

Università degli Studi di Napoli Federico II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Produzione di acido lattico in sistemi di fermentazione biologica a colture sospese e adese alimentati con reflui caseari

Relatore

Prof. Ing. Francesco Pirozzi

Correlatore

Ing. Vincenzo Luongo

Candidato

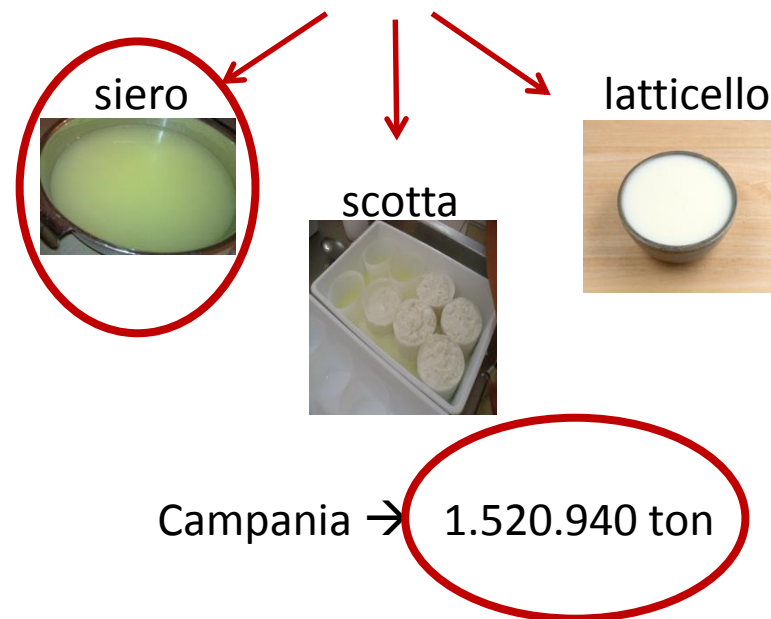
Elisabetta Punzo

M67/273

Prodotti e sottoprodotti dell'industria lattiero-casearia

Tavola L01 - Numero di unità produttive operanti nel settore lattiero-caseario, per tipo .
Dettaglio per regione - Anno 2014 -

Regioni	Centrali del latte	Aziende agricole	Enti cooperativi agricoli	Centri di raccolta	Totale
NORD					
PIEMONTE	71	5	16	4	96
VALLE D'AOSTA/VALLÉE D'AOSTE	13	-	10	-	23
LOMBARDIA	132	9	81	18	240
LIGURIA	9	1	1	1	12
TRENTINO-ALTO ADIGE	12	1	19	-	32
BOLZANO/BOZEN	2	1	6	-	9
TRENTO	10	-	13	-	23
VENETO	74	1	40	13	128
FRIULI-VENEZIA GIULIA	19	-	30	4	53
EMILIA-ROMAGNA	129	35	189	10	363
TOTALE NORD	459	52	386	50	947
CENTRO					
TOSCANA	40	2	6	4	52
UMBRIA	19	-	-	1	20
MARCHE	9	2	2	3	16
LAZIO	58	5	6	18	87
TOTALE CENTRO	126	9	14	26	175
MEZZOGIORNO					
ABRUZZO	25	1	3	3	32
MOLISE	33	1	3	1	38
CAMPANIA	320	11	13	18	362
PUGLIA	221	4	4	7	236
BASILICATA	40	5	1	2	48
CALABRIA	58	5	2	1	66
SICILIA	48	3	4	5	60
SARDEGNA	53	2	19	3	77
TOTALE MEZZOGIORNO	798	32	49	40	919
TOTALE	1383	93	449	116	2041



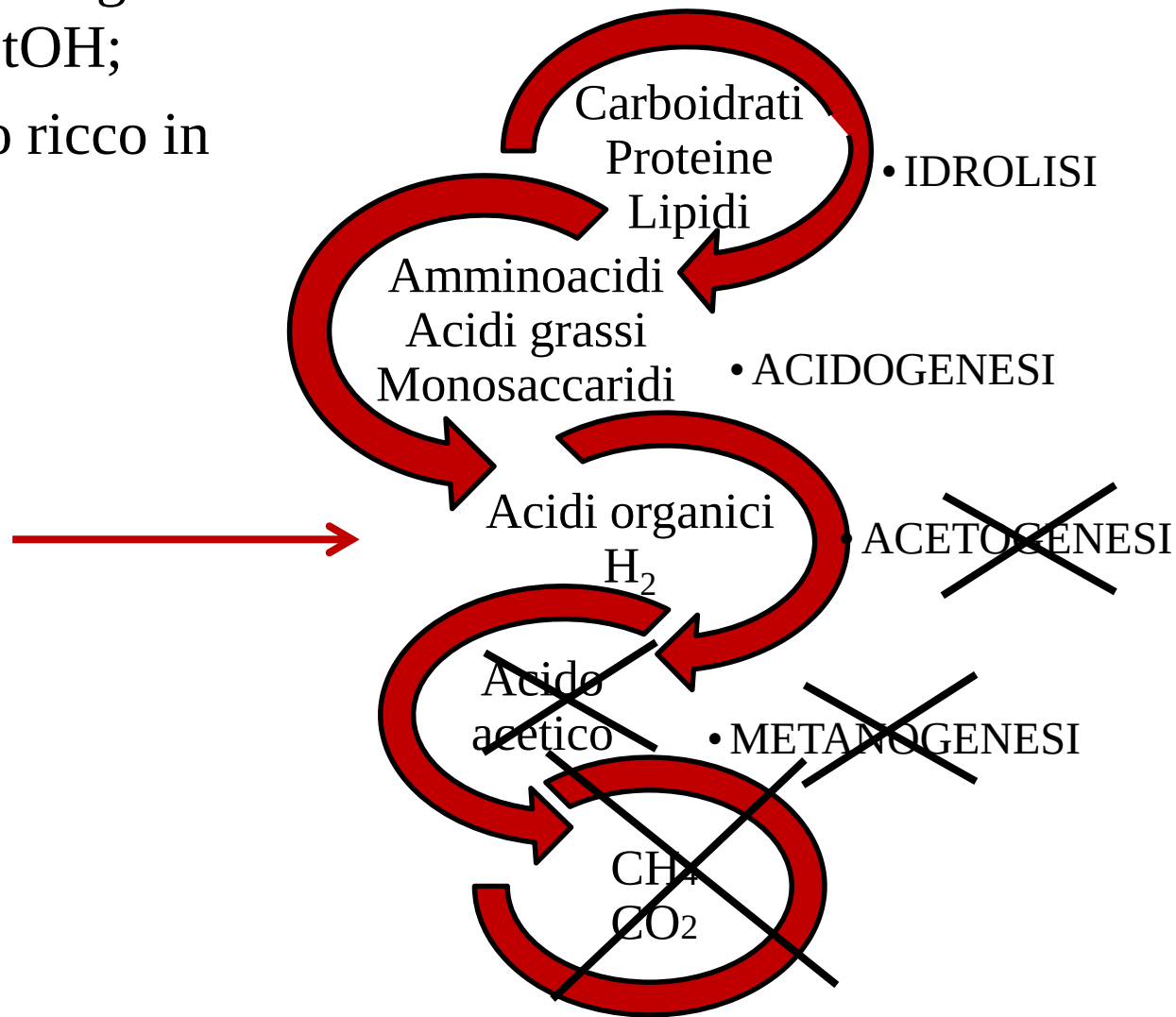
Obiettivo della tesi



- Produzione di acido lattico a partire da biomasse di scarto (reflui caseari);
- Mitigazione dell'impatto ambientale ad essi collegato.

Fermentazione biologica

- Conversione fermentativa anaerobica di substrati organici in biogas, VFAs ed EtOH;
- Richiede un substrato ricco in carboidrati.



Prodotti della fermentazione

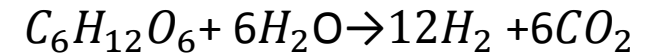
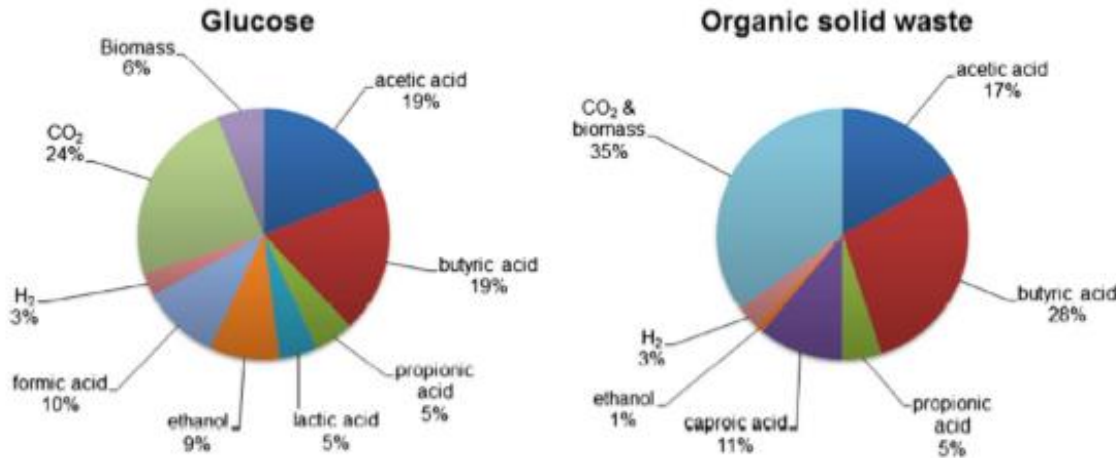
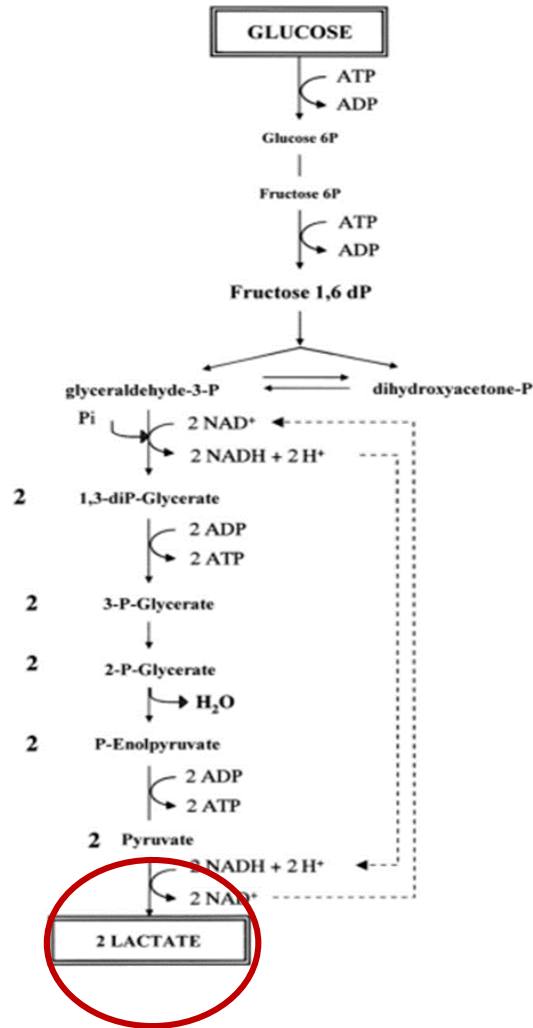


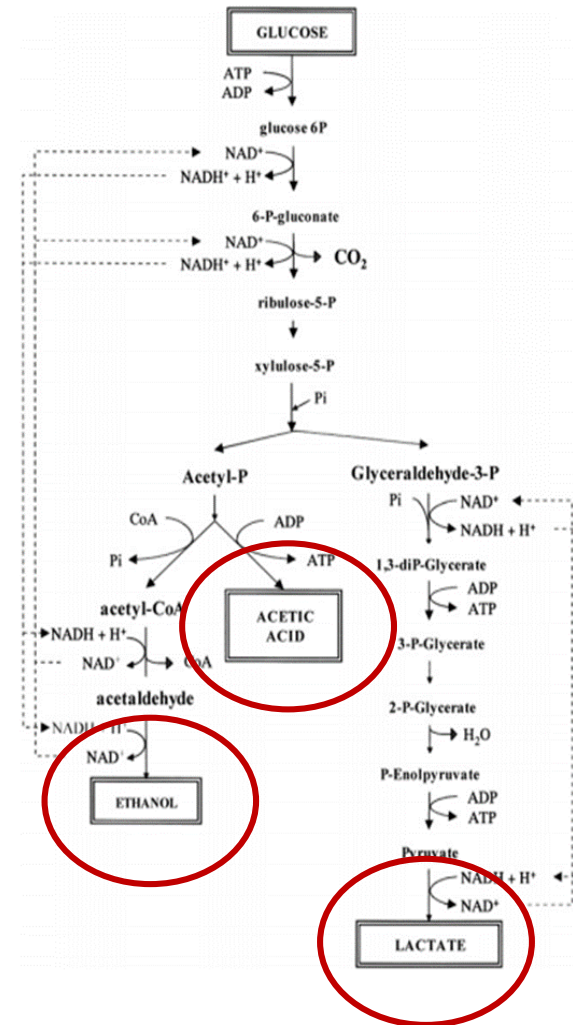
Fig. 2 Dark fermentation average product yield mass percentage of substrate consumed, i.e. gH₂/g solid waste. Glucose plot is based on experimental continuous mixed culture fermentation (Ac

Compound	Price (USD/tonne)	Market size (tonne/year)
Acetic acid	400–800 ^{a,b}	3,500,000 ^a
Butyric acid	2000–2500 ^{a,b}	30,000 ^a
Propionic acid	1500–1700 ^{a,b}	180,000 ^a
Caproic acid	2000–2500 ^{a,b}	25,000 ^a
Lactic acid	1000–2100 ^{a,b}	120,000 ^a
Ethanol	800–2000 ^b	51,000,000 ^c
Formic acid	950–1200 ^{a,b}	30,000 ^a

Tipologie di fermentazione lattica

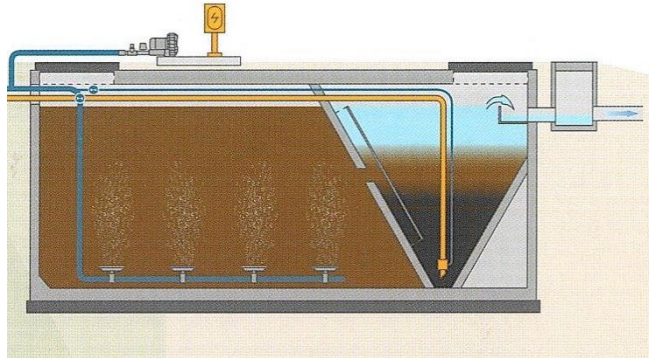


Fermentazione Omolattica



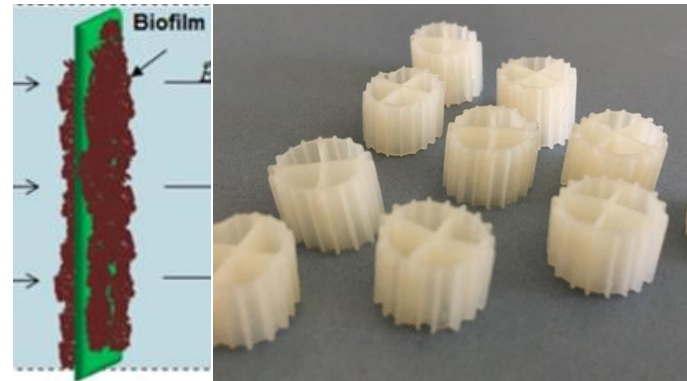
Fermentazione Eterolattica

Tecnologie reattoristiche utilizzate



- Strutture fioccosse in sospensione;
- I microrganismi lavorano con la stessa velocità.

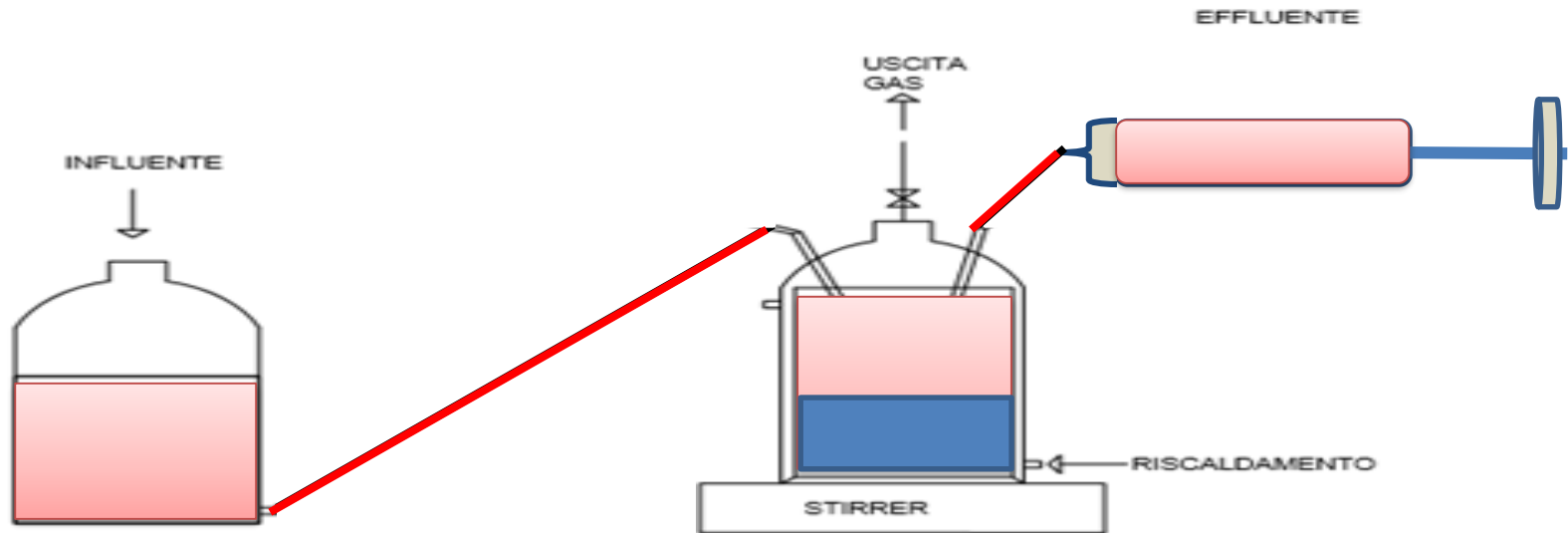
$$OLR \left(\frac{kgSV}{m^3_{reatt} \cdot g} \right) = \frac{Q \left(\frac{m^3}{g} \right) \cdot S \left(\frac{kg}{m^3} \right)}{V(m^3)}$$



- Pellicola biologica adesa a supporti inerti;
- Biofilm a contatto con l'acqua che contiene il substrato da degradare.

$$HTR(g) = \frac{V_{reattore} (m^3)}{Q \left(\frac{m^3}{g} \right)}$$

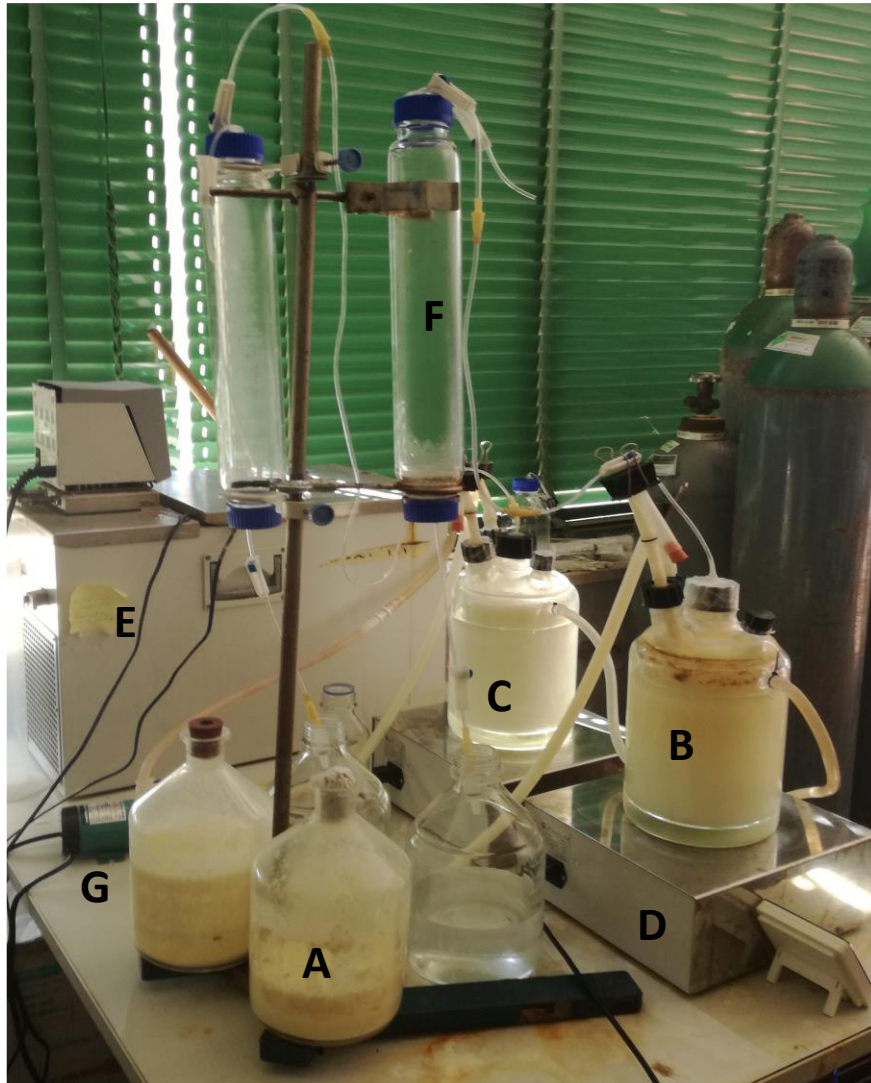
Gestione dei reattori biologici



Supporti inerti: Kaldnes K1

- Produzione e composizione di H_2 ;
- pH;
- COD;
- VFAs e acido lattico.
- Gas Cromatografia;
- pH-metro;
- Ossidazione chimica;
- HPLC.

Strumentazione in scala laboratorio



A : Influyente;

B : Reattore con funzionamento CSTR;

C : Reattore con funzionamento MBBR
(dalla seconda fase);

D : Stirrer;

E : Bagnetto termostato;

F : Pompa;

G : Colonne per la misura del gas.

Fasi sperimentali

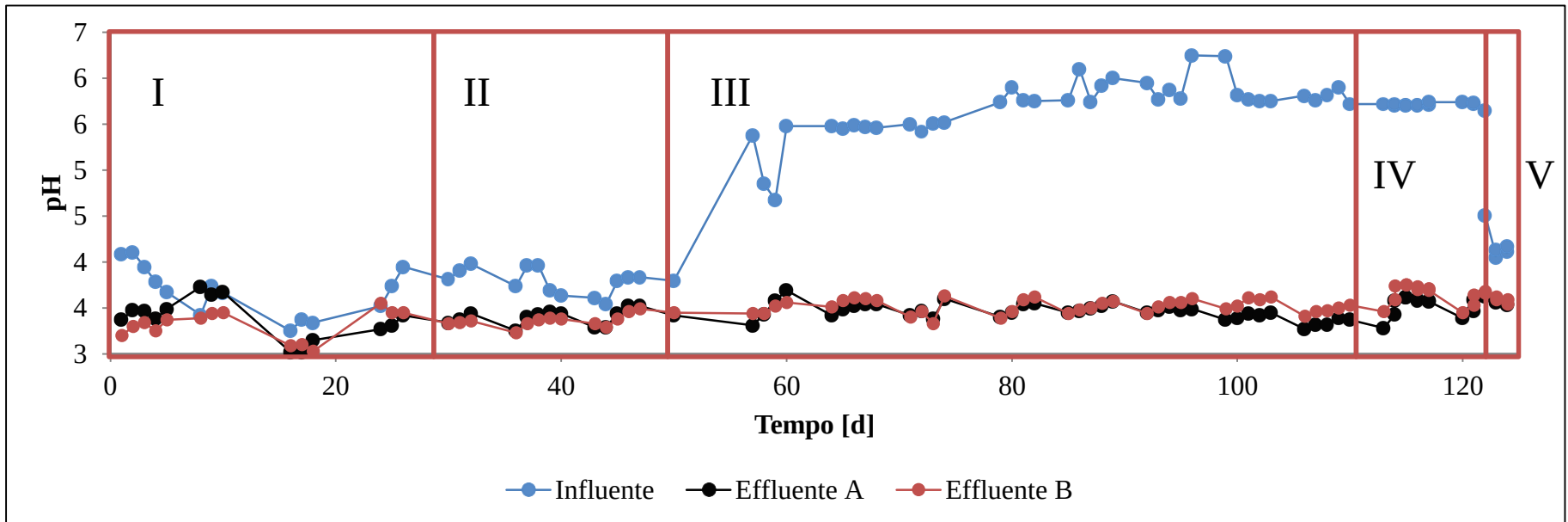
Monitoraggio del funzionamento di due reattori **culture** **sospese**;

Conversione di un reattore CSTR in **MBBR**;

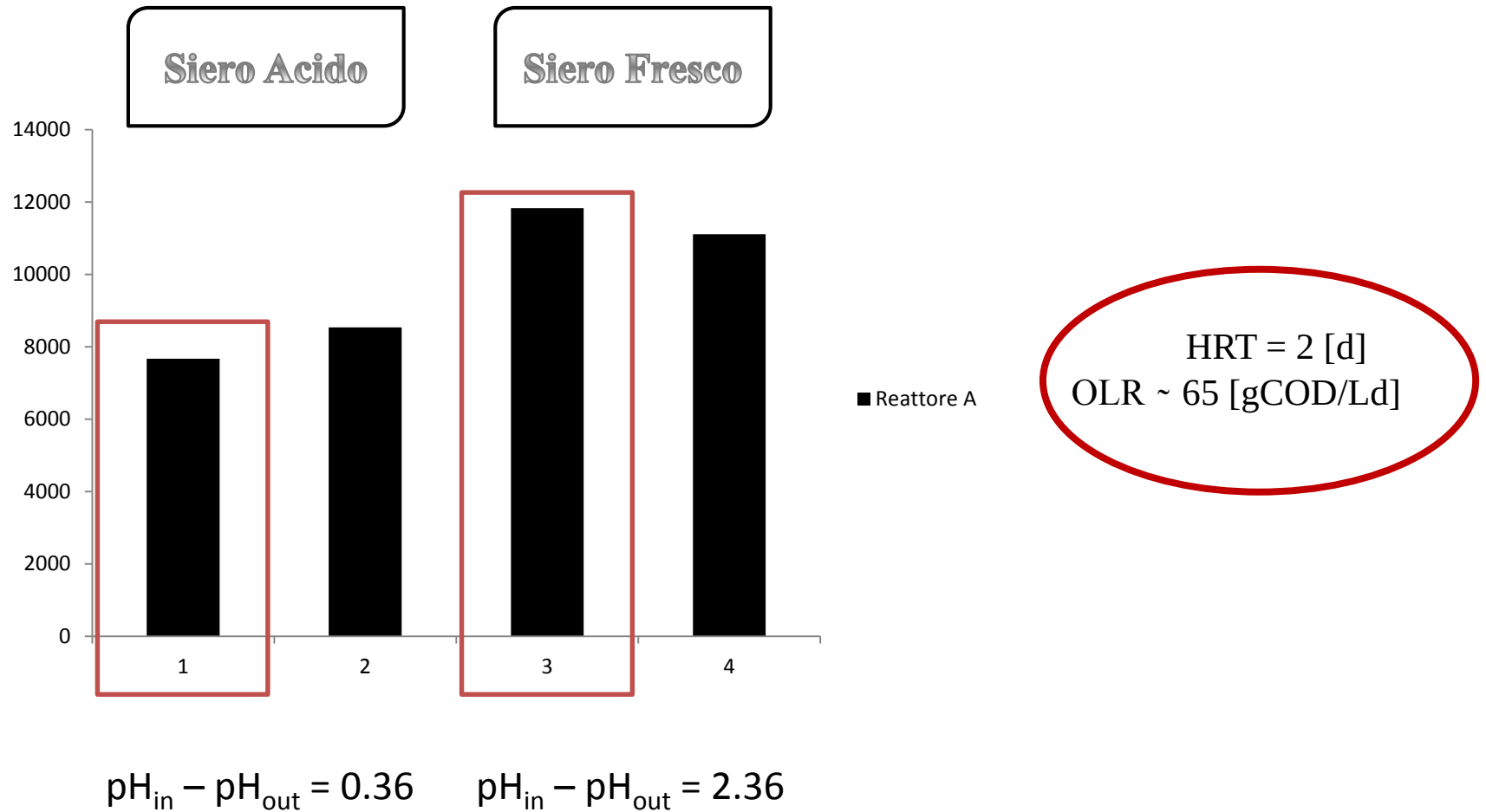
Alimentazione dei reattori con **siero fresco**;

Riduzione dell'**HRT**;

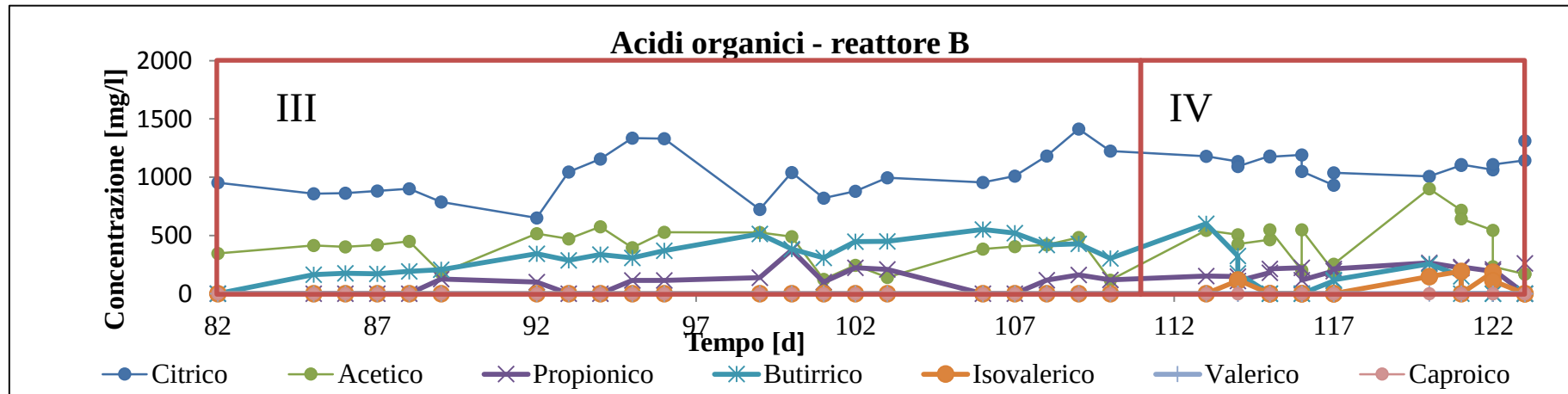
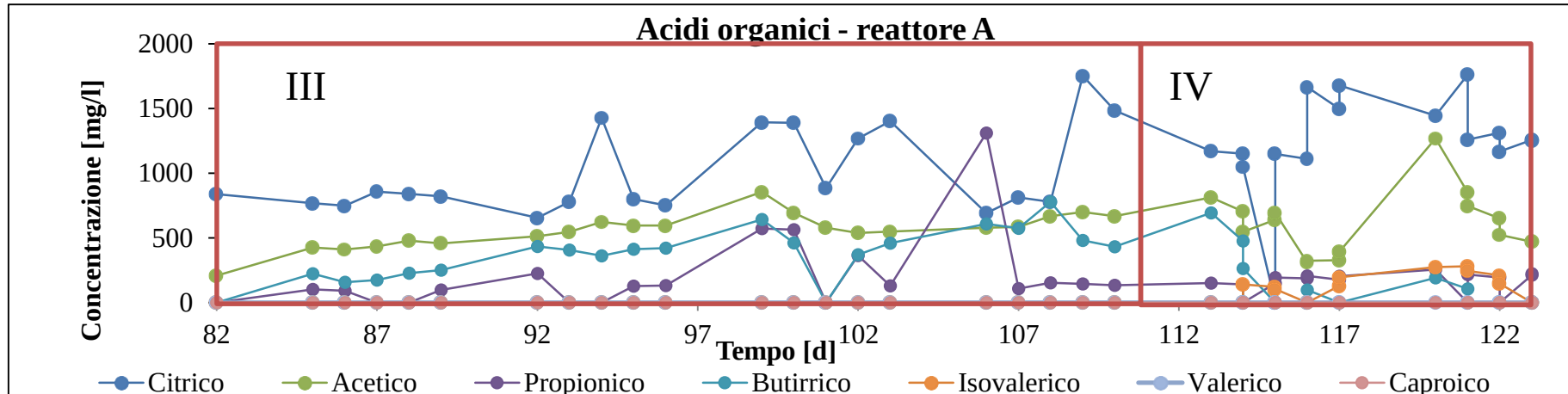
Riduzione ulteriore dell'HRT e utilizzo di un siero stanco (**pH** influente acido).



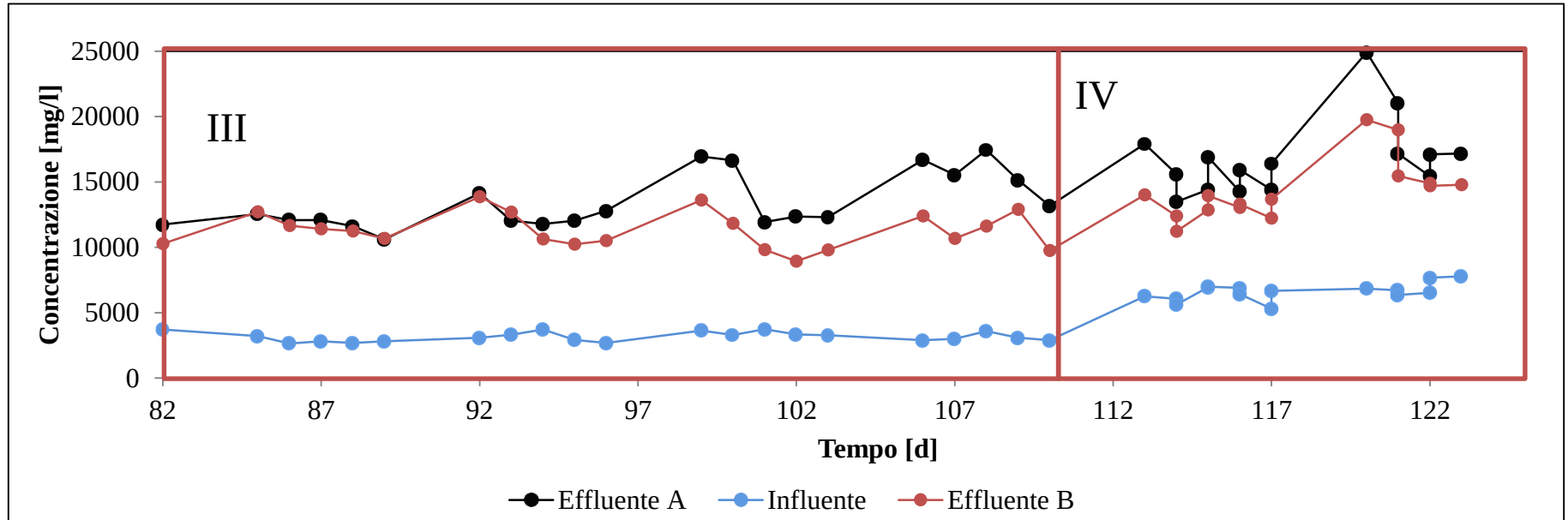
Effetto del pH iniziale del refluo



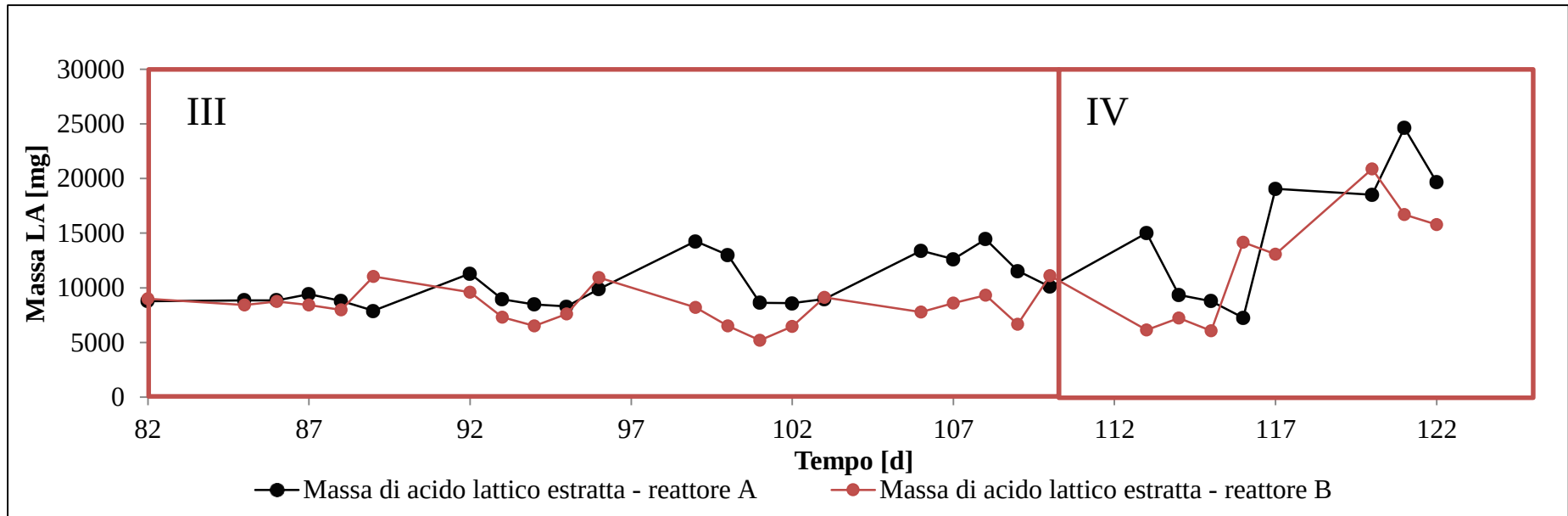
Caratterizzazione effluente liquido



Produzione di Acido Lattico [mg/L]



Massa di acido lattico estratta [mg/d]



LA estratto – reattore A= 24.6 g/d

HRT= 1 giorno



LA estratto – reattore B= 22 g/d

Conclusioni

- È stato effettivamente possibile valorizzare il siero del latte attraverso processi fermentativi;
- Sono state ottenute rese di produzione di acido lattico più elevate al diminuire dell'HRT imposto (massima resa giornaliera di 24.6 g/d per il reattore A e 22 g/d per il reattore B);
- La soluzione a colture sospese è risultata la più performante.

