



PISELLO GIALLO
Aspetti nutrizionali
e di salute

Documento tecnico-scientifico

Sommario

<i>Elementi di botanica.....</i>	2
<i>Composizione ed interesse nutrizionale dei piselli</i>	3
Proteine.....	3
Carboidrati	4
Vitamine e minerali.....	5
Composti anti-nutrizionali	5
<i>Impieghi nutrizionali ed industriali dei piselli: focus sul pisello giallo.....</i>	6
<i>Effetti diretti di salute del pisello giallo.....</i>	10
<i>Allergenicità.....</i>	12
<i>Conclusioni.....</i>	13
<i>Bibliografia</i>	14

Elementi di botanica

Il pisello (*Pisum sativum* L) appartiene alla famiglia delle *Fabaceae*. È una pianta erbacea rampicante annuale, di coltivazione antichissima (alcune fonti ne documentano la presenza in Medioriente già 8-9.000 anni fa), utilizzata costantemente nell'alimentazione dell'uomo e degli animali domestici e da allevamento.

L'apparato radicale è a fittone, molto ramificato. Le radici presentano delle nodosità che ospitano un batterio (*Rhizobium leguminosarum*) in grado di procedere alla fissazione dell'azoto dell'aria; questo processo, che consente alla pianta di sintetizzare in maniera più efficiente i derivati azotati, come gli aminoacidi, ne spiega la ricchezza in proteine. Come in tutte le leguminose, le riserve nutritive a disposizione dell'embrione sono contenute nei due cotiledoni emisferici che rappresentano la quasi totalità del volume dei semi (e cioè dei piselli). A maturità i piselli possono essere di colore verde pallido e ricchi di clorofilla, ovvero biancastri, gialli o bruni. La pianta non è resistente a temperature troppo rigide (Cousin, 1997).

La letteratura scientifica classifica in maniera piuttosto varia le specie e le sottospecie di questi legumi (Roy *et al.*, 2010). In generale si possono distinguere in base alla destinazione d'uso il pisello fresco, per il consumo diretto, il pisello da pieno campo per l'industria conserviera (inscatolamento, surgelazione), e il pisello per granella secca per alimentazione umana o zootecnica. Il pisello giallo è una varietà che si caratterizza per la colorazione del seme ed è ampiamente coltivata in nord America e soprattutto in Canada (Taherian *et al.*, 2012).

Composizione ed interesse nutrizionale dei piselli

I piselli, come tutti i legumi, sono un'importante fonte di proteine, di amido, di fibre, di vitamine e minerali. Contengono in particolare quantità significative di alcuni aminoacidi essenziali (lisina, leucina) o semi-essenziali (arginina). Sono per questo motivo considerati complementari ai cereali, essendo in grado di compensare le carenze o l'assenza di aminoacidi tipiche delle proteine di questi ultimi (Boye *et al.*, 2010). I legumi (e quindi anche i piselli) sono inoltre caratterizzati da specifici composti bioattivi, alcuni dei quali noti come anti-nutrienti.

Proteine

Sono presenti soprattutto nei cotiledoni; il contenuto proteico del pisello può variare dal 23 al 31% in peso, in base alla specie e ai trattamenti fisici e termici (ad esempio: frazionamento, cottura) cui il pisello è stato sottoposto (Boye *et al.*, 2010).

Tabella 1. Contenuto aminoacidico in proteine isolate di pisello (Velayudhan *et al.*, 2018).

Aminoacidi essenziali %	
Arginina*	5,56
Fenilalanina	4,00
Isoleucina	3,05
Istidina	1,66
Leucina	5,67
Lisina	4,81
Metionina	0,70
Treonina	2,33
Valina	3,06
Aminoacidi non essenziali %	
Alanina	2,97
Acido aspartico	7,73
Cisteina	0,68
Acido glutammico	12,43
Glicina	2,50
Prolina	2,91
Serina	3,26
Tirosina	2,00

*Aminoacido semi-essenziale

Le albumine, che rappresentano circa il 15-25% delle proteine del pisello, contengono piccole quantità di alcune proteine ad attività enzimatica (lipossigenasi, lectine, inibitori delle proteasi); le globuline rappresentano invece il 50-60% delle proteine totali.

Le proteine del pisello hanno un profilo aminoacidico quasi completo (tabella 1), molto simile a quello della soia, che attualmente, anche per la sua completezza, è una delle fonti proteiche di origine vegetale più utilizzate in tutto il mondo (Taherian *et al.*, 2012). Le proteine del pisello sono in realtà più ricche di arginina e lisina di quelle della soia; il contenuto di metionina, treonina, triptofano e cisteina è invece modesto, come in qualunque altro legume. Numerosi studi effettuati *in vitro* hanno dimostrato come le proteine del pisello siano più digeribili di quelle della soia (Dahl *et al.*, 2012). Sono relativamente ricche anche in aminoacidi a catena ramificata (isoleucina, valina, leucina), che corrispondono all'11-12% degli aminoacidi totali (e quindi a 2,5-3 grammi per 100 g di prodotto fresco) e sono molto apprezzati da chi pratica attività sportiva: la loro captazione diretta da parte dei muscoli svilupperebbe un effetto ergogenico diretto, contribuirebbe al ripristino del muscolo dopo lo sforzo, e sembrerebbe ritardare la comparsa della sensazione di fatica durante lo sforzo.

Carboidrati

Sono i principali componenti dei piselli (di cui rappresentano in media il 50% circa in peso); amido e fibra corrispondono rispettivamente al 50% e al 20% dei carboidrati totali.

L'amido del pisello è di digestione difficoltosa per l'uomo; la presenza di amilosio (meno digeribile dell'altro componente principale degli amidi, l'amilopectina, per la sua struttura non ramificata ed avvolta ad elica che lo rende meno attaccabile dagli enzimi amidolitici) è maggiore rispetto ai cereali; nel pisello sono inoltre presenti alcuni anti-nutrienti, che inibiscono l'azione degli enzimi coinvolti nella digestione dei carboidrati e quindi dell'amido, rallentando ulteriormente il processo.

I trattamenti di cottura in acqua, inducendo la cosiddetta "gelatinizzazione dell'amido", ne modificano la struttura da semi-cristallina in una forma più amorfa, maggiormente attaccabile dagli enzimi amidolitici, e quindi più digeribile. Per la loro ricchezza in amilosio gli amidi dei legumi sono tuttavia facilmente retrogradabili (in altre parole, recuperano parte della struttura cristallina, meno digeribile, con il raffreddamento).

La fibra, presente nel baccello e nelle pareti dei cotiledoni, è soprattutto del tipo insolubile (cellulosa) o scarsamente solubile (emicellulosa); è comunque buono anche il contenuto di pectine (fibre solubili), metabolicamente più interessanti delle insolubili.

Grazie al tenore di fibra ed alla relativa ricchezza in amilosio i piselli hanno un indice glicemico piuttosto basso (da 25 a 35 circa, per i piselli secchi ed i piselli freschi, rispettivamente, rispetto al pane bianco): il

rilascio cioè di glucosio nel sangue, dopo il consumo e la digestione, è relativamente lento, evitando la formazione di picchi della glicemia e la conseguente risposta insulinemica. Il basso indice glicemico rappresenta, come è noto, una caratteristica nutrizionale favorevole degli alimenti, associata alla prevenzione del diabete di tipo 2 e, sebbene più blandamente, di patologie gravi come le malattie cardiovascolari ed alcuni tumori (Dahl *et al.*, 2012, Augustin *et al.*, 2015).

Vitamine e minerali

I piselli contengono ed apportano anche vitamine, soprattutto del gruppo B (tiamina e riboflavina) e C e minerali, come fosforo, potassio, ferro e in misura minore calcio. La biodisponibilità delle vitamine e dei minerali può essere ridotta per la ricordata presenza di anti-nutrienti (Dahl *et al.*, 2012).

Composti anti-nutrizionali

Vengono suddivisi in due gruppi principali: composti anti-nutrizionali di natura proteica - lectine, inibitori della tripsina, inibitori della chimotripsina - e composti anti-nutrizionali di natura non proteica – alcaloidi, acido fitico, composti fenolici (tannini, saponine).

La denominazione “anti-nutrizionale” è dovuta alla capacità di questi composti di legarsi ai nutrienti presenti nell’alimento (o agli enzimi che li metabolizzano, o alla superficie dei microvilli intestinali) riducendone l’assorbimento e quindi la biodisponibilità; per questo motivo si raccomanda il consumo dei legumi nell’ambito di una dieta varia ed equilibrata, nella quale i nutrienti siano presenti anche in forme a maggiore biodisponibilità.

Tuttavia, studi clinici recenti hanno dimostrato come alcuni di questi anti-nutrienti, in particolare i composti fenolici e gli alcaloidi, possano essere dotati, oltre che di effetti di protezione e difesa della pianta (che rappresentano il motivo principale della loro produzione da parte della pianta stessa), anche di elevata attività antiossidante ed anti-infiammatoria, che può essere trasmessa al consumatore. Le lectine, che tendono a legarsi all’epitelio intestinale limitandone le capacità assorbitive, agirebbero invece da immunomodulatori, migliorando le attività del sistema immunitario, aumentando l’attività cellulare, la sintesi di anticorpi e la regolazione delle citochine (molecole proteiche la cui principale funzione è di segnale di comunicazione fra le cellule del sistema immunitario e diversi organi e tessuti) (Roy *et al.*, 2010).

Impieghi nutrizionali ed industriali dei piselli: focus sul pisello giallo

L'elevato contenuto di proteine di buona digeribilità e caratterizzate da un buon profilo aminoacidico, il contenuto di amido e fibra, vitamine e minerali, e l'assenza o il modesto contenuto di allergeni significativi, rendono il pisello una buona fonte di nutrienti e una valida alternativa alle altre fonti proteiche.

Le moderne tecniche di produzione e di lavorazione hanno inoltre permesso di migliorare la digeribilità dei nutrienti contenuti nei piselli, rendendoli più biodisponibili. È il caso degli alfa-galattoligosaccaridi, costituiti da un piccolo numero di unità di galattosio legate in corte catene. L'uomo è privo dell'enzima alfa-galattosidasi, in grado di idrolizzare questi oligosaccaridi, che quindi non vengono digeriti, provocando produzione di CO₂ da parte del microbiota intestinale, e quindi gonfiore intestinale e meteorismo.

Kadlec e coll. (2001) hanno dimostrato come un ulteriore trattamento termico al microonde, seguito da essiccamento a circa 80 °C, possa migliorare il profilo nutrizionale di piselli (in particolare dei piselli gialli) ottenuti per germinazione in piastre con acqua distillata (durante la fase di germinazione dei piselli sono attivi gli enzimi alfa-galattosidasi), riducendo la presenza di alfa-galattoligosaccaridi, e quindi aumentandone la digeribilità. Anche la digeribilità di amidi e proteine può essere migliorata mediante trattamenti a raggi infrarossi o di micronizzazione.

L'ultrafiltrazione, tecnica utilizzata soprattutto nell'industria lattiero casearia, si è dimostrata efficace per l'isolamento delle proteine dei piselli (Taherian *et al.*, 2012), ormai piuttosto utilizzate come ingrediente dall'industria.

È interessante osservare come il pisello giallo, più del pisello verde, si presti ad essere sottoposto a trattamenti fisici e termici, senza ripercussioni negative sul contenuto in nutrienti (Wray & Cenkowski, 2002), ma con effetti positivi, come l'aumento della digeribilità della frazione proteica, sempre rispetto al pisello verde (tabella 2).

Tabella 2. Confronto del contenuto aminoacidico dei piselli giallo e verde sottoposti a vari trattamenti fisici e termici (Nosworthy *et al.*, 2017).

	THR	VAL	MET +CYS	ILE	LEU	PHE +TYR	HIS	LYS	TRP
Caseina	1,14	1,66	1,03	1,59	1,47	1,73	1,67	1,39	1,13
Pisello giallo									
Estruso	1,09	1,30	0,79	1,43	1,17	1,21	1,47	1,23	0,72
Bollito	1,13	1,37	0,80	1,54	1,30	1,28	1,46	1,30	0,78
Stufato	1,11	1,36	0,79	1,48	1,21	1,20	1,52	1,19	0,87
Pisello verde									
Estruso	1,04	1,26	0,83	1,29	1,10	1,20	1,45	1,16	0,81
Bollito	1,10	1,37	0,82	1,52	1,30	1,35	1,49	1,29	0,88
Stufato	1,05	1,24	0,85	1,37	1,13	1,20	1,44	1,22	0,88

La tabella precedente conferma come gli aminoacidi metionina, cisteina e triptofano siano quelli presenti in minor quantità (caratteristica di tutti i legumi).

La composizione amminoacidica delle proteine isolate del pisello giallo e della soia, nonché di alcuni alimenti di origine animale per raffronto, è presentata nella tabella 3.

Tabella 3. Contenuto di aminoacidi essenziali e non (espressi in g/100g) in proteine isolate di: soia, pisello giallo, siero di latte, caseina e uovo (Gorissen *et al.*, 2018).

AA essenziali	Soia	Pisello giallo	Siero di latte	Latte	Caseina	Uovo
Treonina	2,3	2,5	5,4	3,5	2,6	2,0
Metionina	0,3	0,3	1,8	2,1	1,6	1,4
Fenilalanina	3,2	3,7	2,5	3,5	3,1	2,3
Istidina	1,5	1,6	1,4	1,9	1,7	0,9
Lisina	3,4	4,7	7,1	5,9	4,6	2,7
Valina	2,2	2,7	3,5	3,6	3,0	2,0
Isoleucina	1,9	2,3	3,8	2,9	2,3	1,6
Leucina	5,0	5,7	8,6	7,0	5,8	3,6
ΣEAA*	19,9	23,6	34,1	30,3	24,8	16,5
AA non essenziali						
Serina	3,4	3,6	4,0	4,0	3,4	3,3
Glicina	2,7	2,8	1,5	1,5	1,2	1,4
Acido Glutammico	12,4	12,9	15,5	16,7	13,9	5,1
Prolina	3,3	3,1	4,8	7,3	6,5	1,8
Cisteina	0,2	0,2	0,8	0,2	0,1	0,4
Alanina	2,8	3,2	4,2	2,6	2,0	2,6
Tirosina	2,2	2,6	2,4	3,8	3,4	1,8
Arginina	4,8	5,9	1,7	2,6	2,1	2,6
ΣNEAA**	31,9	34,4	34,9	38,6	32,5	19,0

*Somma di tutti gli aminoacidi essenziali. **Somma di tutti gli aminoacidi non essenziali

In uno studio comparativo condotto su diverse varietà di legumi, al pisello giallo è stato attribuito uno dei punteggi più elevati in termini di digeribilità proteica (Tabella 3), espressa come PDCAAS (un parametro per valutare la qualità delle proteine, che si basa sia sul fabbisogno umano di amminoacidi e sia sulla capacità di digerire le proteine consumate con gli alimenti, con valori che variano da 0 - bassissima digeribilità - a 1 - il valore più alto possibile, indice di completa digeribilità) (Nosworthy *et al.*, 2017).

Tabella 3. Valori PDCAAS di legumi cotti (Nosworthy *et al.*, 2017).

Legume	PDCAAS
Fagioli rossi	0,549
Fagioli cannellini	0,667
Lenticchie verdi	0,628
Lenticchie rosse	0,538
Pisello giallo	0,643
Pisello verde	0,500
Fagioli neri	0,534
Ceci	0,519
Fagiolo pinto	0,590
Caseina	1

Ai nutrizionisti è ben noto che legumi e cereali insieme, come si ricordava, forniscono tutti gli aminoacidi essenziali: per questo motivo il consumo delle due categorie di vegetali in associazione è considerato alternativo al consumo di prodotti di origine animale, consentendo di mantenere lo stesso profilo nutrizionale, non solo per quanto riguarda la quota proteica, ma anche in termini di vitamine e minerali (Boye *et al.*, 2010), con un impatto ambientale probabilmente ben più contenuto. Non è probabilmente casuale, al proposito, la ricchezza nella cucina tradizionale di piatti che prevedano la contemporanea presenza di queste due fonti proteiche, di fatto funzionalmente complementari (pasta e fagioli, riso e piselli, ecc.).

Recentemente si è diffuso tra il pubblico, e quindi sul mercato, l'uso di bevande a base vegetale, spesso impropriamente definite "latte", impiegate anche come sostituti del latte vaccino tra i soggetti intolleranti, o allergici, o con preferenze specifiche al proposito (vegetariani, vegani ecc.).

Il confronto tra bevande vegetali di diverso tipo e latte vaccino è stato oggetto di uno studio recente (Vanga & Raghavan, 2018). Il profilo nutrizionale che più si avvicina a quello del latte vaccino è quello del cosiddetto latte di soia, che tuttavia, come la bevanda a base di mandorla, presenta un rilevante potenziale allergenico. Le bevande a base di riso e di cocco invece, per quanto prive di allergeni, sono carenti di

specifici nutrienti. La bevanda ottenuta dal pisello giallo appare in questo contesto interessante, in quanto molto simile sul piano compositivo alla bevanda a base di soia, ma con la caratteristica di essere priva di componenti ad elevato potere allergizzante.

Alcune caratteristiche delle bevande vegetali sono esaminate comparativamente nella tabella 4. I dati relativi al pisello giallo sono tratti da Dahl *et al.*, 2012.

Tabella 4. Bevande vegetali a confronto con il latte vaccino: pro e contro (modif. da Vanga & Raghavan, 2018)

	Mandorla	Cocco	Riso	Soia	Pisello giallo
Pro	Meno calorico	Meno calorico	Stesso contenuto energetico	Ricco di proteine	Ricco di proteine
	Sapore buono	Sapore buono		Ricco di nutrienti	Meno calorico
	Ricco di nutrienti				Sapore buono
					Ricco di nutrienti
					Privo di allergeni
Contro	Allergia alla mandorla	Basso contenuto proteico	Ricco di zuccheri	Sapore poco invitante	
		Ricco di grassi (acidi grassi saturi)	Scarsità di nutrienti	Allergia alla soia	

Effetti diretti di salute del pisello giallo

In letteratura sono disponibili i risultati di alcuni studi condotti con diverse preparazioni a base di pisello giallo, con l'obiettivo di identificarne possibili effetti favorevoli sulla salute dell'uomo, e quindi un possibile impiego come alimento e/o ingrediente funzionale.

Gli studi effettuati su modelli animali suggeriscono potenzialità del pisello giallo nella modulazione del microbiota intestinale, del controllo glicemico e insulinico e nel mantenimento del peso corporeo.

Nello studio condotto da Marinangeli e coll. (2011) è stato valutato l'effetto della farina di pisello giallo in un campione di 45 criceti alimentati con una dieta ad alto tenore di colesterolo, integrata con farina intera o farina frazionata di pisello giallo. Al termine del periodo di studio, è stato possibile osservare come l'intake di farina di pisello giallo riducesse i livelli di insulina e di glucosio nel sangue e migliorasse la flora microbica intestinale, probabilmente attraverso un effetto prebiotico. Non si è osservato invece alcun effetto sui livelli circolanti di colesterolo e trigliceridi.

Effetti favorevoli sono stati confermati nello studio di Eslinger (2014) su ratti trattati con una dieta obesogenica *ad libitum*. Nonostante alcune limitazioni dello studio, è stato possibile concludere come il consumo di legumi come il pisello giallo, e in particolare della loro frazione proteica e fibrosa, possa prevenire l'aumento ponderale e modulare il microbiota intestinale, diminuendo il rapporto *Firmicutes/Bacteroidetes*.

Gli studi condotti nell'animale hanno fornito i presupposti per esaminare il ruolo di diversi componenti del pisello giallo nell'uomo.

Gli effetti del consumo per 12 settimane di muffin alla banana o alla mela preparati con farina integrale o farina frazionata di piselli gialli sono stati esaminati da Marinangeli & Jones (2011) in un campione di 29 soggetti adulti ipercolesterolemici, sovrappeso, non in trattamento farmacologico e senza precedenti disturbi cardiaci di qualunque tipo. Gli autori hanno osservato come i soggetti che avevano consumato i muffin preparati con la farina intera o frazionata di pisello giallo mostrassero valori ridotti dell'insulinemia basale, probabilmente per una riduzione dell'insulino-resistenza, stimata mediante l'indice HOMA, rispetto al gruppo che consumava muffin preparati con farina di grano. Tale effetto va probabilmente attribuito al contenuto di fibra dei due tipi di farina di pisello giallo (Marinangeli & Jones 2011).

Lambert e coll. (2014) hanno studiato il complesso degli effetti metabolici del pisello giallo, concludendo che questo legume può essere considerato un importante alimento funzionale nel mantenimento del peso forma, nel controllo glicemico, e un nutriente per il microbiota intestinale, per la sua ricchezza in fibra.

Risultati quantitativamente modesti, ma statisticamente significativi, sono emersi da uno studio condotto su soggetti adulti sovrappeso/obesi che hanno assunto wafer arricchiti con fibra di pisello giallo (15 g per porzione) o wafer isocalorici ma senza fibra di pisello (placebo) (Lambert *et al.*, 2017). Il consumo di wafer

con farina di pisello giallo è risultato associato a una migliore composizione corporea e a un migliore profilo metabolico, con una ridotta ma significativa perdita di peso, da attribuire alle proprietà della fibra di indurre sazietà, con conseguente riduzione di intake degli alimenti.

Uno studio recente (Mayengbam *et al.*, 2019), conferma le proprietà della fibra di pisello giallo impiegata come ingrediente dei wafer, che sarebbe in grado di migliorare il microbiota intestinale.

Smith nel 2012 e successivamente Mollard nel 2014 hanno indagato in un gruppo di uomini sani se il consumo delle sole proteine o delle fibre del pisello giallo, addizionate ad un alimento, potessero influenzare positivamente la glicemia, la risposta insulinica e la percezione di sazietà. La valutazione è stata fatta a 30 e 120 minuti dall'assunzione del pasto sperimentale: è stato osservato come dopo 30 minuti si avessero il picco più elevato di concentrazione di aminoacidi e la maggiore risposta insulinica; entrambi gli effetti si esaurivano dopo 120 minuti. Gli autori ritengono che le differenze osservate ai due tempi siano attribuibili all'effetto transitorio della frazione proteica, che potrebbe tuttavia rappresentare l'ingrediente chiave per alimenti funzionali finalizzati al controllo della sazietà e della risposta glicemica e insulinica. Confrontando i risultati del gruppo che aveva consumato la sola frazione proteica con quelli del gruppo che aveva invece consumato la sola fibra è stato possibile chiarire che le proteine del pisello giallo agiscono positivamente e in maniera significativa sul controllo della sazietà e della risposta glicemica ed insulinica, mentre la fibra ha un'azione diretta nella modulazione del microbiota intestinale, agendo da prebiotico e quindi stimolando la produzione di acidi grassi a corta catena e lo sviluppo di batteri, con effetti positivi per il mantenimento del peso forma.

Allergenicità

Il pisello è un legume considerato, complessivamente, a allergenicità bassa e molto inferiore, per esempio, rispetto alla soia ed ai suoi derivati proteici. Alcuni casi di risposte allergiche al pisello sono stati tuttavia documentati; i responsabili principali sembrano essere la legumina e la vicilina.

La resistenza delle componenti proteiche dei piselli possibilmente allergizzanti è stata valutata in risposta a vari tipi di trattamenti termici e meccanici simulando i processi industriali impiegati nella produzione (Sirtori *et al.*, 2012). A questo scopo, un isolato di farina di piselli è stato esposto a calore umido a 100°C, a 150°C e a 200°C e a calore secco a 65°C e a 100 °C e a trattamenti di miscelazione e di omogeneizzazione per un minuto a 8.000, a 13.500 e a 24.000 rpm. Nei prodotti trattati non si sono riscontrate proteine native, anche se all'elettroforesi bidimensionale sono stati evidenziati frammenti di vicilina e di subunità acide di legumina sostanzialmente intatte. Alcuni di questi peptidi evidenziavano elevata identità ed omologia con peptidi allergenici già descritti in letteratura in particolare nell'arachide e nel lupino (Sirtori E *et al.*, 2011).

Il pisello ed i suoi derivati proteici ottenuti mediante trattamenti industriali di natura termico-meccanica possono pertanto essere considerati a bassa allergenicità; la possibilità di reazioni (anche crociate con le arachidi ed il lupino) non può tuttavia essere del tutto esclusa.

Conclusioni

Il basso impatto ambientale delle coltivazioni, i bassi costi di produzione, la facile reperibilità e le numerose proprietà nutrizionali, permettono di considerare il pisello giallo come un alimento e/o un ingrediente funzionale potenzialmente importante per l'intera popolazione mondiale.

I trattamenti fisici e termici di questi legumi, come l'ultrafiltrazione, la cottura, l'essiccamento, ma anche irraggiamenti selettivi, facilitano la biodisponibilità dei nutrienti in essi contenuti, come le proteine e i minerali, e contrastano l'azione dei composti anti-nutrizionali presenti in tutti i legumi.

Le buone proprietà organolettiche, il contenuto amminoacidico semi completo, maggiore di molti altri prodotti di origine vegetale, e la bassa allergenicità, rendono il pisello giallo un ottimo ingrediente per diverse lavorazioni e prodotti alimentari.

I dati raccolti fino ad ora hanno permesso di valutare gli effetti favorevoli che il pisello giallo e/o i suoi singoli nutrienti possono avere per la salute dell'uomo, attraverso la modulazione del microbiota intestinale, e contribuendo al mantenimento del peso forma ed al controllo glicemico e insulinico.

Bibliografia

- Augustin LS, Kendall CW, Jenkins DJ, Willett WC, Astrup A, Barclay AW, Björck I, Brand-Miller JC, Brighenti F, Buyken AE, Ceriello A, La Vecchia C, Livesey G, Liu S, Riccardi G, Rizkalla SW, Sievenpiper JL, Trichopoulou A, Wolever TM, Baer-Sinnott S, Poli A. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2015 Sep;25(9):795-815
- Boye J, Zare F, Pletch A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res Int.* 43(2010)414–431
- Cousin R. Peas (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Res.* 1997;53:111-130
- Dahl WJ, Foster LM, Tyler RT. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *Br J Nutr.* 2012 Aug;108 Suppl 1:S3-10.
- Eslinger AJ, Eller LK, Reimer RA. Yellow pea fiber improves glycemia and reduces *Clostridium leptum* in diet-induced obese rats. *Nutr Res.* 2014;34(8):714-22.
- Gorissen SHM, Crombag JJR, Senden JMG, Waterval WAH, Bierau J, Verdijk LB, van Loon LJC. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids.* 2018;50(12):1685-1695.
- Kadlec P, Rubecova A, Hinkova A, Kaasova J, Bubnik Z, Pour V. Processing of yellow pea by germination, microwave treatment and drying. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2001. 133-137.
- Lambert JE, Parnell JA, Han J, Sturzenegger T, Paul HA, Vogel HJ, Reimer RA. Evaluation of yellow pea fibre supplementation on weight loss and the gut microbiota: a randomized controlled trial. *BMC Gastroenterol.* 2014;14:69.
- Lambert JE, Parnell JA, Tunnicliffe JM, Han J, Sturzenegger T, Reimer RA. Consuming yellow pea fiber reduces voluntary energy intake and body fat in overweight/obese adults in a 12-week randomized controlled trial, *Clin Nutr.* 2017;36(1):126-133.
- Marinangeli CP, Krause D, Harding SV, Rideout TC, Zhu F, Jones PJ. Whole and fractionated yellow pea flours modulate insulin, glucose, oxygen consumption, and the caecal microbiome in Golden Syrian hamsters. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2011;36(6):811-20.
- Marinangeli CP, Jones PJ. Whole and fractionated yellow pea flours reduce fasting insulin and insulin resistance in hypercholesterolaemic and overweight human subjects. *Br J Nutr.* 2011;105(1):110-7.
- Mollard RC, Luhovyy BL, Smith C, Anderson GH. Acute effects of pea protein and hull fibre alone and combined on blood glucose, appetite, and food intake in healthy young men—a randomized crossover trial. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(12):1360-5.

- Nosworthy MG, Franczyk AJ, Medina G, Neufeld J, Appah P, Utioh A, Frohlich P, House JD. Effect of processing on the in vitro and in vivo protein quality of yellow and green split peas (*Pisum sativum*). *J Agric Food Chem*. 2017;65(35):7790-7796.
- Nosworthy MG, Neufeld J, Frohlich P, Young G, Malcolmson L, House JD. Determination of the protein quality of cooked Canadian pulses. *Food Sci Nutr*. 2017;5(4):896-903.
- Roy F, Boye JI, Simpson BK. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food Res Int*. 2010; 43:432–442.
- Mayengbam S, Lambert JE, Parnell JA, Tunnicliffe JM, Nicolucci AC, Han J, Sturzenegger T, Shearer J, Mickiewicz B, Vogel HJ, Madsen KL, Reimer RA. Impact of dietary fiber supplementation on modulating microbiota-host-metabolic axes in obesity. *J Nutr Biochem*. 2019;64:228-236.
- Sirtori E, Isak I, Resta D, Boschin G, Arnoldi A. Mechanical and thermal processing effects on protein integrity and peptide fingerprint of pea protein isolate. *Food Chem*. 2012;134:113-121.
- Smith CE, Mollard RC, Luhovyy BL, Anderson GH. The effect of yellow pea protein and fibre on short-term food intake, subjective appetite and glycaemic response in healthy young men. *Br J Nutr*. 2012;108 Suppl 1:S74-80.
- Taherian AR, Mondor M, Lamarche F. Enhancing nutritional values and functional properties of yellow pea protein via membrane processing. in: *Peas: Cultivation, Varieties and Nutritional Uses*. Eds: Comstock A, Lothrop B. Nova Science Publishers, Inc. 2012.
- Vanga SK, Raghavan V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *J Food Sci Technol*. 2018;55(1):10-20.
- Velayudhan DE, Mejicanos GA, Nyachoti CM. Evaluation of pea protein isolates as a protein source for broilers. *Poult Sci*. 2019;98(2):803-810.
- Wray SL, Cenkowski S. Nutritional changes of yellow peas during infrared processing. *Trans ASAE*. 2002;45(4): 1023–1027.