonic Method: Comparison with The Conventional Method." 8.1 (2020): 84-95.



mzCloud Match >85%
mzVault Match > 85%



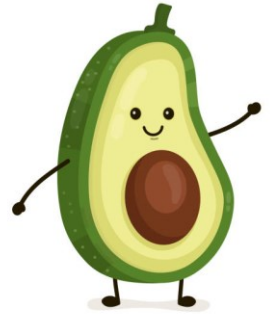
-  Extraction using EtOH:H₂O (80:20) with SLR 1:10 (w/v)
-  Ultrasonic-assisted extraction (UAE)
-  Centrifugation
-  Stored at 4°C overnight



- ❖ Instrument: UHPLC Vanquish Flex coupled with Exploris 240 Q-Orbitrap and H-ESI source.
- ❖ **Mobile phase A:** H₂O + FA 0.1%
- ❖ **Mobile phase B:** ACN + FA 0.1%
- ❖ Acquisition in DDA mode.
- ❖ MS1 and MS2 resolution respectively are 120 000 and 45 000 (FWHM at 200 m/z).

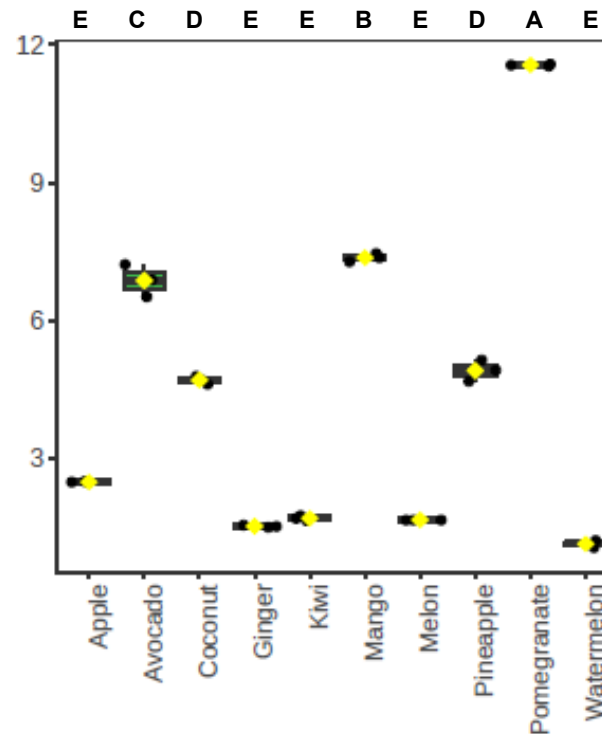
TPC & RSA RESULTS

Values are shown as mean \pm 95% CI. Square-root transformed data were analyzed by one-way **ANOVA** followed by **Tukey HSD** ($p < 0.05$). Letters indicate Tukey HSD groups (same letter = not significantly different).

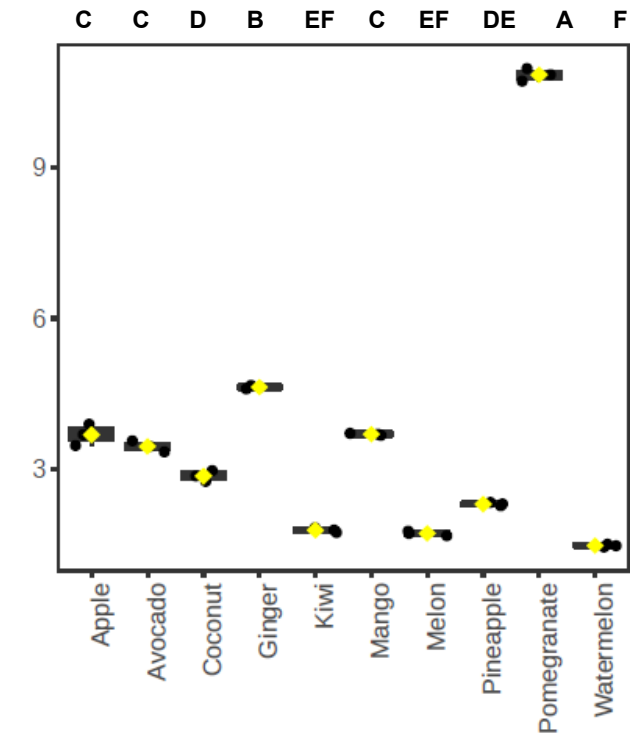


- ❑ Pomegranate showed the highest TPC and RSA (group A for both assays).
- ❑ Conversely, apple and ginger had relatively high TPC values but low RSA.
- ❑ Both spectrophotometric assays revealed low TPC and RSA for watermelon.

RSA

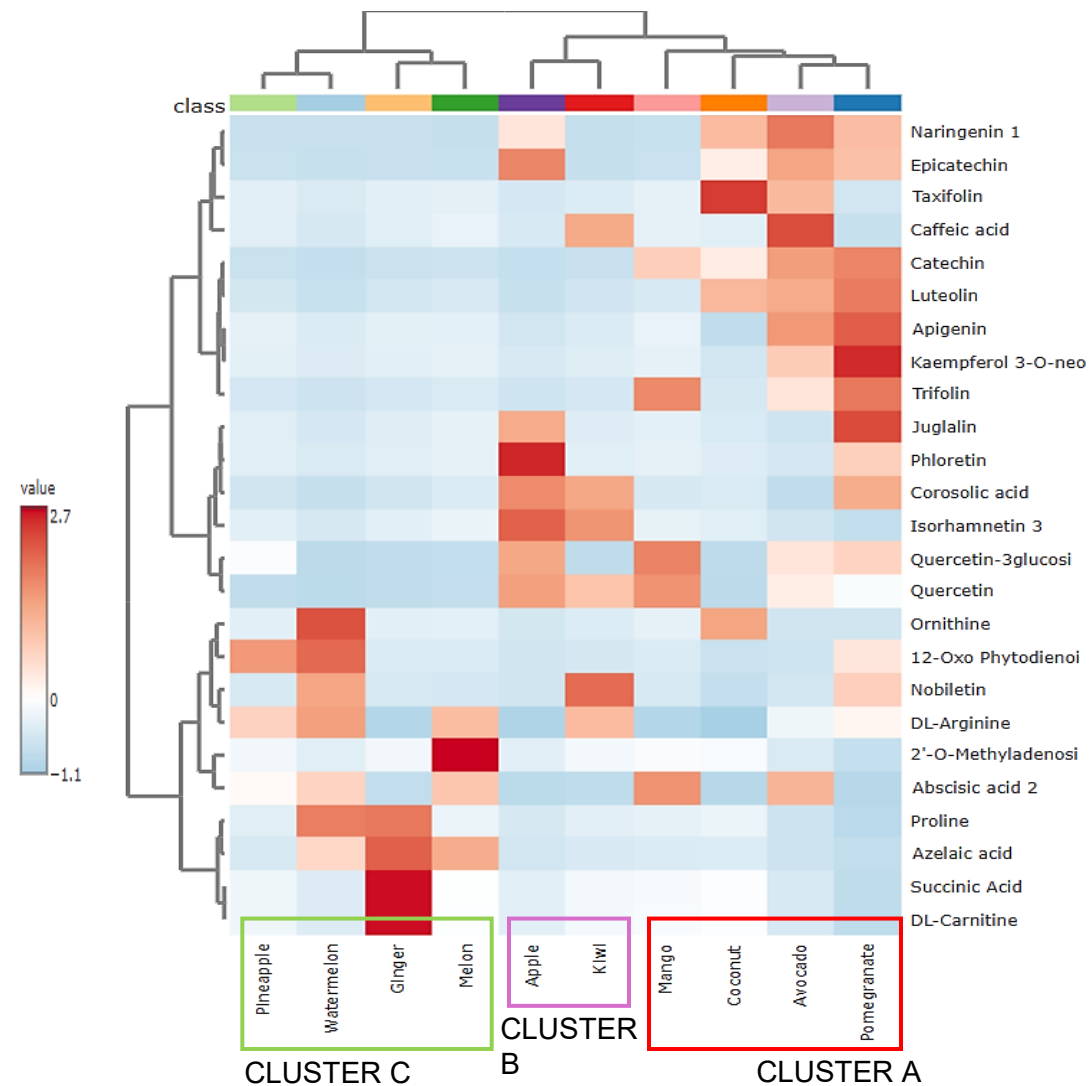
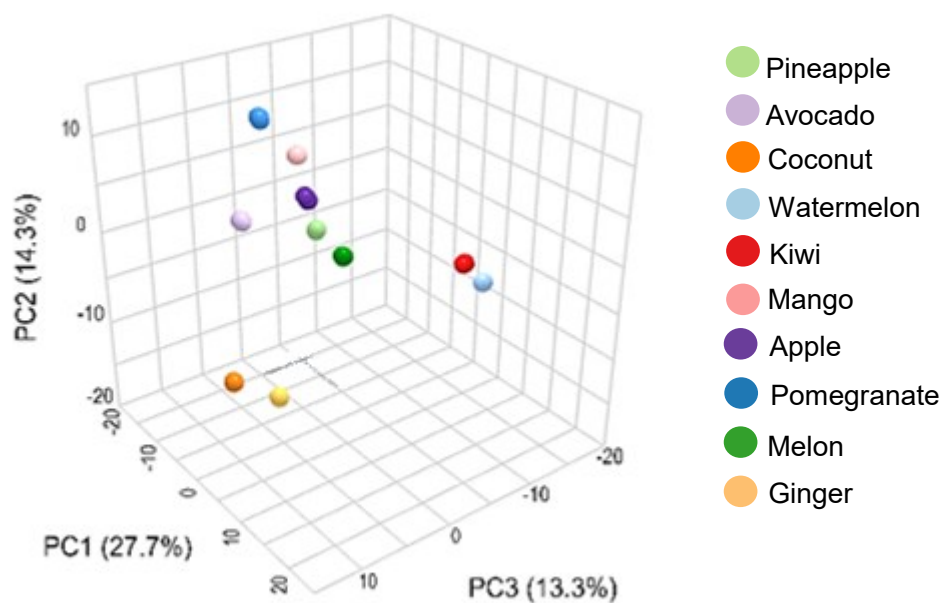


TPC



UHPLC-HRMS RESULTS

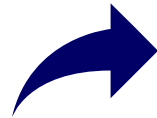
After normalization, a total of **146 putative compounds** were obtained. The first three components (PC1, PC2, and PC3) explained about the *55,3% of the total variance*.



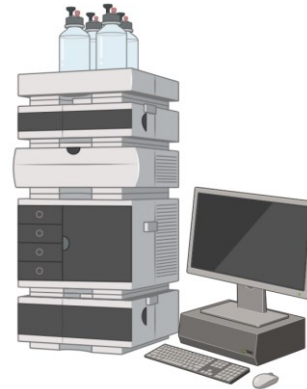
EXTRACTION, SEPARATION AND ISOLATION OF CAROTENOIDS FROM FRUITS WASTE



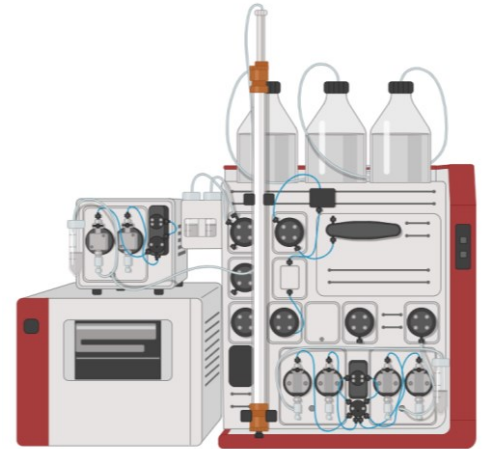
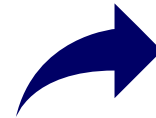
Fruits waste



Extraction of carotenoids



Green separation



Potential purification

EXTRACTION

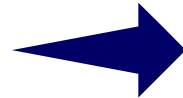
Use of fresh fruits to validate the method.

Mango



Lyophilized:

- **Mango peel**
- **Mango pulp**



Conventional Extraction

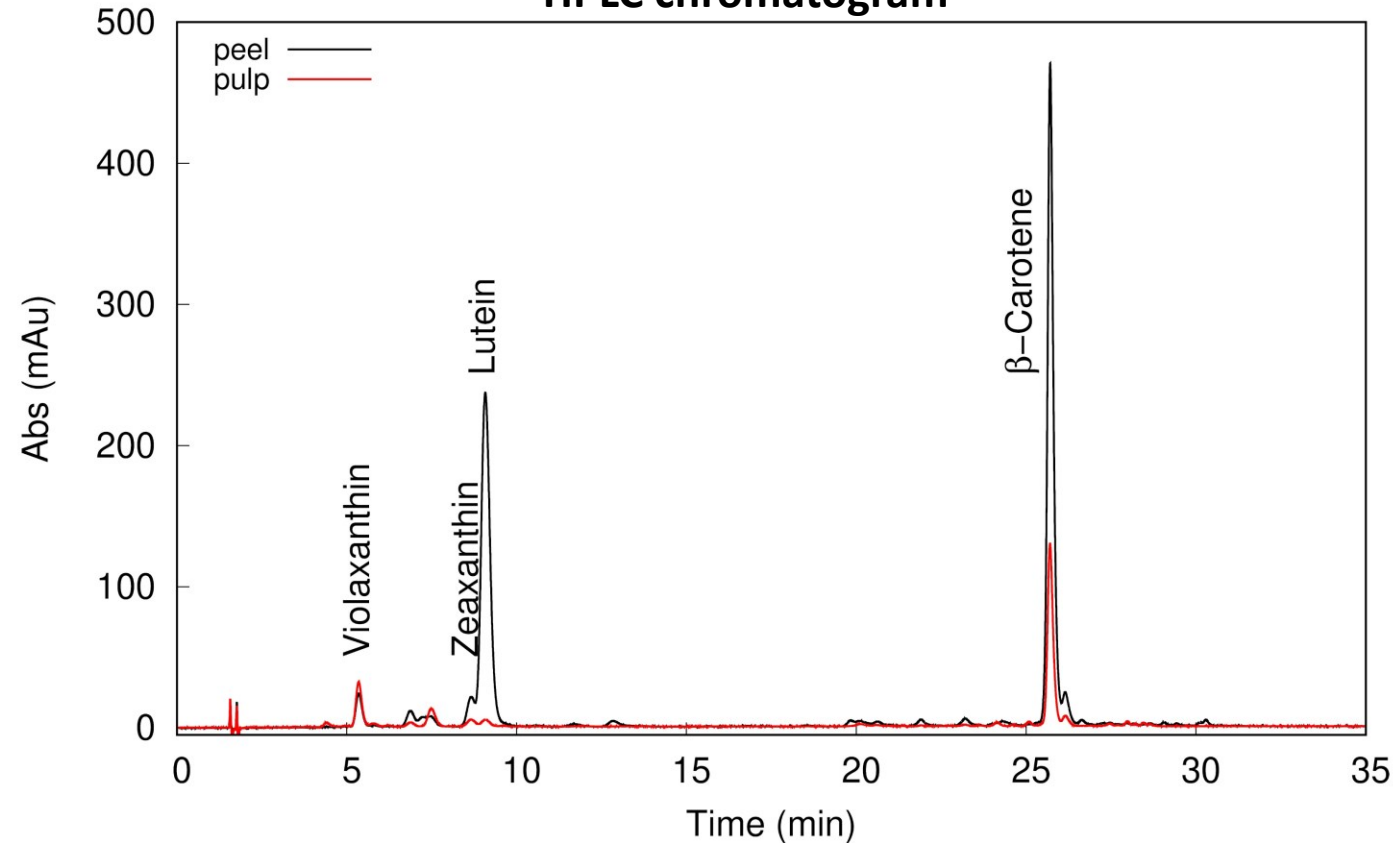
- 2g of lyophilized product
- add 15mL hexane + 10mL methanolic KOH (100g/L)
- **stirred overnight**
- add 10mL of water, centrifugation for 5 min at 5000 rpm
- dry under N₂ flow

Conventional procedure for carotenoids' extraction

- **Time consuming**
- **Hazard solvent**

SEPARATION OF CAROTENOIDS

HPLC chromatogram

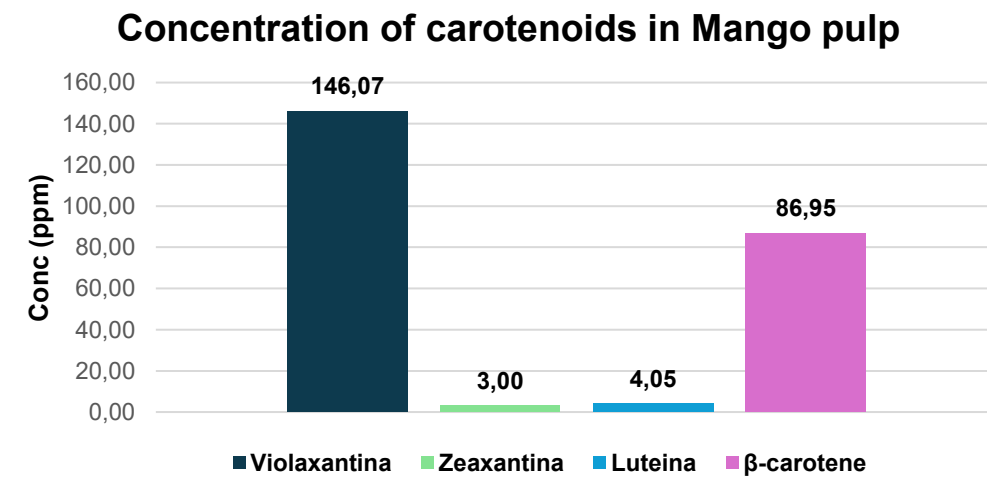
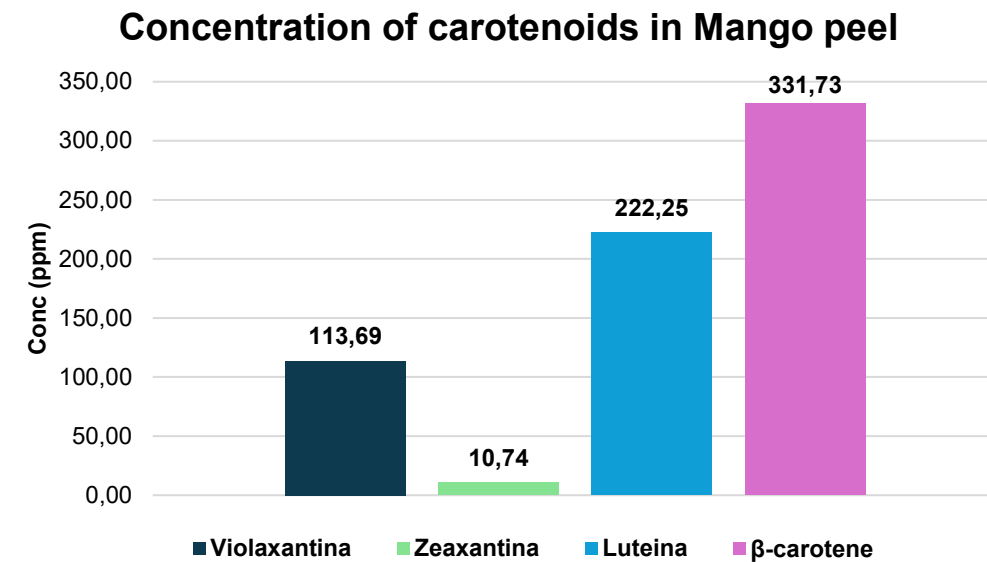
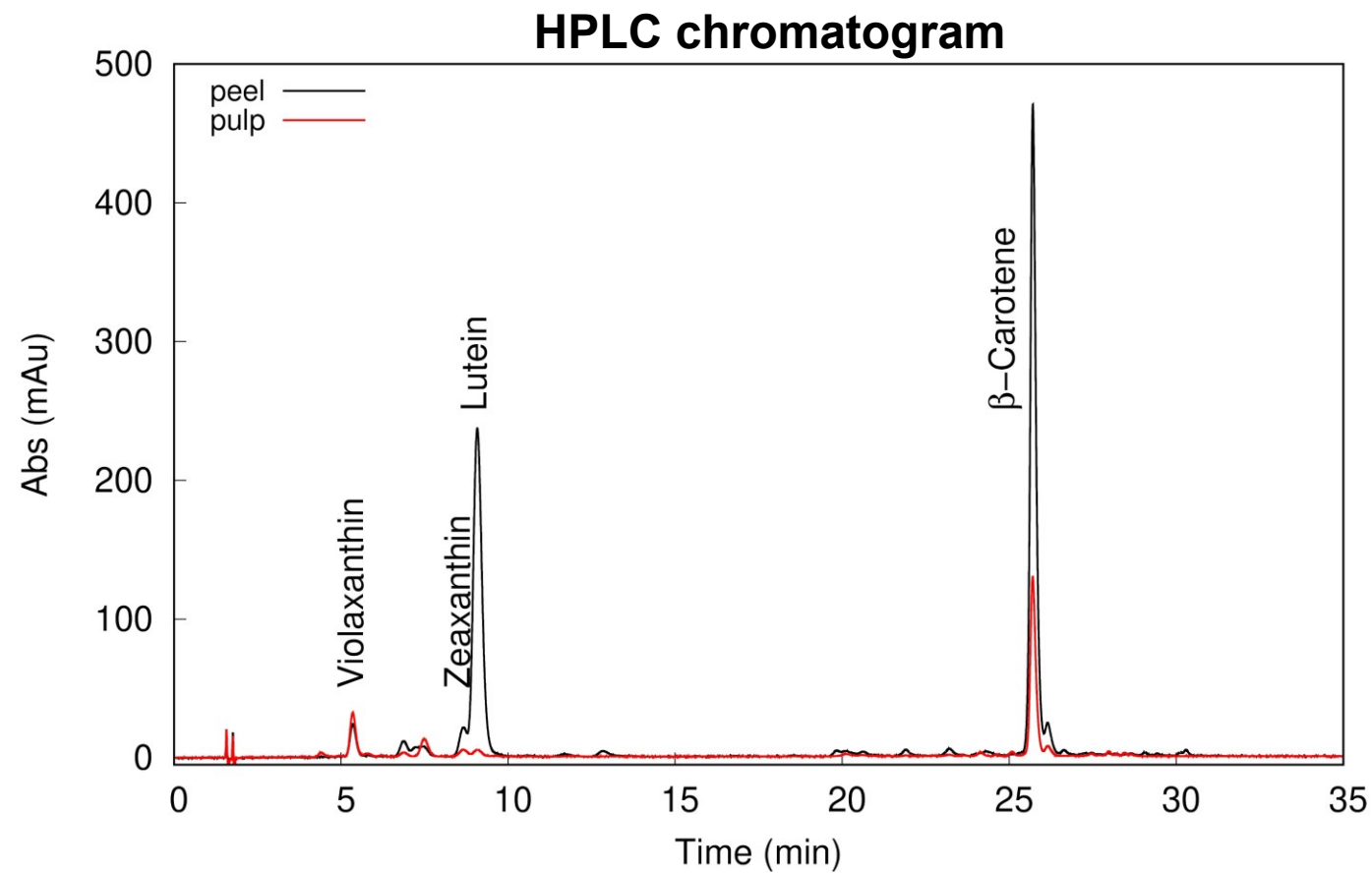


- Column: **YMC Triart Bio C18-S, 150x4.6mm, 5 μ m**
- MPA: **Water**
- MPB: **Dimethyl carbonate/Isopropanol (50:50)**

Green Separation

Usually for carotenoids separation are employed solvents like Acetonitrile and Methanol, and a C30 as a stationary phase.

- Longer analysis
- Hazard solvents



NEXT STEPS

- Apply these methods to more matrices and fruits waste
- Faster and greener extraction by means of Ultrasound Assisted Extraction and use of green solvents
- Validation of the analytical method
- Potential isolation of carotenoids using preparative liquid chromatography

