

Fattori antinutrizionali

FAN: difesa chimica della pianta

- Metabolismo primario
 - Acidi organici (ossalato, ...)
 - Acidi grassi (acido erucico, ...)
 - Aminoacidi (Se-aa, ...)
- Metabolismo secondario
 - Composti fenolici
 - Composti contenenti azoto
 - Terpenoidi

Fattori antinutrizionali

- Presenti negli alimenti di origine vegetale
- Effetti:
 - *antinutrizionali*: riduzione digeribilità, minore assorbimento principi nutritivi
 - *tossici*
 - *stimolo del sistema immunitario*

Fattori antinutrizionali

- *proteine*

inibitori tripsina

lectine

inibitori amilasi

proteine antigeniche

- *polifenoli*

tannini

- *glucosidi*

glucosinolati

- *alcaloidi*

- *fitati*

- *gossipolo*

FAN: principali effetti

<i>FAN</i>	<i>Effetto in vivo</i>
Inibitori proteasi	Riduzione attività enzimi pancreatici Ipertrofia pancreatica Riduzione digeribilità
Lectine	Danno epitelio intestinale Malassorbimento Reazioni immunologiche Tossicità
Inibitori amilasi	Complessi con amilasi salivari e pancreatiche Riduzione disponibilità amido
Proteine antigeniche	Danno epitelio intestinale Risposta immunitaria
Tannini	Complessi con enzimi e proteine alimentari Riduzione digeribilità proteica

FAN: principali effetti

<i>FAN</i>	<i>Effetto in vivo</i>
Acido fitico	Complessi con minerali e proteine Riduzione assorbimento minerali
Vicina/convicina	Anemia emolitica Ridotta fertilità e schiudibilità uova
Glucosinolati	Ridotta produzione T3 e T4 Lesioni renali ed epatiche
Gossipolo	Anemia legata alla formazione di complessi con Fe Ridotto peso uova
Sinapina	Odore di pesce nelle uova
Alcaloidi	Ridotta appetibilità Disturbi nervosi

Fattori antinutrizionali negli alimenti

	inibitori proteasi	tannini	altri
SEMI LEGUMINOSE			
•soia	++/+++		prot. antig.
•pisello	+ /+++	+ /++	lectine
•fava	+	+ /+++ /+++	
•lupino			alcaloidi
ALTRI SEMI			
•colza		+ /++	glucosinolati
•girasole	- /+	+ /++	
•cotone	- /+		gossipolo

Fattori antinutrizionali negli alimenti

	inibitori tripsina	tannini	altri
CEREALI			
•mais, frumento	-/+		
•segale, triticale	-/+/>++		
•orzo	-/+	-/+/>++	
•sorgo	-/+	+/>+++/>++++	

Fattori antinutrizionali

- principali effetti -

INIBITORI PROTEASI

- seme soia ed altre leguminose
- formano complessi con enzimi proteolitici pancreatici
- Kunitz e Bowman-Birk
- effetti:
 - riduzione digeribilità proteica
 - ipertrofia pancreatica (pollo e ratto)
 - aumento fabbisogni met, cys (enzimi pancreatici)

INIBITORI PROTEASI

<i>FAVA</i>	<i>3-6 TIA, mg/g</i>
<i>PISELLO</i>	<i>2-10 TIA, mg/g</i>
<i>LUPINO</i>	<i><1 TIA, mg/g</i>
<i>SOIA</i>	<i>10-60 TIA, mg/g</i>

Determinazione analitica

- *TIA*
- *Attività ureasica – livelli max: 0.2-0.05 Δ pH*
- *Solubilità in KOH*

Fattori antinutrizionali

- principali effetti -

LECTINE

- seme soia ed altre leguminose
- si legano ai carboidrati
- effetti:
 - danni morfofunzionali epitelio intestinale
 - danni organi interni: ipertrofia pancreas, fegato, atrofia timo, muscoli
 - Aumento catabolismo proteine e grassi

Fattori antinutrizionali

- principali effetti -

GLUCOSINOLATI

- colza
- i prodotti dell'idrolisi enzimatica (mirosinasi) hanno attività antinutrizionale
- effetti:
 - alterazione utilizzazione iodio
 - riduzione performance
 - ipertrofia tiroide
 - riduzione livelli ormonali circolanti

Fattori antinutrizionali

- principali effetti -

FITATI

- cereali e sottoprodotti
- formano complessi con cationi
- effetti:
 - ridotta disponibilità minerali

Fattori antinutrizionali

- principali effetti -

TANNINI

- fava, colza, sorgo
- formano legami stabili con proteine, carboidrati, ioni metallici
- effetti:
 - ridotta appetibilità
 - ridotta digeribilità principi nutritivi
 - danni parete intestinale
 - ipertrofia parotide (ratto, topo)

Fattori antinutrizionali

- principali effetti -

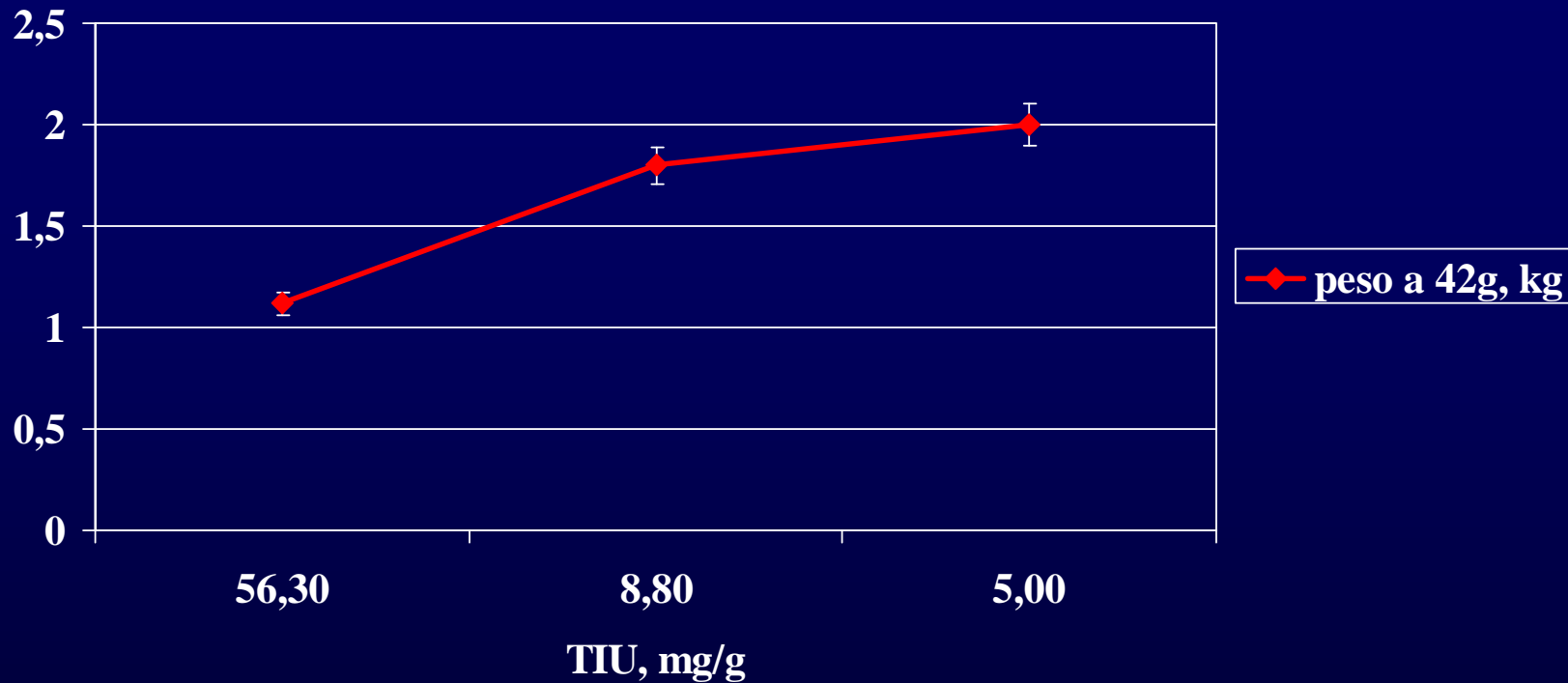
GOSSIPOLO

- cotone
- effetti:
 - anemia a seguito di legami con Fe

ALCALOIDI

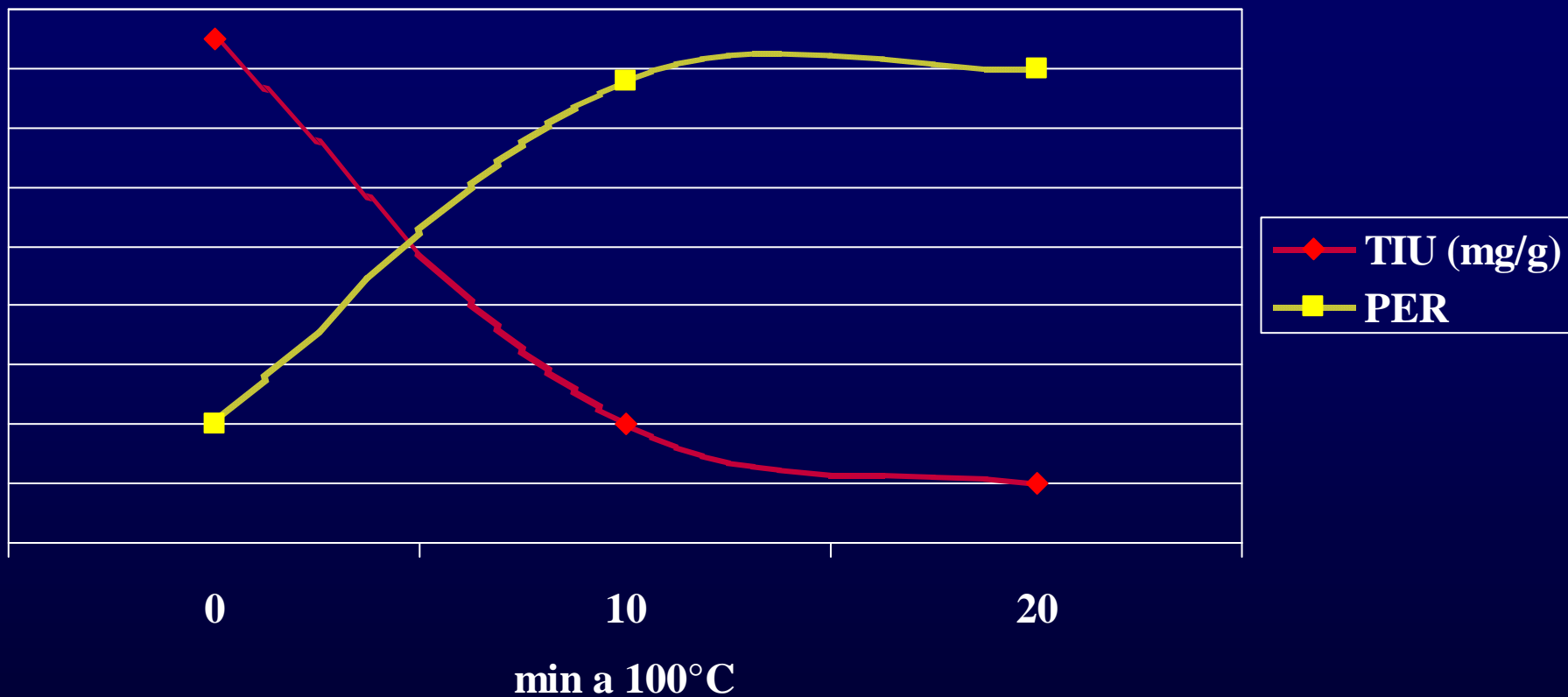
- lupino, pisello
- effetti:
 - Rifiuto alimento, vomito, disturbi nervosi, paralisi, morte

Inibitori delle proteasi soia: quali effetti?



TIU = Trypsin Inhibitor Units

Perché inattivare i FAN?



Fattori antinutrizionali

RIDUZIONE FATTORI ANTINUTRIZIONALI



MAGGIORE QUALITA' NUTRIZIONALE ALIMENTI

- Incrocio, manipolazione genica
- Scelta alimenti e formulazione razioni
- Trattamenti, additivi

Fattori antinutrizionali *- inattivazione -*

Trattamento al calore

- inibitori proteasi
- lectine

Decorticazione semi

- tannini
- fitati

Trattamenti chimici o enzimatici

- tannini
- alcaloidi
- fitati
- glucosinolati
- proteine antigeniche

FAN nella soia: come inattivarli?

	TIA (mg/g)	Lectine (mg/g)	Antigeni (mg/g)
f.e. non tostata	23.9	7.3	610
f.e. leggermente tostata	19.8	4.5	570
f.e. normalmente tostata	3.1	0.05	125
Concentrato in ETOH/H ₂ O	2.5	<0.0001	<0.02

Soia: trattamenti e qualità della proteina

<i>Trattamento</i>	Ureasi, Δ pH	TIA, U/mg	Proteina sol KOH, %	Peso vivo, g
0	2.01	56.3	89	1.11c
113°C - 3'	0.03	8.8	89	1.80b
120°C - 4.5'	0.03	6.3	85	1.92a
130°C - 6.5'	0	5.0	86	2.03a
150°C - 9.5'	0	2.1	69 ←	1.93b

a,b,c nella stessa colonna P<0.05

Ordóñez e Palencia, 1999

Soia: trattamenti e qualità della proteina

	<i>Conc, %</i>	<i>Coeff. Digeribilità, %</i>	
		<i>Tostatura</i>	<i>Estrusione</i>
<i>Proteina</i>	37	81.9	88.1
Lys	2.39	80.3	88.3
Met	0.51	82.3	86.3
Met+Cys	1.06	73.6	81.1
Treo	1.48	78.4	84.4
Try	0.48	83.3	83.3
Arg	2.76	80.1	86.6

Rhone-Poulenc, 1999

Soia: estrusione e qualità della proteina

	Tostatura a secco	Tostatura ad umido	Estrusione
Digeribilità, %			
Lys	78.0	86.3	92.2
Met	71.6	87.8	92.6
Cys	68.6	78.9	92.6

Schang e Azcona, 2000

I trattamenti: attenzione ai danni !

<i>Carboidrati</i>	<i>Proteine</i>	<i>Grassi</i>
<ul style="list-style-type: none">• Reazione di Maillard• Caramellizzazione• Formazione di amido resistente	<ul style="list-style-type: none">• Reazione di Maillard• Formazione LAL/LAN• Deaminazione• Formazione di D-aminoacidi• Denaturazione	<ul style="list-style-type: none">• Ossidazione• Degradazione termica• Isomerizzazione cis/transPolimerizzazione

Digeribilità reale (%) della lisina e proteina solubile: effetto dei trattamenti

	Lys, %	Lys digeribile, %	Proteina sol in KOH, %	
			Kjeldahl	Comassie blue
Soia f.e.				
normale	3.27	91	84	84
moderato overprocessing	2.95	78	68	68
severo overprocessing	2.76	69	55	56
Colza f.e.				
normale	1.78	80	52	54
moderato overprocessing	1.47	62	45	47
severo overprocessing	1.25	45	32	32
Girasole f.e.				
normale	1.43	86	68	68
moderato overprocessing	1.04	54	62	62
severo overprocessing	0.84	43	54	53

moderato overprocessing: 20-30' a 121°C autoclave

severo overprocessing: 40-90' a 121°C autoclave

Parson, 1996

Colza: attenzione ai trattamenti

	Fiocatura	Cottura	Expeller	Solvente/tostatura
Met, %	2.01	2.09	2.07	2.02
digeribilità ileale, %	91a	91a	89ab	85c
Lys %	6.05a	6.04a	5.98a	5.28b
digeribilità ileale, %	88a	87a	86a	79b
Cys %	2.31	2.34	2.23	2.10
digeribilità ileale, %	83a	82ab	79ab	65c

a,b, nella stessa riga $P < 0.05$

Newkirk et al., 2003

Colza: come varia la disponibilità AA (mg/g assunto) a seguito di un trattamento termico?

	<i>Trattamento termico umido (min)</i>			
	0	15	45	90
Met	915a	885b	860b	787c
Lys	823a	-18% 762b	709c	533d
Threo	801a	775b	799a	653c
Leu	861a	847ab	828b	756c
Ileu	828a	819a	792a	718b
Try	847a	830a	831a	749b
His	840a	859a	853a	780b
AA totali	877a	860ab	843b	765c

a,b,c,d nella stessa riga P<0.05

Undi et al., 1996

Presenza di diversi “fattori antinutrizionali” nelle farine proteiche

<i>Ingredienti</i>	<i>Fattori antinutrizionali</i>
Soia	Inibitori proteasi*, allergeni*, oligosaccaridi, fitina, lectine*, saponine
Colza (B. Napus)	Acido erucico, glucosinati, tannini, pectine, oligosaccaridi (NSP 46%)
Ravizzone (B.campestris)	Glucosinati, pectine, oligosaccaridi (NSP 18%)
Cotone	Gossipolo (0.06-0.18%)**, tannini (27% fibra, 50-60% NSP)
Glutine di mais	Micotossine

* Inattivazione con processi termici, ** Sensibile processi termici ed estrattivi

Swick, 2001

Presenza di diversi “fattori antinutrizionali” nelle farine proteiche

<i>Ingredienti</i>	<i>Fattori antinutrizionali</i>
Girasole	Acido clorogenico, fibra
Pesce	Grassi ossidati, alto contenuto in minerali, amine biogene
Arachidi	Micotossine, inibitori proteasi*, tannini, oligosaccaridi, lectine
Cocco	Fibra, galattomannani

* Distrutto durante i processi termici

Swick, 2001