

Proteínas vegetais em extrusados de elevado teor proteico

Francine Mendes Peres

CBNA PET - 2021

Sumário



- Proteínas vegetais - Nutricional
- Proteínas vegetais – Processo
 - Propriedades funcionais dos alimentos
 - Propriedades funcionais das proteínas
 - Propriedades funcionais das proteínas – agentes influenciadores
- Formulações cães e gatos – Processo
- Formulações cães e gatos – Elevado teor proteico
- Conclusões

Proteínas vegetais - Nutricional



Vantagens

- Teor matéria mineral



Proteínas vegetais - Nutricional



Vantagens

- Teor matéria mineral

	FCO	FVF	FVFLA	FS	CPS	IPS	GM60
PB	43,6	63,6	70	45	60	90	60
Matéria mineral	40,2	18,1	10	6,5	6,3	4,2	1,6
Cálcio	14,4	3,65	1,5	0,2	0,4	0,1	0,01
Fósforo	6,3	2,23	1,0	0,5	0,7	0,7	0,4

FCO = Farinha de carne e osso; FVF = Farinha de vísceras de frango; FVFLA = Farinha de vísceras de frango low ash; FS = Farelo de soja; CPS = Concentrado proteico de soja ; IPS= Isolado proteico de soja; GM60 = Farelo de glúten de milho 60%;

Fontes: Kawauchi (2012); Braga (2019); Butolo (2010); ABINPET; Fichas técnicas;



Proteínas vegetais - Nutricional



Vantagens

- Teor matéria mineral
- Aminograma



Proteínas vegetais - Nutricional



Aminoácidos essenciais	FPH	FCO	FVF	FS	CPS	IPS	GM60	P. Ervilha
Arginina	0,52	3,76	4,17	3,37	4,39	6,13	2,1	-
Fenilalanina	0,37	1,7	2,31	2,58	3,05	4,58	3,79	3,7
Histidina	0,13	0,8	1,26	1,24	1,64	2,05	1,39	1,6
Isoleucina	0,34	1,27	2,13	2,37	2,73	3,72	2,48	2,3
Leucina	0,62	2,91	3,93	3,78	4,58	6,25	10,2	5,7
Lisina	0,27	2,66	3,83	2,96	3,87	4,91	1,2	4,7
Metionina	0,08	0,67	1,27	0,36	1,00	1,14	1,59	0,3
Treonina	0,35	1,61	2,58	1,91	2,39	2,81	2,18	2,5
Valina	0,5	2,04	2,62	2,3	2,88	3,86	3,05	2,7
Triptofano	-	-	0,515	-	0,911	1,21	0,354	0,8

FPH = Farinha de penas hidrolisada; FCO = Farinha de carne e osso; FVF = Farinha de vísceras de frango; FS = Farelo de soja; CPS = Concentrado proteico de soja ; IPS= Isolado proteico de soja; GM60 = Farelo de gluten de milho 60%;

Fontes: Bortolo (2008); Pacheco (2016); Peres (2018)

Proteínas vegetais - Nutricional



Vantagens

- Teor matéria mineral
- Aminograma
- Digestibilidade



Proteínas vegetais - Nutricional



REPOSITÓRIO
INSTITUCIONAL
UNESP

português (Brasil) ▾

Entrar

Chat

Sobre

Repositório Institucional UNESP / Produção acadêmica e científica

/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) - Jaboticabal / Pós-Graduação em Zootecnia

/ Dissertações - Zootecnia - FCAV / Item

Fontes proteicas de origem vegetal sobre o processo de extrusão e a digestibilidade aparente de dietas para cães

Item	Diets			
	FVF	CPS	IPS	GM
Milho Grão	55.45	50.93	56.56	48.12
Far. Visceras Frango	30.9	8.1	7.4	8.4
Concentrado Soja	-	22.5	-	-
Prot. Isolada Soja	-	-	17.6	-
Glúten Milho 60	-	-	-	25.1
Gordura de Aves	7.7	10.6	10.3	10.2
Palatabilizante líq 3	2	2	2	2
Fibra de Cana	2	2	2	2
Ingredientes menores	1.95	3.87	4.14	4.18

Item	Diets			
	FVF	CPS	IPS	GM
<i>Coefficientes de digestibilidade aparente, %</i>				
Matéria seca	82.07	82.03	83.06	83.57
Matéria orgânica	86.59 ^{ab}	85.28 ^b	86.58 ^{ab}	87.73 ^a
Proteína bruta	89.03 ^b	90.60 ^{ab}	90.93 ^{ab}	91.85 ^a
Extrato etéreo hidrólise ácida	93.46 ^b	95.18 ^a	91.59 ^c	94.03 ^{ab}
Fibra bruta	31.16 ^a	23.67 ^{ab}	6.46 ^c	14.04 ^{bc}
Energia bruta	87.32	86.78	87.53	88.35
Energia metabolizável (kcal/kg na MN)	3.97 ^b	3.97 ^b	3.96 ^b	4.11 ^a

Proteínas vegetais - Nutricional



Received: 4 September 2017 | Accepted: 6 March 2018
 DOI: 10.1111/jpn.12894

ORIGINAL ARTICLE

WILEY Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition

Processing traits and digestibility of extruded dog foods with soy protein concentrate

K. S. Venturini | M. F. Sarcinelli | M. A. Baller | T. C. Putarov | E. B. Malheiros | A. C. Carciofi

	PBM	GM	cSPC	sSPC
Maize	55.46	50.25	50.38	50.38
Poultry by-product meal	30.9	14.1	13.9	13.9
Maize gluten meal	-	18.7	-	-
cSPC	-	-	18.7	-
sSPC	-	-	-	18.7
Sugarcane fibre ^b	2.0	2.0	2.0	2.0
Dicalcium phosphate	-	1.2	0.9	0.9
Vitamin and mineral premix ^c	0.5	0.5	0.5	0.5

	Diets			
	PBM	GM	cSPC45%	sSPC 45%
<i>Coefficients of total tract apparent digestibility (%)</i>				
Dry matter	82.5	83.3	81.6	82.2
Organic matter	86.1 ^{ab}	86.6 ^a	84.6 ^b	85.6 ^{ab}
Acid-hydrolysed fat	90.7	92.1	91.4	92.6
Crude protein	87.8	88.8	86.9	87.5
Starch	99.8 ^a	99.8 ^{ab}	99.8 ^a	99.7 ^b
Gross energy	83.8	84.3	84.5	84.3

Proteínas vegetais - Nutricional



XVII CONGRESSO CBNA PET
16 e 17 de outubro de 2018 - Expo D. Pedro - Campinas, SP - Brasil

DIGESTIBILIDADE APARENTE E ENERGIA METABOLIZÁVEL DE DIETAS PARA GATOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES ENTRE PROTEÍNA E CARBOIDRATOS

JAQUELINE B. PERES, FRANCINE M. PERES, CAROLINE GARCIA, CAMILA GOLONI, ARIEL DE CASTRO, BRUNA A. LOUREIRO, AULUS C. CARCIOFI

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, campus Jaboticabal
Contato: aulus.carciofi@gmail.com

Item	Teor de proteína			
	28%	39%	52%	64%
Milho Grão	51,76	37,98	23,58	9,18
Far. Vísceras de Frango	23	23	23	23
Proteína Isolada Soja ¹	0	13,97	28,57	43,16
Gordura de Aves	9,59	9,42	9,23	9,05
Proteína Isolada Suíno	5	5	5	5
Arroz quirera	5	5	5	5
Fibra de Cana	2	2	2	2

Item	Teor de proteína			
	28%	39%	52%	64%
<i>Coeficientes de digestibilidade aparente (%)</i>				
Matéria seca	79,8	83,3	85,0	84,8
Matéria orgânica	81,7	85,1	86,8	86,5
Proteína bruta	81,8	88,7	92,1	92,3
EEHA	87,7	88,6	88,6	85,9
Amido	99,6	99,9	100,0	100,0
Energia bruta	82,4	85,5	87,3	87,2
EM (kcal/g na MN) ²	3,42	3,62	3,66	3,79

Proteínas vegetais - Nutricional



Revista Brasileira de Zootecnia

© 2008 Sociedade Brasileira de Zootecnia
ISSN impresso: 1516-3598
ISSN on-line: 1806-9290
www.sbz.org.br

R. Bras. Zootec., v.37, suplemento especial p.28-41, 2008

Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos

Aulus Cavalieri Carciofi

FCO - farinha de carne e osso; FS – farelo de soja; FVF – farinha de vísceras de frango; FG – farelo de glúten de milho 60%; SM - soja micronizada. MBM – *meat and bone meal*; SBM - *soybean meal*; PBM - *poultry by-product meal*; CGM – *corn gluten meal*; MWS – *micronized whole soybean*.

¹ EPM – erro padrão da média (n=6 por dieta). SEM - *pooled standard error of the mean* (n = 6 per diet).

a, b, c, d - Médias na mesma linha sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (p< 0,05). Retirado de de-Oliveira, et al. (2006). ^{a, b, c, d} Within a row, means without a common superscript differ for cats (P<0.05) by Turkey's Test (de-Oliveira, et al., 2006).

Tabela 8 - Digestibilidade dos nutrientes e energia metabolizável de ingredientes protéicos para gatos. Table 8: Nutrient digestibility and metabolizable energy of protein sources for cats.

Digestibilidade (%) <i>Digestibility (%)</i>	Fonte protéica <i>Protein source</i>					SEM ¹
	FCO MBM	FS SBM	FVF PBM	FG CGM	SM MWS	
Matéria seca <i>Dry matter</i>	48,7 ^d	64,7 ^c	74,7 ^b	86,6 ^a	85,4 ^a	2,2
Matéria orgânica <i>Organic matter</i>	84,8 ^a	67,2 ^b	92,4 ^a	88,3 ^a	88,1 ^a	1,7
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	81,1 ^b	80,3 ^b	91,4 ^a	95,6 ^a	87,4 ^{ab}	1,2
Extrato etéreo ácido <i>Acid hydrolyzed fat</i>	70,9 ^{ab}	75,1 ^{ab}	82,4 ^a	67,4 ^b	74,0 ^{ab}	1,4
Energi bruta <i>Crude energy</i>	86,1 ^a	68,4 ^b	91,6 ^a	88,3 ^a	87,5 ^a	1,6

Proteínas vegetais - Nutricional



Vantagens

- Teor matéria mineral
- Aminograma
- Digestibilidade
- pH urina (GM)



Proteínas vegetais - Nutricional



Evaluation of meat meal, chicken meal, and corn gluten meal as dietary sources of protein in dry cat food

Masayuki Funaba, Yuko Oka, Shinji Kobayashi, Masahiro Kaneko, Hiromi Yamamoto, Kazuhiko Namikawa, Tsunenori Iriki, Yoshikazu Hatano, Matanobu Abe

Table I. Dietary ingredients of 3 dry diets

Ingredients (g/kg of diet) ^a	Diet		
	MM	CM	CGM
Meat meal (MM)	300	0	0
Chicken meal (CM)	0	355	0
Corn gluten meal (CGM)	0	0	346
Corn	519	519.5	486
Cellulose powder	15	15	15
Beef tallow	75	60	50
D,L-methionine	1	0.5	0
Vitamins and minerals ^b	20	20	20
Ca(PO ₄) ₂	35	0	48
CaCO ₃	5	0	5
Flavor ^c	30	30	30

Table VI. Mean (\pm s_x) values of urinary pH, urinary concentrations of struvite constituents, negative logarithm of struvite activity product (pSAP), and urinary struvite crystals in 12 cats fed a dry diet containing meat meal (MM), chicken meal (CM), or corn gluten meal (CGM)

Variable	MM	CM	CGM
pH	7.99 \pm 0.12 ^a	7.58 \pm 0.11 ^b	7.08 \pm 0.08 ^c
Magnesium (mM)	4.50 \pm 0.46 ^b	6.85 \pm 0.82 ^a	4.70 \pm 0.45 ^b
Ammonium ion (mM)	86.3 \pm 13.2 ^c	117.1 \pm 12.0 ^b	147.8 \pm 14.4 ^a
Total phosphorous (mM)	36.1 \pm 4.3 ^b	40.9 \pm 5.1 ^b	54.6 \pm 5.3 ^a
Phosphoric acid ion ($\times 10^{-3}$ mM)	3.15 \pm 5.92 ^a	1.14 \pm 1.27 ^b	0.50 \pm 0.45 ^b
pSAP	9.27 \pm 0.09 ^b	9.20 \pm 0.09 ^b	9.61 \pm 0.15 ^a
Struvite crystals (No./ μ L of urine)	374.3 \pm 42.1 ^a	403.2 \pm 70.3 ^a	114.4 \pm 34.4 ^b

BW — Body weight

^{a,b,c} Mean values which do not have a common letter in their superscripts differ at a significance level of $P < 0.05$

Proteínas vegetais - Nutricional



Vantagens

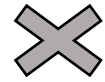
- Teor matéria mineral
- Aminograma
- Digestibilidade
- pH urina (GM)
- **Extrusão**



Proteínas vegetais - Nutricional



Vantagens



- Teor matéria mineral
- Aminograma
- Digestibilidade
- pH urina (GM)
- **Extrusão**

Desvantagens

- Palatabilidade
- Oligossacarídeos
- Outros compostos



Proteínas vegetais - Nutricional



Tabela 7. Palatabilidade de rações com diferentes fontes de proteínas para gatos domésticos



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

KÁSSIA AMARIZ PIRES MENOLLI

**PALATABILIDADE DE DIFERENTES INGREDIENTES E
AROMAS PARA GATOS DOMÉSTICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal da Universidade Estadual de
Londrina como requisito parcial para a obtenção do
título de Doutor.

Orientador: Profa. Dra. Ivone Yurika Mizubuti.
Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcelos

Rações ¹	Primeira escolha (olfato) ²		Primeira escolha (paladar) ²		Ração de ingestão ³		
	A	p-valor	A	p-valor	RIA	Mediana	p-valor
CP* x Glúten	0,51	1,00	0,68	0,06	0,74	0,76	0,00*
CP x Carne	0,72	0,02*	0,55	0,71	0,50	0,50	0,96
CP x Visceras	0,62	0,26	0,62	0,26	0,45	0,48	0,19
Glúten x Carne	0,72	0,02*	0,48	1,00	0,22	0,22	0,001*
Glúten x Visceras	0,62	0,26	0,55	0,71	0,22	0,16	0,00*
Visceras x Carne	0,51	1,00	0,51	1,00	0,48	0,47	0,57

Milho	55	55	55	55
Arroz				
Batata				
Sorgo				
Farinha de visceras de aves	35		5	5
Glúten de milho 60%	5	40	35	
Farinha de carne e ossos 45%				
Concentrado proteico (CP)				35

Proteínas vegetais - Nutricional



Animal Feed Science and Technology 184 (2013) 86–93

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Animal Feed Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/anifeedsci



ELSEVIER



The effect of soy oligosaccharide extraction on diet digestibility, faecal characteristics, and intestinal gas production in dogs

A.P. Félix, N.L.M. Rivera, T.T. Sabchuk, D.C. Lima, S.G. Oliveira*, A. Maiorka

Department of Animal Sciences, Federal University of Paraná, Curitiba, PR, Brazil

Método da substituição: 70% dieta referencia e 30% ingrediente teste

Table 2

Analysed chemical composition (g/kg on dry matter, unless otherwise stated) and qualitative variables of soybean products.

Item	SBM	SPC600	SPC700	HSPC700	SPI
Analysed chemical composition					
Stachyose	47.5	24.4	4.8	4.5	0.1
Raffinose	26.3	10.2	1.9	2.0	0.0
Total sugars	175.0	59.2	11.4	10.8	0.4

Table 4

Faecal characteristics and intestinal gas production of dogs fed a reference diet (Ref) or diets containing 300 g of a soybean product/kg.

Item	Ref	SBM	SPC700	SPI	HSPC700	SPC600	SEM	P
Faecal characteristics								
Ammonia (g/kg)	2.51	2.49	2.73	2.61	2.68	2.69	0.001	0.786
pH	7.04 ^a	6.48 ^a	6.40 ^a	7.04 ^a	6.51 ^a	6.64 ^a	0.063	<0.001
Faeces ^b	0.46 ^a	0.58 ^a	0.69 ^a	0.34 ^a	0.57 ^a	0.65 ^a	0.022	<0.001
Dry matter (%)	42.2 ^a	31.5 ^a	29.8 ^a	42.2 ^a	30.9 ^a	31.4 ^a	0.96	<0.001
Intestinal gas production								
Area (cm ²)	16.47 ^a	25.26 ^a	18.26 ^a	19.03 ^a	–	–	0.941	0.012
Difference ^c	–1.14 ^a	9.44 ^a	2.97 ^a	–0.91 ^a	–	–	1.214	<0.001

The diet containing SBM resulted in the highest gas production in the intestines of dogs ($P < 0.05$), while there were no differences among the other dietary treatments ($P > 0.05$, Table 4). Total sugar content was positively correlated with the difference in intestinal gas area between the control and the test period ($P < 0.001$, Table 5).

Proteínas vegetais - Nutricional



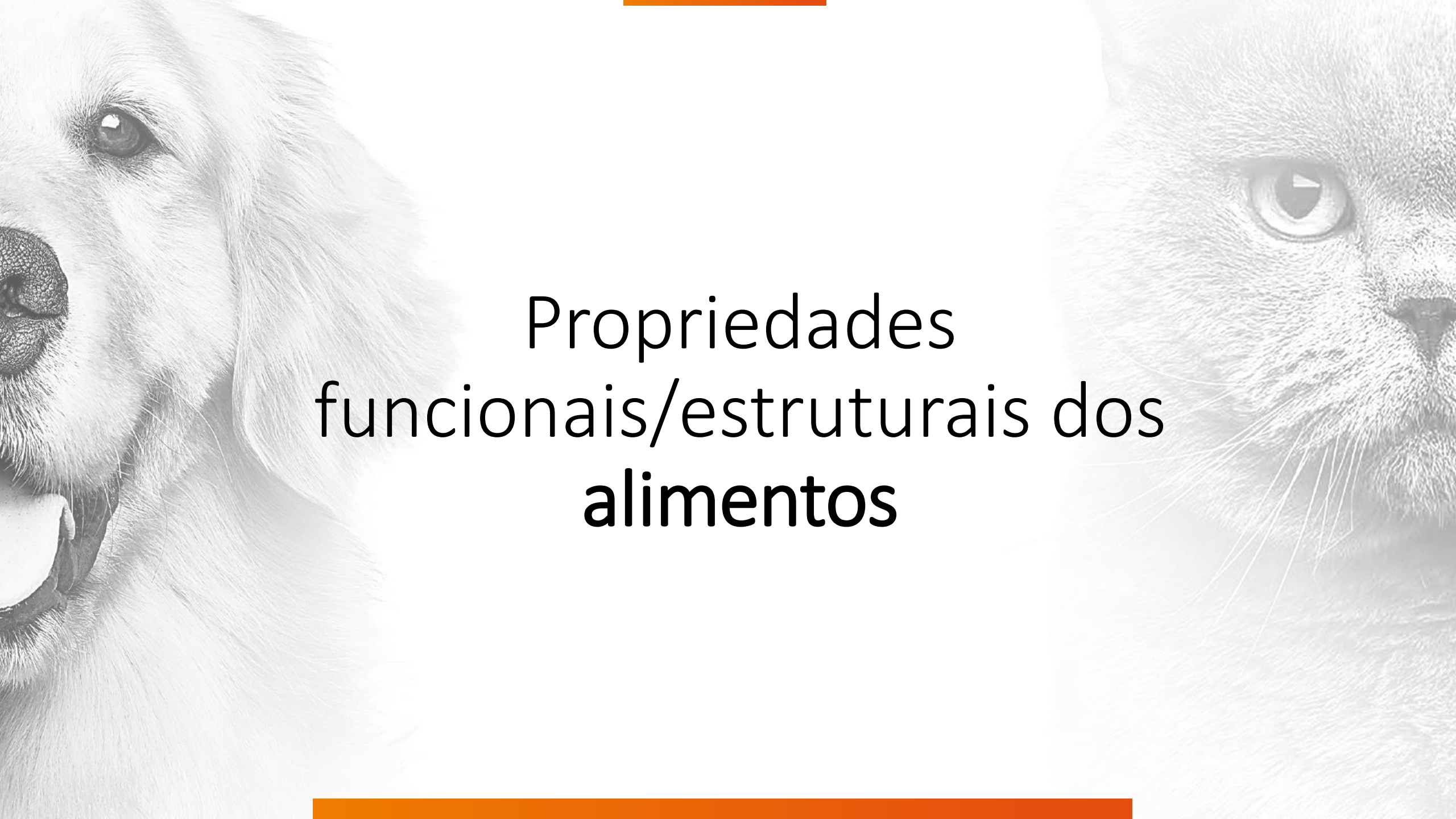
Vantagens

- Teor matéria mineral
- Aminograma
- Digestibilidade
- pH urina (GM)
- **Extrusão**



- ✓ A proteínas vegetais já são utilizadas em formulações pets de teor proteico “normal”
- ✓ As proteínas vegetais são essenciais em formulações de elevado teor proteico

Escolher a fonte de proteína vegetal com benefício no processo?



Propriedades
funcionais/estruturais dos
alimentos

Definição



Propriedades funcionais x reologia dos alimentos

- ✓ Reologia consiste no estudo físico da deformação dos materiais sob a ação de forças mecânicas

Exemplos de propriedades funcionais:

- ✓ Capacidade de absorção e retenção de água
- ✓ Geração de viscosidade
- ✓ Gelatinização
- ✓ Poder emulsionante
- ✓ Poder espumante

Propriedades funcionais dos alimentos



Gordura – Lecitina (soja) - Emulsificante



Proteína – Ovo - Espumante

Proteína – Leite - Espumante



Carboidrato – Amido (milho) - Espessante

Propriedades funcionais dos alimentos



Amido => espessante => capacidade de reter água e formar géis (gelatinização)

Proteína – Leite -



Proteína – Ovo - Espumante



Carboidrato – Amido (milho) - Espessante

Extrusão x Amido

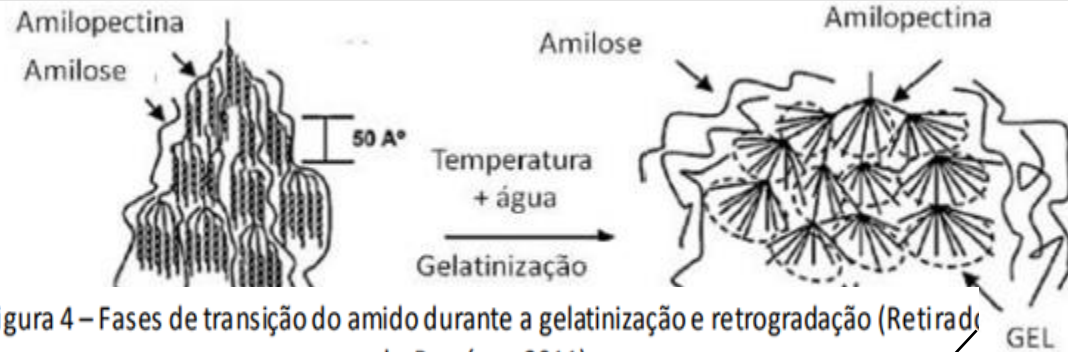


Figura 4 – Fases de transição do amido durante a gelatinização e retrogradação (Retirado de Ramírez, 2011).



A Amilose migra para fora do granulo. Fica suspensa em meio aquoso. Geração de viscosidade

1 - O aquecimento de uma suspensão aquosa de amido provoca a **quebra de pontes de hidrogênio**,

2- As ligações intermoleculares **alfa 1-6** se rompem e passam a se ligar com a água, formando uma pasta viscosa.



Fonte: Apicalis – Diana Pet Food



Proteínas vegetais - Mercado



Feito com proteína de soja, ervilha e feijão carioca.

Encontre nos tamanhos: 300g

MODO DE PREPARO ↓

INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS ↓



Proteínas vegetais - Mercado



Mian N. Riaz



Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Product details

Hardcover : 304 pages

ISBN-10 : 0849329817

ISBN-13 : 978-0849329814

Dimensions : 6.5 x 0.88 x 9.32 inches

Item Weight : 1.25 pounds

Publisher : CRC Press; 1st edition (November 29, 2005)

Language : English

Best Sellers Rank: #7,311,966 in Books (See Top 100 in Books)

#9,520 in Food Science (Books)

#27,432 in Industrial Manufacturing Systems

#1,214,226 in Textbooks



flower, flaxseed), as alternatives to highly allergenic soy-based ingredients and wheat proteins (1,16,18). In the current market, pulse protein ingredients have become more attractive for use in texturization applications due to the high similarity of their bio- and techno-functionalities to soybean proteins (17,35,40). In recent years, several studies revealed that meat extenders and meat analogues produced from pulse proteins (e.g., pea, lentil

Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review


Serap Vatanserver,¹ Mehmet C. Tulbek,² and Mian N. Riaz^{3,4}

Proteínas vegetais - Mercado



- Nutricional
- \$ (Extensor - 13% valor da carne)
- Sustentável (fixam N no solo)
- Não transgênico
- Estrutural/Textura





Propriedades
funcionais/estruturais das
proteínas vegetais

Propriedades funcionais das **proteínas da soja**



3 grupos principais (Kinsella, 1979; Moure et al., 2006):

1) Hidratação: Capacidade de absorção e retenção de água, solubilidade e espessamento;

2) Estrutura proteica e características reológicas: viscosidade, geleificação, elasticidade, adesividade;

3) Superfície da proteína: emulsionante, espumante;

Na prática, sempre correlacionadas

- ✓ Capacidade de retenção de água (CRA)
- ✓ Formação de gel
- ✓ Viscosidade
- ✓ Solubilidade



Influenciadas por:

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Tratamento prévio: térmico, físico, químicos e enzimáticos

Propriedades funcionais das proteínas - CRA



- ✓ **CRA é a capacidade de uma matriz de proteína manter a água contra a gravidade (KINSELLA, 1979)**
- ✓ A CRA das proteínas é essencial para a qualidade do produto final em termos de textura e retenção de sabor;
- ✓ Quanto mais desnaturada a proteína maior a CRA => Pode ser atribuído a exposição de grupos hidrofílicos;
- ✓ Quanto maior exposição ao calor (desnaturaçã) maior a CRA de proteínas da soja e de ervilhas;

FOOD REVIEWS INTERNATIONAL
2018, VOL. 34, NO. 2, 126–147
<http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2016.1242135>



Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality

A. C. Y. Lam^a, A. Can Karaca^b, R. T. Tyler^a, and M. T. Nickerson^a

^aDepartment of Food and Bioproduct Sciences, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada; ^bAromsa A.S. GOSB Ihsan Dede Cad., Gebze, Turkey

Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review

Serap Vatansver,¹ Mehmet C. Tulbek,² and Mian N. Riaz^{3,4}

Propriedades funcionais das proteínas - CRA



✓ **CRA é a capacidade de uma matriz de proteína manter a água contra a gravidade (KINSELLA, 1979)**

✓ A CRA das proteínas é essencial para a qualidade do produto final em termos de textura e retenção de sabor;

✓ Quanto mais desnaturada a proteína, maior a CRA => Po

Quanto mais desnaturada as proteínas (até um certo limite) => Maior CRA

✓ Quanto maior a CRA de proteínas da soja e de ervilhas;

FOOD REVIEWS INTERNATIONAL
2018, VOL. 34, NO. 2, 126–147
<http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2016.1242135>



Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality

A. C. Y. Lam^a, A. Can Karaca^b, R. T. Tyler^a, and M. T. Nickerson^a

^aDepartment of Food and Bioproduct Sciences, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada; ^bAromsa A.S. GOSB Ihsan Dede Cad., Gebze, Turkey

Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review

Serap Vatansver,¹ Mehmet C. Tulbek,² and Mian N. Riaz^{3,4}

Propriedades funcionais das proteínas da soja - CRA

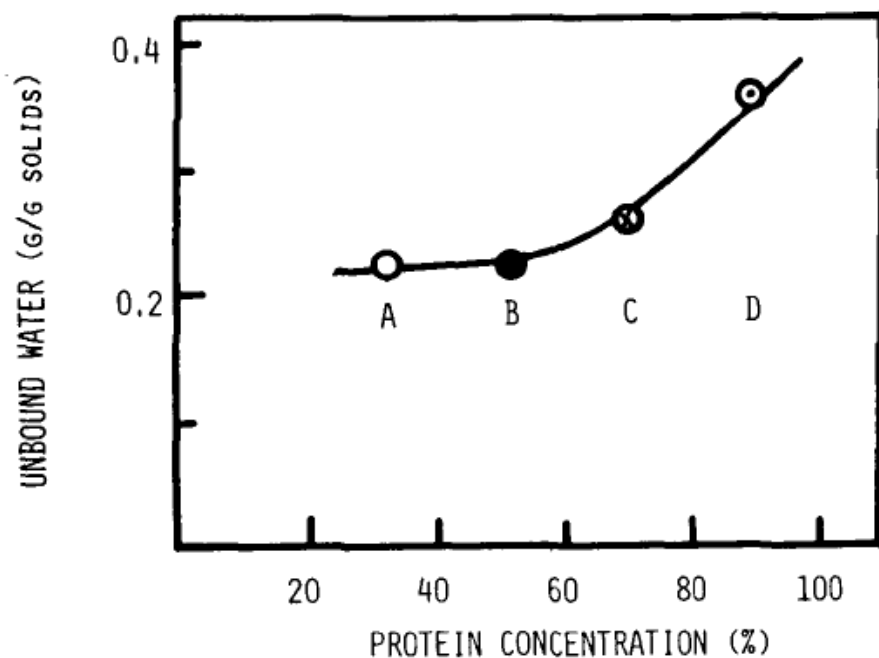
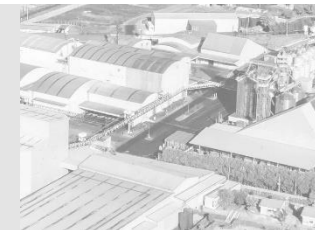


FIG. 4. Variation in water-binding capacities of different soy protein preparations as influenced by protein content. A-D denote carbohydrate enriched soy concentrate; soy flour, soy concentrate and soy isolate, respectively (64).

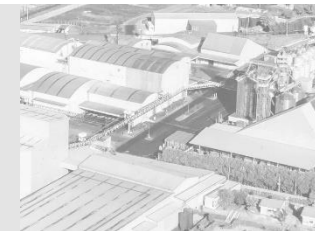
Quanto maior concentração de proteínas =>
Maior CRA

A CRA (LIN et al., 1974):
Farinha de soja é de 1,3 g/g
CPS é de 1,9 a 2,2 g/g
PIS de 4,1 a 4,6 g/g

enhances swelling performance. This observation could be exploited in preparing soy proteins for meat systems.

A close relationship was observed between swelling ability and viscosity of soy isolate (69), and factors which affected swelling also influenced viscosity, i.e., protein concentration, pH and temperature positively affected swelling and viscosity, whereas sodium chloride depressed both.

Propriedades funcionais das proteínas da soja e ervilha - CRA



Farinha de soja de 1,3 g/g
CPS de 1,9 a 2,2 g/g
PIS de 4,1 a 4,6 g/g

PIE de 4,0 a 5,2 (Ryu)
PIE de 2,1 a 5,4 (Osen)

A associação entre água e proteína é afetada por diversos fatores, como cultivar, procedimento de extração, heterogeneidade das proteínas, parâmetros do solvente e processo de aquecimento.

FOOD REVIEWS INTERNATIONAL
2018, VOL. 34, NO. 2, 126-147
<http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2016.1242135>



Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality

A. C. Y. Lam^a, A. Can Karaca^b, R. T. Tyler^a, and M. T. Nickerson^a

^aDepartment of Food and Bioproduct Sciences, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada; ^bAromsa A.S. GOSB Ihsan Dede Cad., Gebze, Turkey

Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review

Serap Vatanserver,¹ Mehmet C. Tulbek,² and Mian N. Riaz^{3,4}

Propriedades funcionais das **proteínas**



Quanto maior concentração de proteínas => Maior CRA

Quanto mais desnaturada as proteínas (até um certo limite) => Maior CRA

Maior CRA => Maior geleificação

Propriedades funcionais das proteínas - Geleificação

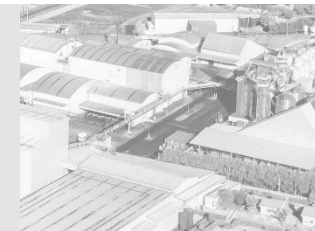


- ✓ O gel é formado por polímeros que formam uma rede capaz de aprisionar a água ou outras substâncias como gordura, saborizantes e aditivos alimentares (KINSELLA, 1979; HETTIARACHCHY & KALAPATHY, 1994).

- ✓ A geleificação obtida a partir de proteínas ocorre em **três etapas**:
 - ✓ 1) **Aquecimento** da solução proteica para promover o desdobramento inicial das moléculas individuais de proteína (**desnaturação**);
 - ✓ 2) Agregação de moléculas de **água** e de moléculas proteicas de menor tamanho (formação de uma rede **viscoelástica**; XIONG, 2004);
 - ✓ 3) Após o **resfriamento**, a formação do **gel**

*A **geleificação** é um fenômeno importante durante o processo de extrusão, pois ele representa formação de agente ligante que possibilita a homogeneização e viscosidade da massa.*

Propriedades funcionais das proteínas - Geleificação



- ✓ O gel é formado por polímeros que formam uma rede capaz de aprisionar a água ou outras substâncias como gordura, saborizantes e aditivos alimentares (KINSELLA, 1979; HETTIARACHCHY & KALAPATHY, 1994).

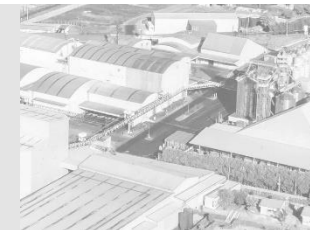
- ✓ A geleificação
 - ✓ 1) **Aquecimento** individual
 - ✓ 2) Agregação de moléculas em uma rede
 - ✓ 3) Após o **resfriamento**, a formação do gel

Devido ao baixo custo, a formação de gel geralmente é obtida através da presença do amido do milho nas formulações de alimentos para cães e gatos (ROCKEY et al., 2010).

Alguns estudos apontam que algumas proteínas podem ser agentes gelificantes mais eficientes que os carboidratos (OAKENFULL, et al., 1997; RIAZ, 2005; MOURE et al., 2006).

*A **geleificação** é um fenômeno importante durante o processo de extrusão, pois ele representa formação de agente ligante que possibilita a homogeneização e viscosidade da massa.*

Propriedades funcionais das proteínas - Geleificação



Soja, ervilha, lentilha,
feijão-fava etc

- ✓ Geleificação é uma das mais importantes propriedades funcionais das proteínas globulares já que oferecem estruturação e modificação da textura e propriedades reológicas dos alimentos, como sopas e análogos de carne.
- ✓ Além do aquecimento, a geleificação pode ser induzida por pH, sais, cisalhamento e na presença de diversos solventes.
- ✓ A proteína isolada de ervilha forma um gel mais fraco e menos elástico quando comparada a proteína isolada de soja, processadas sob as mesmas condições

FOOD REVIEWS INTERNATIONAL
2018, VOL. 34, NO. 2, 126-147
<http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2016.1242135>



Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality

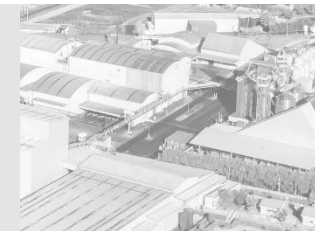
A. C. Y. Lam^a, A. Can Karaca^b, R. T. Tyler^a, and M. T. Nickerson^a

^aDepartment of Food and Bioproduct Sciences, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada; ^bAromsa A.S. GOSB Ihsan Dede Cad., Gebze, Turkey

Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review

Serap Vatansever,¹ Mehmet C. Tulbek,² and Mian N. Riaz^{3,4}

Propriedades funcionais das proteínas - Geleificação



- ✓ Ligações covalentes, por exemplo ligações de dissulfeto, possuem significância na estrutura e no comportamento funcional das proteínas da soja, particularmente as subunidades 11S.
- ✓ Proteínas da soja formam géis prontamente após o aquecimento, o gel das subunidades 11S mostraram alta tensão, cisalhamento e maior CRA do que os géis obtidos por globulinas 7S.
- ✓ No caso das proteínas da soja, o aquecimento inicial (~60°C) é necessário para induzir a dissociação das globulinas quaternárias causando desenrolamento dos polipeptídios das subunidades de proteína, levando ao aumento na **viscosidade**.

Maiores CRA => Maiores Geleificação =>
Maiores Viscosidade

ture of soy proteins. These also are important in several functional properties, e.g., emulsification, foaming, and flavor-binding.

Covalent bonds, i.e., disulfide linkages, are of significance in the structure and functional behavior of soy proteins, particularly the 11S globulin subunits, e.g., in gel and fiber formation (28,32,33).

Noncovalent forces, i.e., hydrophobic interactions, hydrogen-bonding, electrostatic attractions, are involved in other protein-protein, protein ligand and protein-solvent interactions which influence the overall functional

J. AM. OIL CHEMISTS' SOC., March 1979 (VOL. 56)

tion (random aggregation) denotes a more ordered reassociation of unfolded polypeptides. In the case of soy proteins, initial heating, above 60 C is necessary to induce dissociation of the quaternary globulins causing unfolding of polypeptides of the protein subunits, with an increase in viscosity (38,69,71). This represents the irreversible sol to progel transformation (71). Because of the high temperature coefficients of this denaturation, the viscosity of soy proteins increases exponentially as temperature is increased. Upon cooling, the unfolded polypeptides reassociate via hydrophobic associations, hydrogen bonding, ionic inter-

Propriedades funcionais das proteínas - Geleificação



- ✓ Ligações covalentes, por exemplo ligações de dissulfeto, possuem significância na estrutura e no comportamento funcional das proteínas da soja, particularmente as subunidades 11S.
- ✓ Proteínas da soja formam géis prontamente após o aquecimento, o gel das subunidades 11S mostraram alta tensão, cisalhamento e maior CRA do que os géis obtidos por globulinas 7S.
- ✓ No caso das proteínas da soja, o aquecimento inicial (~60°C) é necessário para induzir a dissociação das globulinas quaternárias causando desenrolamento dos polipeptídios das subunidades de proteína, levando ao aumento na **viscosidade**.

ture of soy proteins. These also are important in several functional properties, e.g., emulsification, foaming, and flavor-binding.

Covalent bonds, i.e., disulfide linkages, are of significance in the structure and functional behavior of soy proteins, particularly the 11S globulin subunits, e.g., in gel

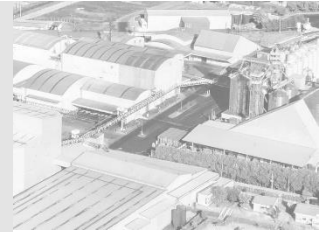
A viscosidade é a **resistência** de uma proteína em solução ao fluxo linear (DEAK, 2004), como ocorre no canhão extrusor.

interactions, are involved in protein-solvent all functional 56)

tion (random aggregation) denotes a more ordered reassociation of unfolded polypeptides. In the case of soy proteins, initial heating, above 60 C is necessary to induce dissociation of the quaternary globulins causing unfolding of polypeptides of the protein subunits, with an increase in viscosity (38,69,71). This represents the irreversible sol to progel transformation (71). Because of the high temperature coefficients of this denaturation, the viscosity of soy proteins increases exponentially as temperature is increased. Upon cooling, the unfolded polypeptides reassociate via hydrophobic associations, hydrogen bonding, ionic intera-

Maiores CRA => Maiores Geleificação =>
Maiores Viscosidade

Gelatinização x Geleificação



Amido (carboidrato) => Gelatinização



- ✓ Capacidade de reter água
- ✓ Formar géis
- ✓ Viscosidade

Proteínas => Geleificação



Gelatinização x Geleificação



Milho grão:
27% amilose: 73%
amilopectina

Com a redução do amido e
concentração das zeínas, essa
materia prima perde sua
capacidade de gelatinização,
que favorece o processo de
extrusão

As zeínas, principais proteínas do
milho são **hidrofóbicas** (Kokini et
al., 1994; Hamaker et al., 1995;
Buchanan et al., 2000; Padua and
Wang, 2002), ou seja possuem
baixa CRA e portanto **baixa
formação de gel e viscosidade.**

Item	Milho grão	Gluten de milho 60%
MS,%	87,64	90,46
MO,%	98,50	97,64
Cinzas,%	1,50	2,36
PB,%	9,11	63,60
EE,%	4,07	2,35
FDN,%	13,98	5,72
FDA,%	4,08	4,59
Lignina,%	1,16	1,31
Amido,%	71,98	17,6*
EB, Mcal/kgMS	4,37	4,18

Fontes das composições químicas: Valadares Filho, et al. (2006); * International feed company

Propriedades funcionais das proteínas – Amido + Proteína

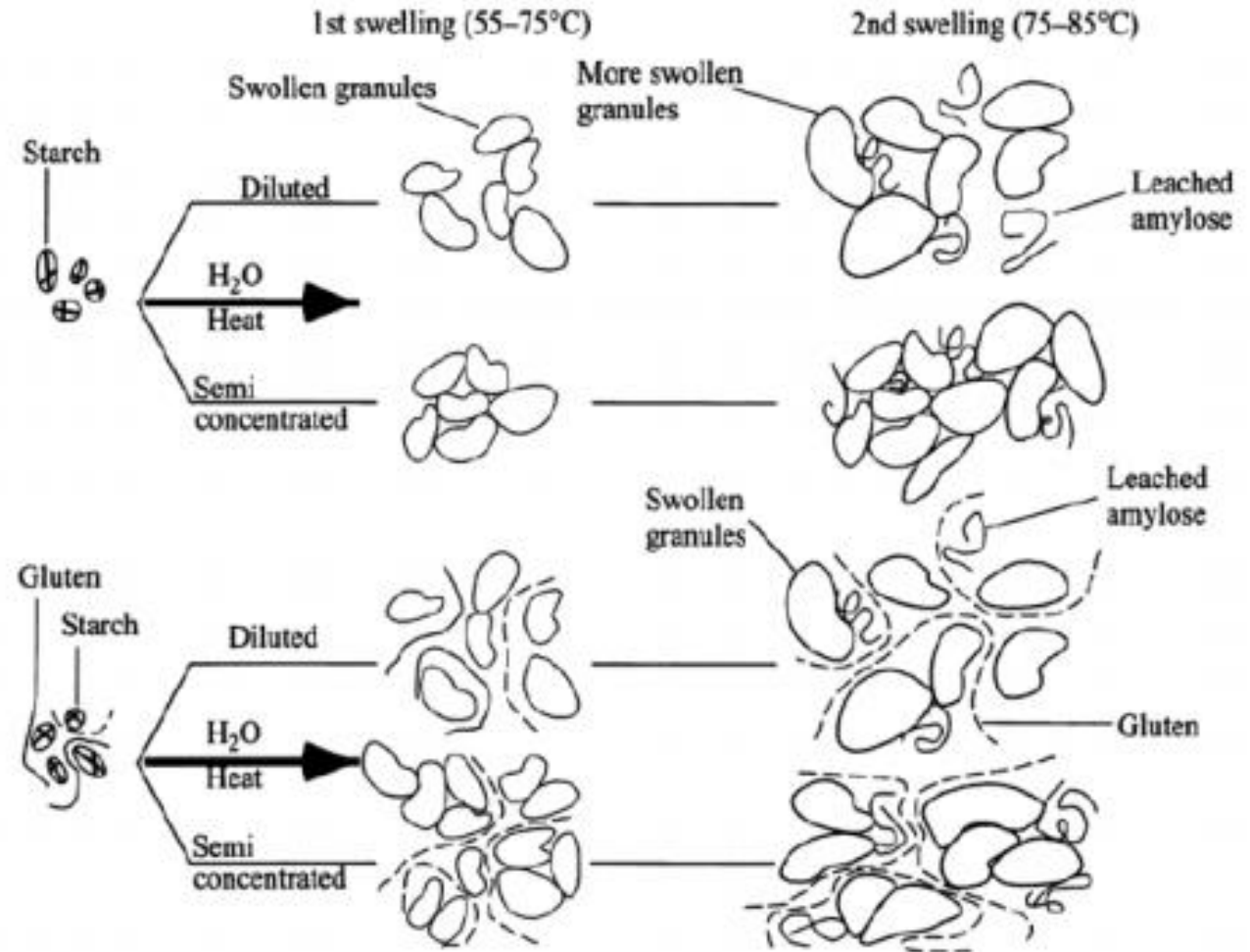


Associações amido-proteína

Glúten (trigo) + amido

Formam-se “células” de fibrilas de glúten preenchidas por grânulos de amido

Maior viscosidade



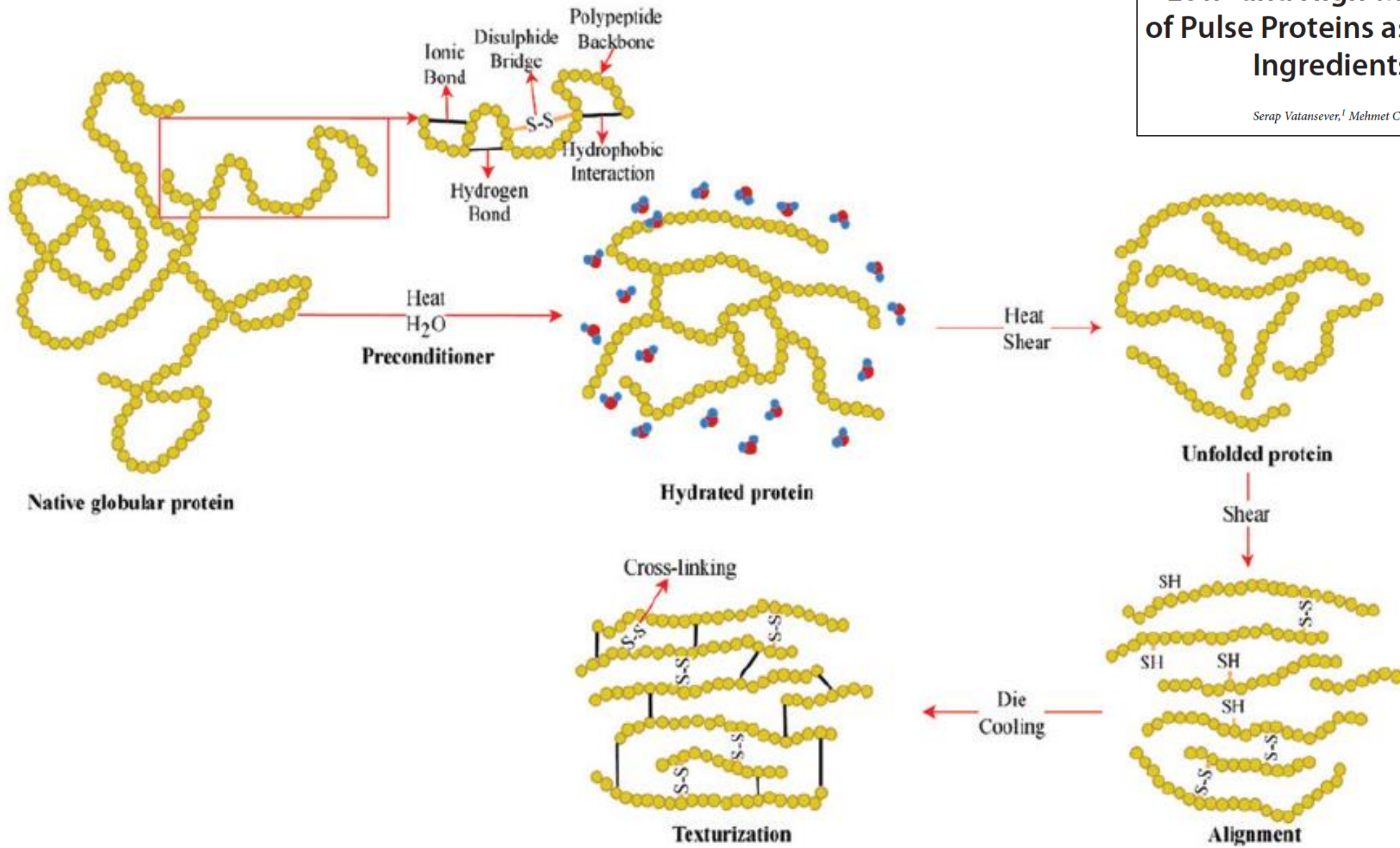


Fig. 3. Structural changes in pulse protein during extrusion cooking.

Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review

Serap Vatansever,¹ Mehmet C. Tulbek,² and Mian N. Riaz^{3,4}

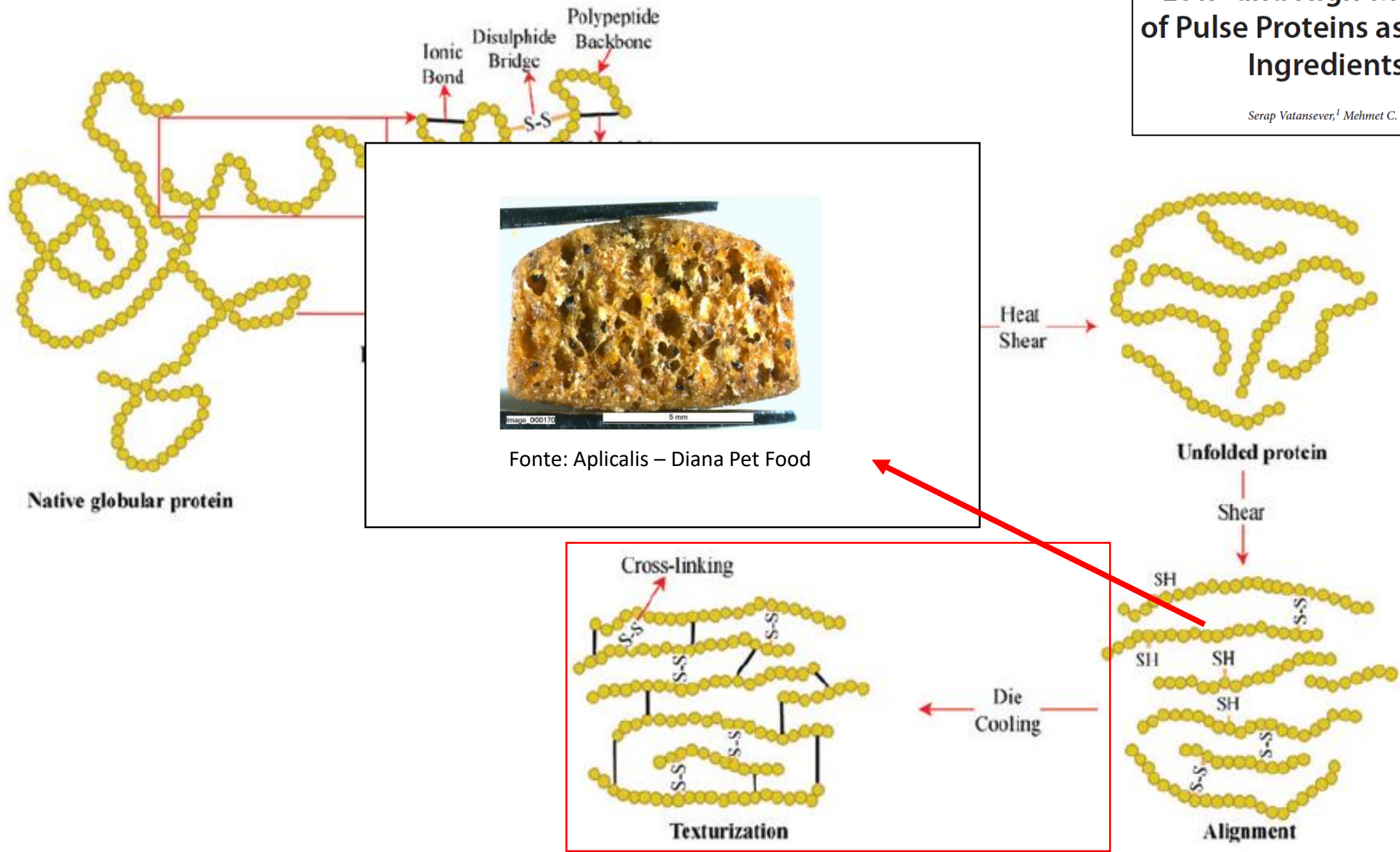


Fig. 3. Structural changes in pulse protein during extrusion cooking.

Retirado de: Serap Vatansever, Mehmet C. Tulbek, and Mian N. Riaz. Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review. CEREAL FOODS WORLD, JULY-AUGUST 2020, VOL. 65, NO. 4 / DOI: <https://doi.org/10.1094/CFW-65-4-0038>

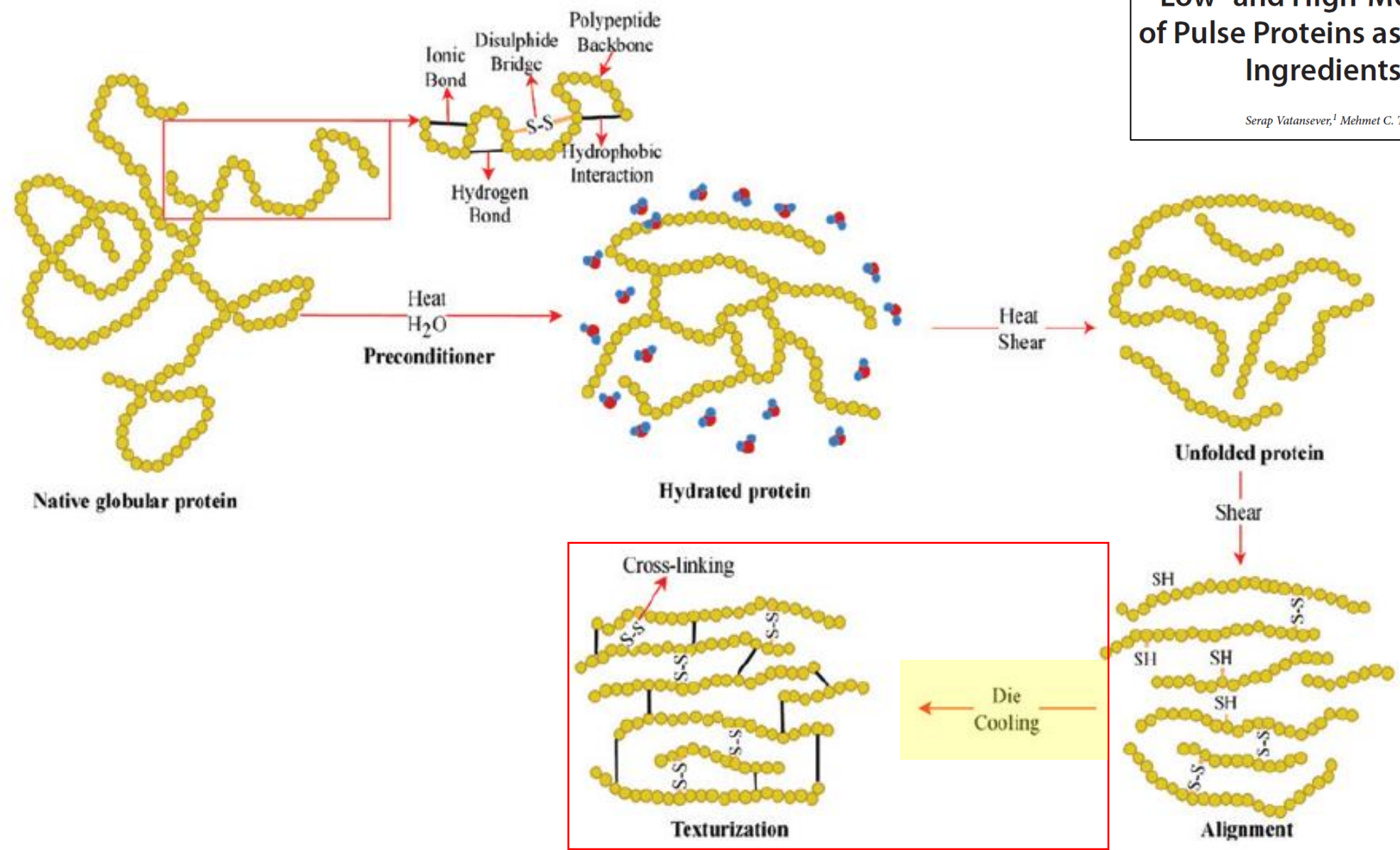


Fig. 3. Structural changes in pulse protein during extrusion cooking.

A



B



Figure 7. Images of low moisture extrudates (left side) and high moisture (right side) of soy proteins without wheat gluten (A) and with wheat gluten (B). Adapted from Samard et al. (2019).

Low moisture extrusion cooking



- moisture contents lower than 12.4%
- decreased product uniformity
- decreased product shape roundness
- increased air cell size and internal fissuring
- increased fragility

High moisture extrusion cooking



- moisture contents higher than 40%
- increased texturization
- increased formation of fibrous structure
- decreased hardness and chewiness
- decreased fragility

Figure 7. Images of low moisture extrudates (left side) and high moisture (right side) of soy proteins without wheat gluten (A) and with wheat gluten (B). Adapted from Samard et al. (2019).

Propriedades funcionais das proteínas – Análogos de carne

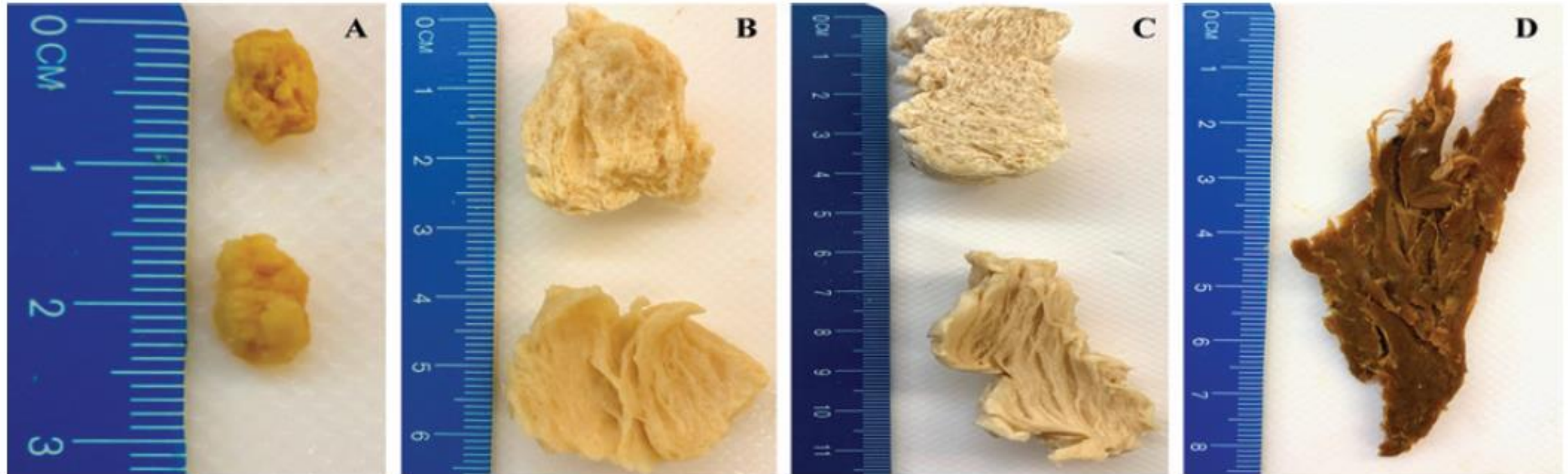


Fig. 4. Different forms of pea protein-based texturized proteins before and after hydration, except for the meat analogue (**D**): **A**, meat extender (granule); **B**, meat extender (nugget); **C**, meat extender (strip); and **D**, meat analogue (veggie jerky).

Retirado de: CEREAL FOODS WORLD, JULY-AUGUST 2020, VOL. 65, NO. 4 / DOI: <https://doi.org/10.1094/CFW-65-4-0038>

Propriedades funcionais das proteínas



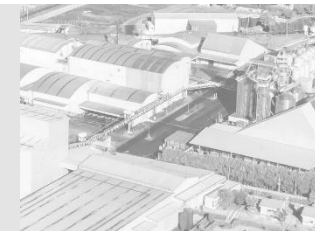
Quanto maior concentração de proteínas => Maior CRA

Quanto mais desnaturada as proteínas (até um certo limite) => Maior CRA

Maior CRA => Maior Geleificação => Maior Viscosidade

Maior Viscosidade => Maior EME =>
Maior cozimento => Maior expansão kibbles

Propriedades funcionais das proteínas x **Extrusão**



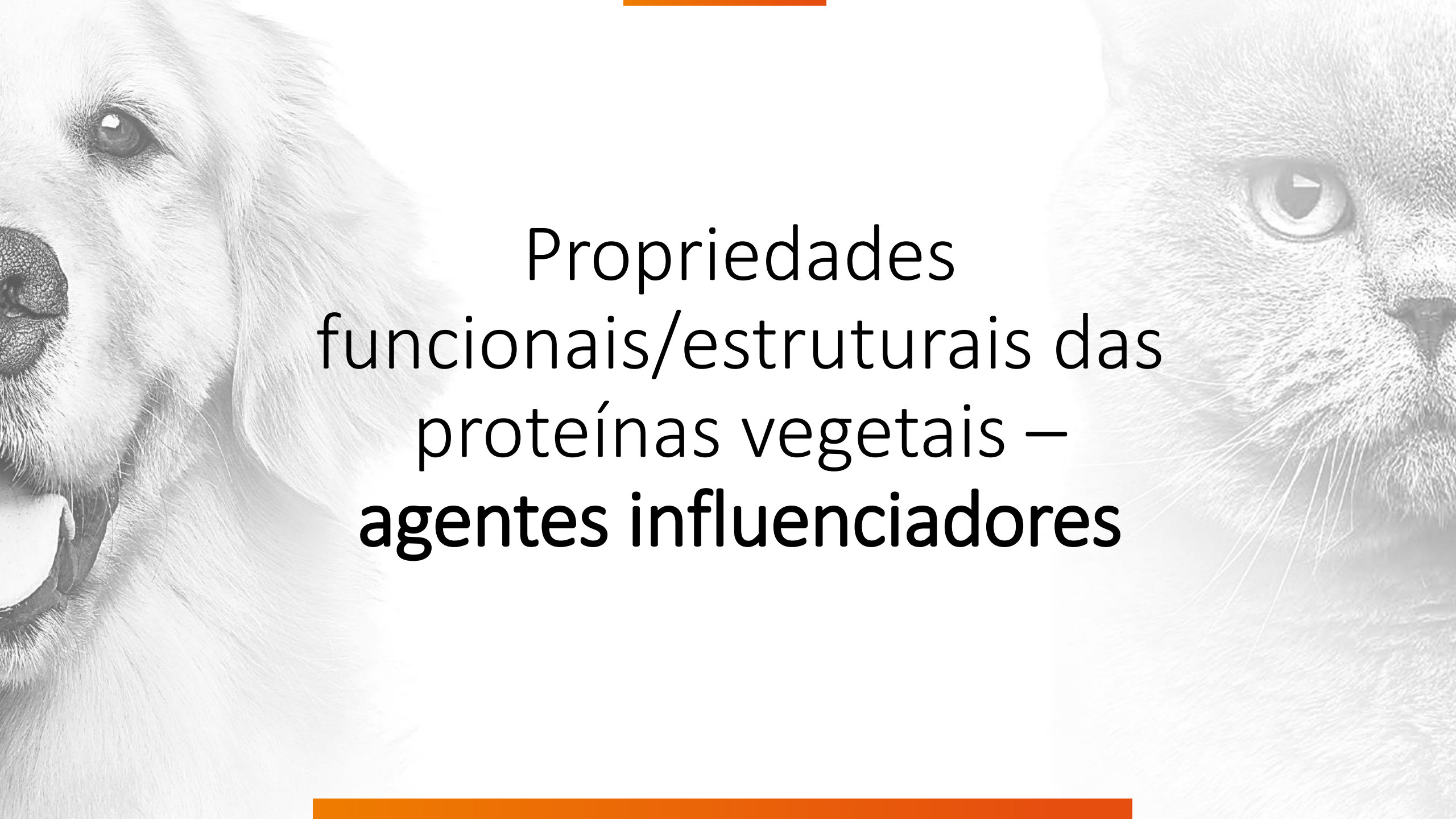
O processo de extrusão, aliando alta pressão, temperatura e cisalhamento em fluxo laminar, com indução do desdobramento e exposição de sítios hidrofóbicos, **favorece as propriedades funcionais das proteínas** (MOLINA et al., 2002).

Da mesma forma, a presença dessas propriedades funcionais **favorece o processo de extrusão**.

Elevação da viscosidade (maior CRA e maior geleificação) →
eleva o cisalhamento →
eleva a transferência de EME →
formação de *kibbles* mais expandidos e melhor formatados.

Melhor processamento →
desnaturação das proteínas →
maior digestibilidade da proteína





Propriedades
funcionais/estruturais das
proteínas vegetais –
agentes influenciadores

Desnaturação x Texturização



A **desnaturação da matéria prima deve ser baixa**, pois irá contribuir com a viscosidade e a formatação dos kibbles.



A **desnaturação da dieta/kibbles, após extrusão, deve ser alta** pois irá melhorar a digestibilidade

PDI X Desnaturação



Dentro da indústria de alimentos, uma das formas de avaliar o correto tratamento térmico/desnaturação das proteínas é o PDI (Índice de dispersibilidade das proteínas)

O PDI pode ser usado como indicador de desnaturação das proteínas
PDI ALTO = proteínas nativas
PDI BAIXO = proteínas desnaturadas

Protein dispersibility index (PDI)

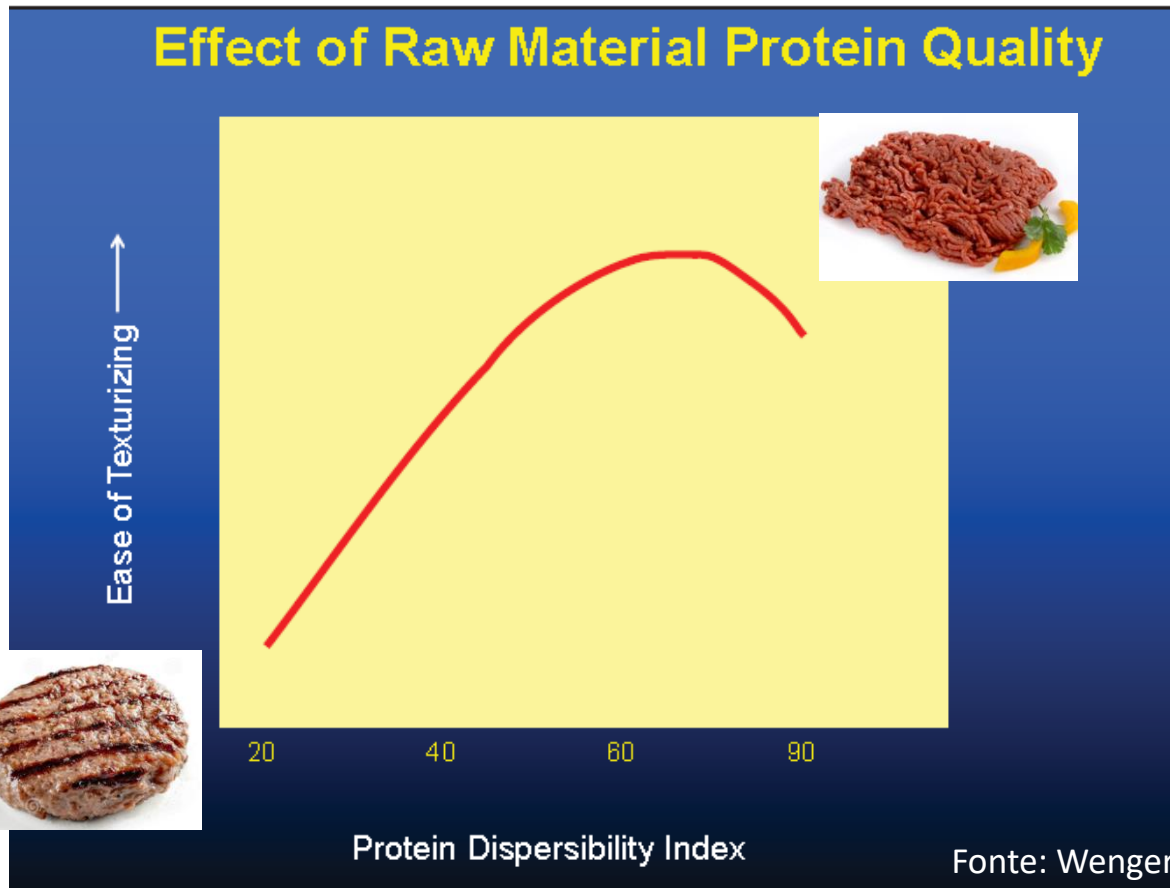
Protein dispersibility (PDI), was determined on 20 g sample according to Marsman *et al.* (1995). Milled sample which passed a 1 mm sieve was blended with 300 mL of distilled water for 10 min, in a Waring Blender operated at 8500 rpm and $21 \pm 1^\circ\text{C}$. The slurry was allowed to settle for 10 min, after decanting, 50 mL of the decantate was centrifuged at 2800 rpm ($614 \times g$) for 10 min. Twenty mL of the supernatant was pipetted into Kjeldahl tube for further treatment. Protein solubility and dispersibility were calculated as follows:

$$\begin{aligned} \% \text{solubility} &= 6.25 \times 14 (\text{mL HCl} - \text{mL HCl}_r) \times N \\ &\times \frac{300 \text{ mL}/20 \text{ mL}}{\text{weight of sample}} \times 100\% \quad [\text{Eqn 1}] \end{aligned}$$

where mL HCl is the value of the titre and mL HCl_r is the value of the blank, and N is normality of acid (0.1 N HCl)

$$\begin{aligned} \% \text{PDI} &= \frac{\% \text{Solubility protein}}{\% \text{Total protein content of the sample}} \\ &\times 100\% \quad [\text{Eqn 2}] \end{aligned}$$

PDI X Desnaturação



- ✓ A solubilidade da proteína é uma funcionalidade que possui próxima associação com outras funcionalidades, como emulsificação, poder espumante, CRA e geleificação.
- ✓ Boa solubilidade da proteína é desejada para esses atributos funcionais e formulações plant-based e petfood.

Quanto maior o PDI =>
Maior viscosidade
(até 60-70% PDI, após queda)

PDI X Desnaturação



Defatted Soy Flour is classified based on its heat treatment, indicated by the Protein Dispersibility Index (PDI). Higher the heat treatment, lower the PDI, the enzyme activity, and protein solubility, but higher the digestibility and the flavor stability. Typical applications are as follows:

PDI	Use
10-25	Protein Beverages Baby Foods Meat Products Gravies, sauces and soups Hydrolyzed Vegetable Protein
30-45	Nutrition Fat and water absorption Emulsification Bakery mixes Meat products
50-75	Bakery and donut mixes Fat and water absorption control Pastas Baby foods Breakfast cereals
80 and higher	Bleaching agent - white bread No-fat soymilk and tofu Fermentation

Quanto maior o tratamento térmico =>
Menor o PDI

Quanto maior o PDI => Maior
viscosidade => geração de EME

Quanto menor o PDI => Maior
digestibilidade

Tabela 3 - Características físico-químicas de derivados proteicos de soja e das rações fareladas e extrusadas.

Variáveis		REF	FDS	SM	FS	SGT	SGI
		-----Ingredientes-----					
Urease	Δ pH	-	0,22	0,04	0,05	0,07	1,74
Inibidor de tripsina	UIT	-	9,0	6,6	6,6	3,1	45,1
Proteína solúvel	%	-	87,4	89,6	82,2	82,4	97,9
PDI	%	-	8,56	13,03	10,74	10,31	44,24
Urease	ΔpH	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	,16
Inibidor de tripsina	UIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
Urease	ΔpH	0,00	0,04	0,00	0,03	0,01	0,03
Inibidor de tripsina	UIT	0,00	1,7	2,2	2,0	1,5	4,1
IAA	%	481	485	455	478	406	418
Densidade	g L ⁻¹	449	433	498	467	518	491
Dureza	Kgf	10,78	9,51	8,21	9,92	8,38	8,75
GGA	%	90,0	90,0	68,0	90,0	68,0	66,0

Quanto mais “processada” a matéria prima, menor será o PDI.

REF: ração referência; FDS: Farinha desengordurada de soja; SM: Soja micronizada; FS: Farelo de soja; SGT: Soja grão tostado; SGI: Soja grão integral. UIT: unidades inibitórias de tripsina. PDI: índice de proteína dispersível; IAA: Índice de absorção de água; GGA: Grau de gelatinização do amido.

Propriedades funcionais das proteínas da soja

– Viscosidade x PDI



Raw Materials

Traditionally the most popular raw material for production of textured vegetable proteins in an extrusion system has been slightly toasted defatted soy flour. This defatted soy flour usually meets the following characteristics: 50% protein minimum, 3.5% fiber maximum, 1.5% fat maximum and PDI of 60 to 70.

Tradicionalmente para obtenção da texturizada de soja é necessário MP com PDI 60 a 70

The use and development of twin screw extrusion cookers in the field of texturized proteins has increased the raw material specification range to include raw materials that include: PDI ranges from 20 to 70, fat levels from 0.5 to 6.5%, fiber levels up to 6% and particle sizes up to 8 mesh.

Protein dispersibility index range tests. Commercially available ingredients were used in the tests. Soy flour (200 W) from Central Soya with a PDI of 70 and soy grits from A.D.M. (Nutrisoy) with a PDI of 20 and particle size of 20 mesh were mixed together to obtain five mixes with various PDI levels ranging from 20 to 70. These are shown in Table 1.

TABLE 1 Formulas and PDI's for PDI Range Tests

Test #	Formula	Calculated PDI	Tested PDI
1	100% soy flour	70	79
2	80% soy flour, 20% soy grits	60	68
3	60% soy flour, 40% soy grits	50	58
4	40% soy flour, 60% soy grits	40	58
5	100% soy grits	20	27

Propriedades funcionais das proteínas da soja

– Viscosidade x PDI



Com o desenvolvimento das extrusoras de rosca dupla se tornou possível a texturização da soja com MP de entrada com PDI = 20

of textured vegetable
fatted soy flour. This
0% protein minimum,

The use and development of twin screw extrusion cookers in the field of texturized proteins has increased the raw material specification range to include raw materials that include: PDI ranges from 20 to 70, fat levels from 0.5 to 6.5%, fiber levels up to 6% and particle sizes up to 8 mesh.

Protein dispersibility index range tests. Commercially available ingredients were used in the tests. Soy flour (200 W) from Central Soya with a PDI of 70 and soy grits from A.D.M. (Nutrisoy) with a PDI of 20 and particle size of 20 mesh were mixed together to obtain five mixes with various PDI levels ranging from 20 to 70. These are shown in Table 1.

TABLE 1 Formulas and PDI's for PDI Range Tests

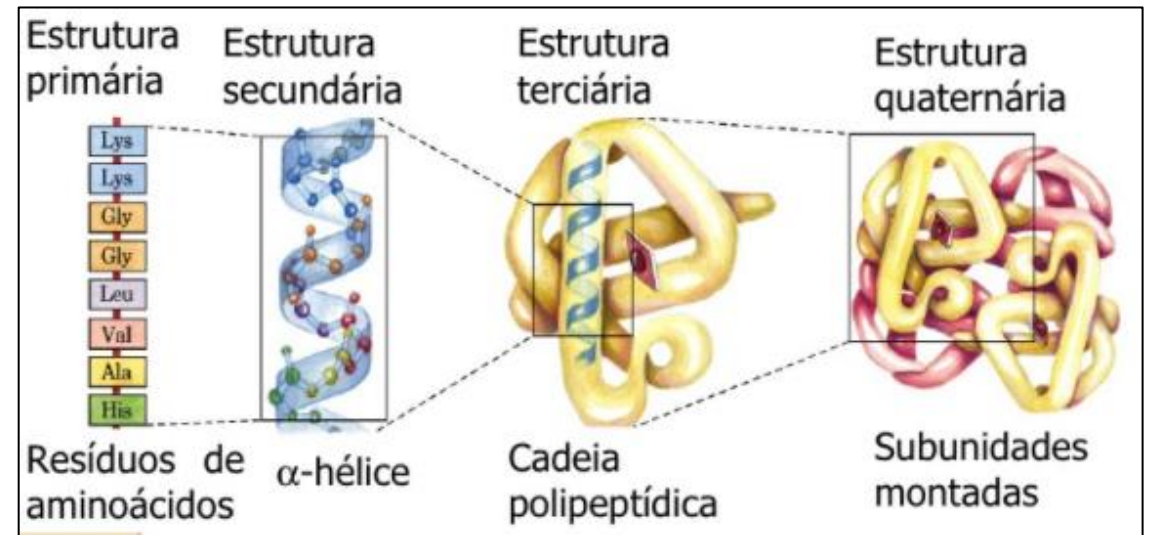
Test #	Formula	Calculated PDI	Tested PDI
1	100% soy flour	70	79
2	80% soy flour, 20% soy grits	60	68
3	60% soy flour, 40% soy grits	50	58
4	40% soy flour, 60% soy grits	40	58
5	100% soy grits	20	27

Fatores que influenciam o PDI x desnaturação x texturização



Agentes que desnaturam as proteínas:

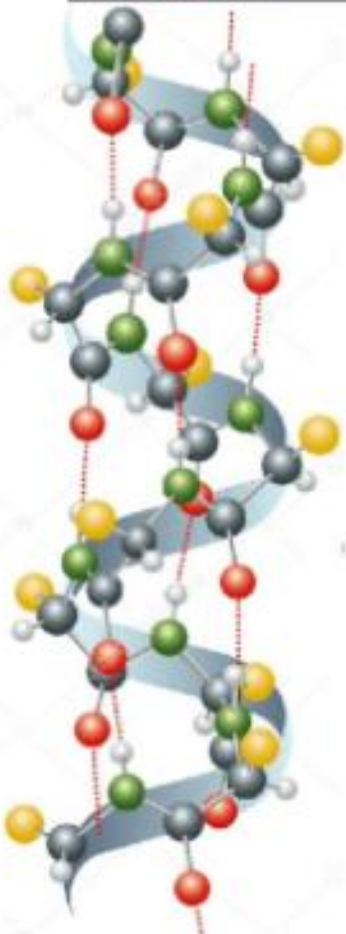
- Temperatura
- pH
- Solventes (etanol e acetona)
- Enzimas
- Cisalhamento



Fatores que influenciam a desnaturação x texturização



Estrutura da proteína queratina



Alisamento químico/ Progressiva

Produtos como tioglicolato ou o formol

As ligações S-S são alteradas permanentemente.

Com um agente químico a desnaturação passa a ser irreversível

Fatores que influenciam a desnaturação x texturização



Preparation of Soy Protein Concentrate and Isolate from Extruded-Expelled Soybean Meals

H. Wang, L.A. Johnson, and T. Wang*

Department of Food Science and Human Nutrition, Center for Crops
Utilization Research, Iowa State University, Ames, Iowa 50011-1061

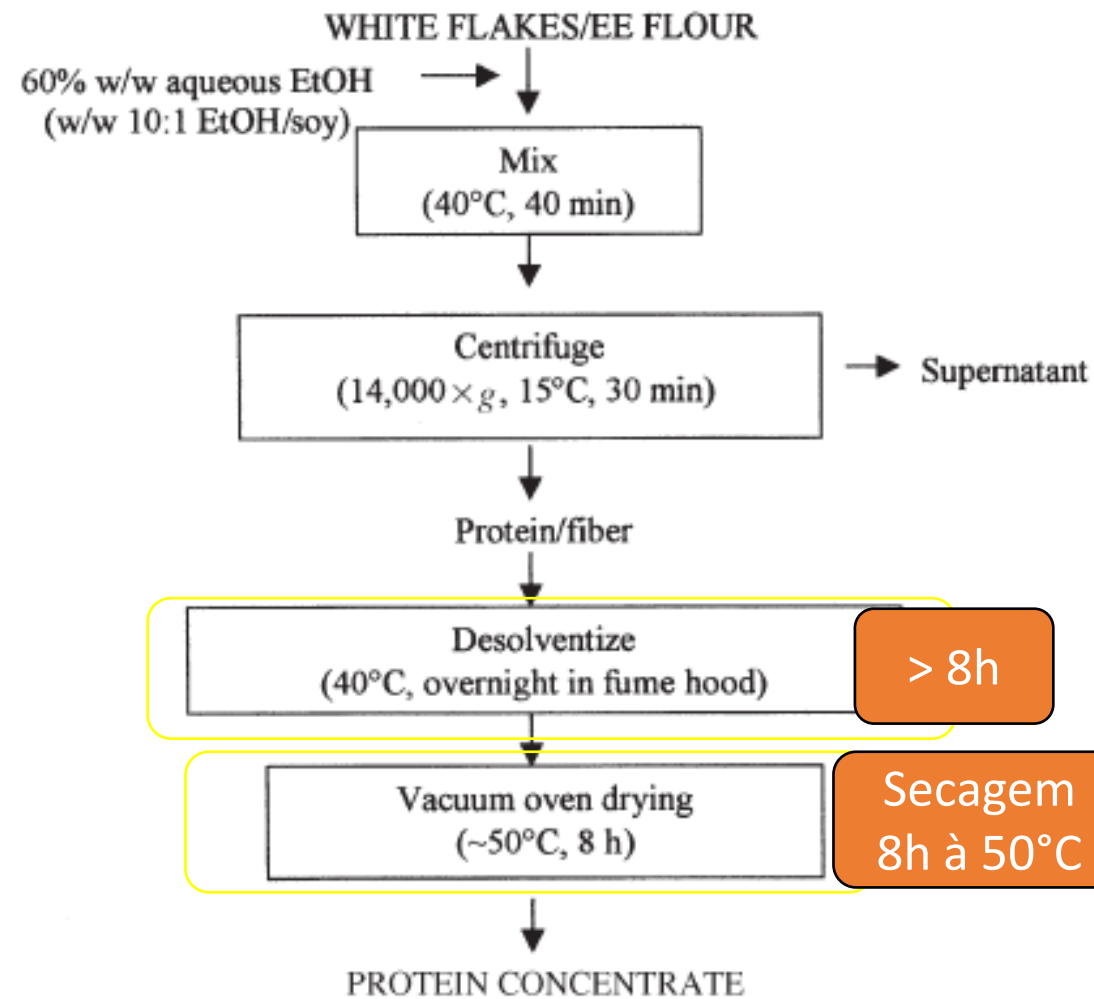


FIG. 2. Procedure for producing soy protein concentrate using the alcohol-wash method. For abbreviation see Figure 1.

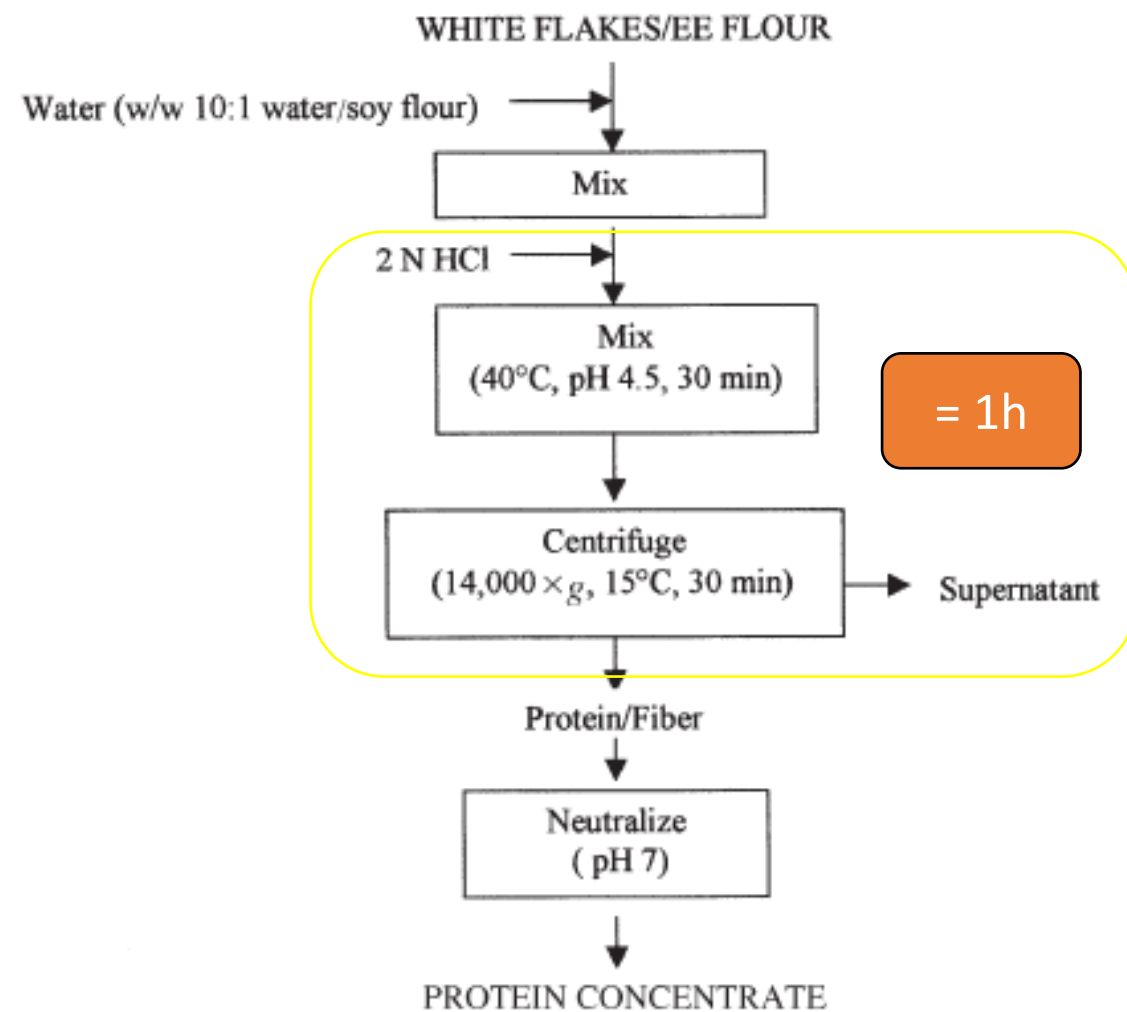


FIG. 1. Procedure for producing soy protein concentrate using the acid-wash method. EE, extruded-expelled.

Fatores que influenciam a desnaturação x texturização



✓ O CPS lavado em álcool e por mais tempo resultou em menor PDI quando comparado ao CPS lavado em ácido

○ - CPS lavagem álcool

A lavagem em álcool e por mais tempo provocou maior desnaturação das proteínas

Properties (SPC) and Their Functionalities^a

	Yield (%)		PC (%)	Dispersibility (%)		EC ^{a,b}	Foaming property		
	SPC	Protein		Solids	Protein		FS ^{a,b}	FC ^{a,b}	K value ^b
Acid-washed SPC									
White flakes	72.35	90.93	68.28	38.38	53.72	132.54	0.32	1.45	0.00025
EE60	78.45	95.16	53.86	38.35	47.51	89.00	0.09	0.76	0.00148
EE35	78.16	96.03	60.38	18.88	17.42	127.75	0.20	1.36	0.00097
Alcohol-washed SPC									
White flakes	78.89	98.04	67.53	8.31	5.70	25.76	0.25	1.50	0.00067
EE60	83.98	98.65	52.16	16.08	6.26	19.77	0.21	1.28	0.00086
EE35	81.49	97.56	58.83	12.15	3.93	18.14	0.06	0.55	0.00288
<i>P</i> and LSD values									
Wash	<0.0001	<0.00001	0.0031	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0054	0.0332	<0.0001
Sample	<0.0001	0.0106	<0.0001	<0.0001	0.0008	0.003	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Interaction	0.0001	0.0084	0.5322	<0.0001	0.0009	0.0107	<0.0001	<0.0001	<0.0001
LSD _{0.05} for sample	0.56	1.61	0.97	1.35	3.02	9.93	0.03	0.06	0.0002
LSD _{0.05} for wash	0.45	1.32	0.79	1.10	2.47	8.11	0.03	0.05	0.0002

^aPC, protein content; EC, emulsification capacity; FS, foaming speed; FC, foaming capacity; EE60, soy flour processed by extruding–expelling and having a protein dispersability index (PDI) of ~60; EE35, same as EE60 except PDI is ~35.

^bEC: g soybean oil/25 mL 2% slurry; FS: mL/s; FC: mL/mL; K value: mL⁻¹·s⁻¹.



Dados processo

Proteínas vegetais – Processo - Cães



Fontes proteicas de origem vegetal sobre o processo de extrusão e a digestibilidade aparente de dietas para cães

Item	Dietas ¹									
	FVF	CPS			IPS			GM		
		20%	40%	60%	20%	40%	60%	20%	40%	60%
Milho Grão	55.45	54.55	52.73	50.93	56.53	56.51	56.56	53.6	50.83	48.12
Far. Visceras Frango	30.9	23.2	15.7	8.1	22.9	15.1	7.4	23.4	16	8.4
Concentrado Soja	-	7.5	15	22.5	-	-	-	-	-	-
Prot. Isolada Soja	-	-	-	-	5.9	11.8	17.6	-	-	-
Glúten Milho 60	-	-	-	-	-	-	-	8.4	16.7	25.1
Gordura de Aves	7.7	8.7	9.6	10.6	8.5	9.4	10.3	8.5	9.4	10.2
Palatabilizante líq 3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fibra de Cana	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ingredientes menores	1.95	2.05	2.97	3.87	2.17	3.19	4.14	2.1	3.07	4.18

Proteínas vegetais – Processo - Cães

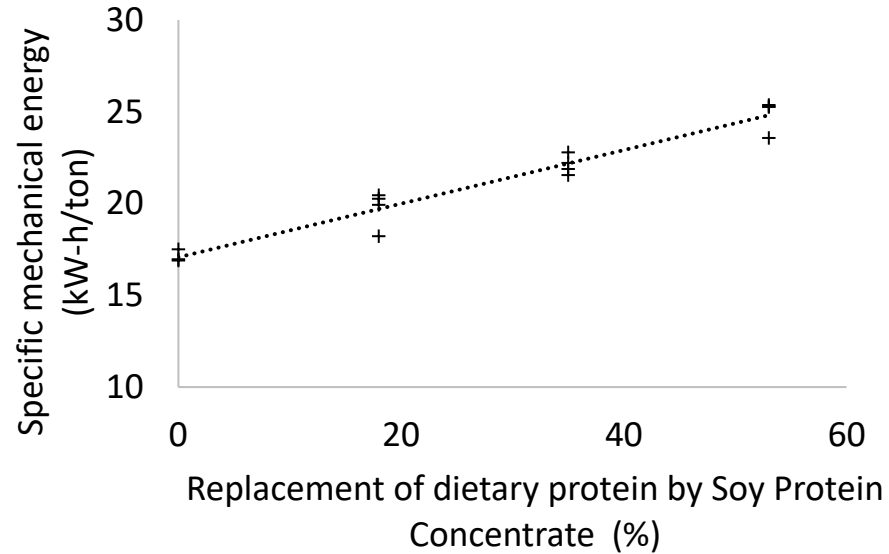


Figure 1. Specific mechanical energy as a function of the percentage replacement of the dietary protein by Soy Protein Concentrate: $y = 0.146x + 17.075$; $r^2 = 0.95$; $P < 0.0001$.

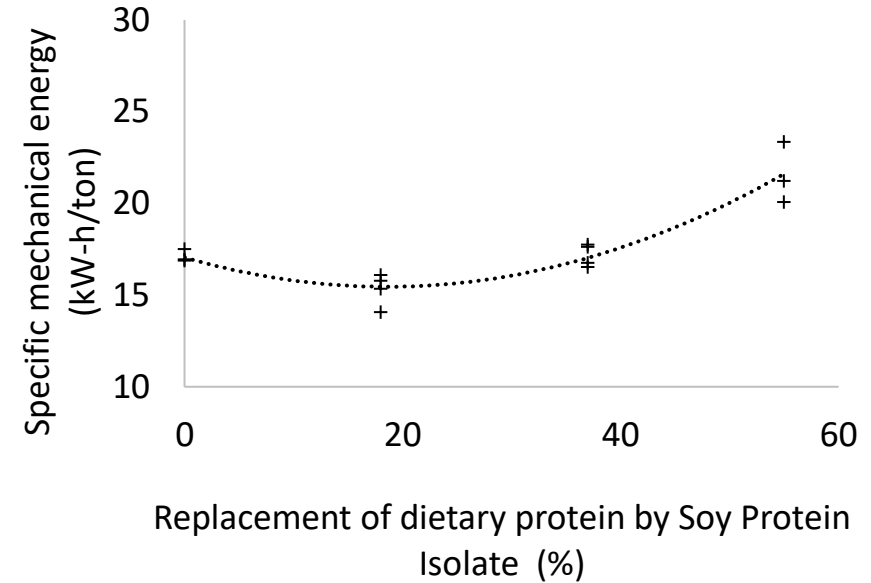


Figure 4. Specific mechanical energy as a function of the percentage replacement of the dietary protein by Soy Protein Isolate: $y = 0.0046x^2 - 0.1721x + 17.048$; $r^2 = 0.88$; $P < 0.0001$.

Os resultados obtidos são coerentes devido as propriedades funcionais das proteínas da soja, que possuem maior CRA, viscosidade e geleificação, quando comparadas a proteína animal FVF

Proteínas vegetais – Processo - Cães

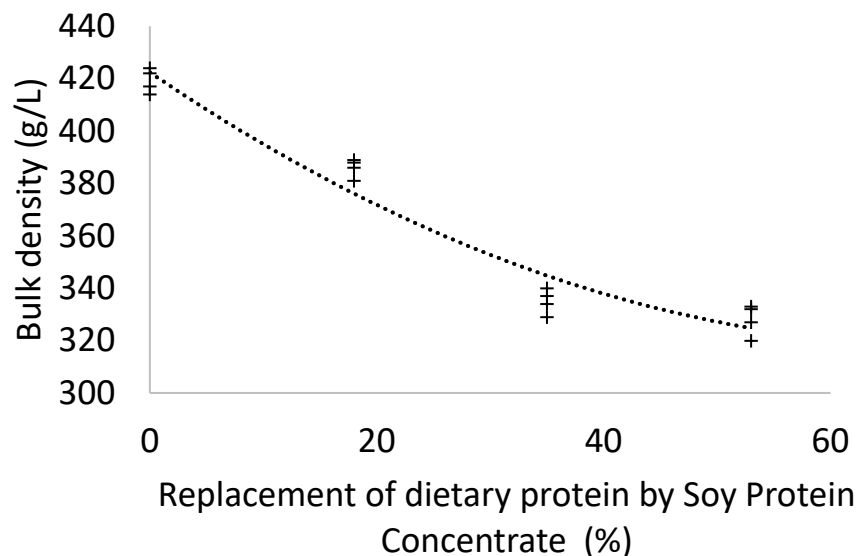
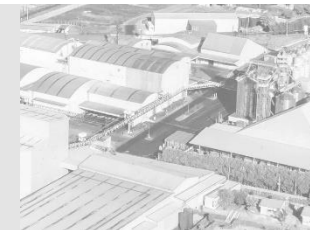


Figure 2. Kibble bulk density as a function of the percentage replacement of the dietary protein by Soy Protein Concentrate : $y = 0.0208x^2 - 2.9451x + 422.41$; $r^2 = 0.95$; $P < 0.001$.

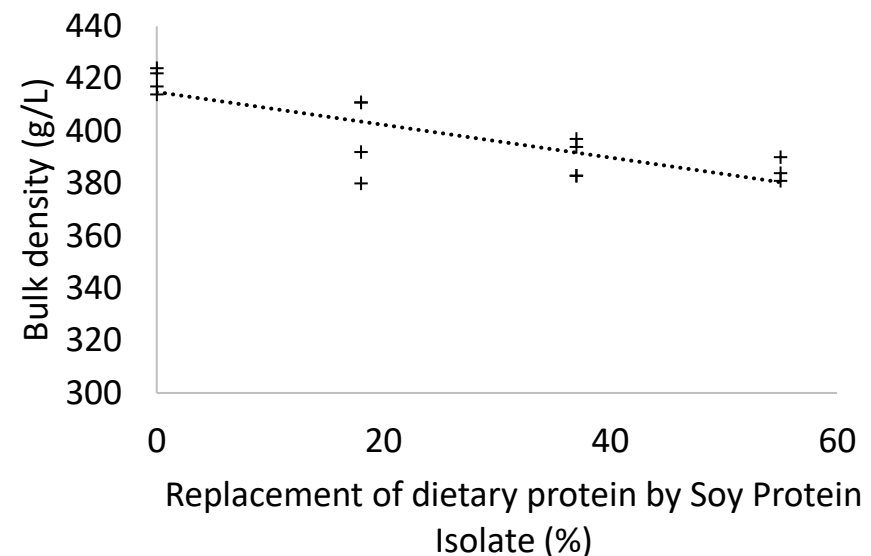


Figure 5. Kibble bulk density as a function of the percentage replacement of the dietary protein by Soy Protein Isolate : $y = -0.6266x + 414.95$; $r^2 = 0.66$; $P = 0.0003$.

Os resultados obtidos são coerentes devido as propriedades funcionais das proteínas da soja, que possuem maior CRA, viscosidade e geleificação, quando comparadas a proteína animal FVF

Processing traits and digestibility of extruded dog foods with soy protein concentrate


K. S. Venturini | M. F. Sarcinelli | M. A. Baller | T. C. Putarov | E. B. Malheiros |
A. C. Carciofi 

TABLE 1 Chemical composition of the protein sources used in the study (% , as-fed basis)

	Ingredient			
	PBM	GM	cSPC	sSPC
Dry matter	91.4	89.2	92.7	94.0
Ash	13.1	0.3	6.9	7.7
Crude protein	63.9	59.8	62.4	60.5
Acid-hydrolysed fat	13.7	1.5	0.4	0.4
Starch	-	7.4	0.5	0.5
Crude fibre	-	1.2	4.6	2.9

Coarse = 600 micras
Small = 200 micras

cSPC, soy protein concentrate coarse particle size (600 μm of mean geometric diameter, Sementes Selecta S.A., Goiânia, Brazil); GM, maize gluten meal; PBM, poultry by-product meal; SPCs, soy protein concentrate small particle size (200 μm of mean geometric diameter, Sementes Selecta S.A., Goiânia, Brazil).

TABLE 3 Processing parameters and kibble macrostructure of dog foods with different inclusions of soy protein concentrate with coarse particle size

	Diets				P	F	ns
	PBM	cSPC 15%	cSPC 30%	cSPC 45%			
<i>Extrusion processing parameters</i>							
Feed rate (kg/h)	284.3	267.3	281.0	281.3	0.000	0.000	ns
Motor load (ampere)	42.2	42.4	45.5	48.1	1.40	<0.001	ns
Temperature of extrusion (°C)	117.8				4.80	<0.001	ns
Pressure before die (MPa)	3.67				0.18	<0.001	ns
Specific mechanical energy (kW-h/ton)	12.4				1.39	<0.001	ns
<i>Kibble macrostructure</i>							
Bulk density after drier (g/L)	412.0	399.0	364.3	335.5	17.30	<0.001	0.026
Specific density (g/mm ³)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.01	<0.001	ns
Specific length (cm/g)	1.5	1.5	1.5	1.6	0.02	0.009	0.002
Radial expansion rate	11.5	11.3	12.	12.6	0.03	<0.001	ns
Cutting force (N)	49.0	47.1	48.1	47.1	0.48	ns	ns
Starch gelatinization (%)	74.8	80.2	85.2	88.8	0.93	<0.001	ns
In vitro digestibility of organic matter (%)	85.0	83.2	83.6	82.8	0.48	ns	ns

A inclusão de CPS 600 micras: aumentou amperagem, temperature, EME, gelatinização, expansão kibbles

A inclusão de CPS 600 micras: reduziu densidade

TABLE 3 Processing parameters and kibble macrostructure of dog foods with different inclusions of soy protein concentrate with coarse particle size

	Diets				P	F	ns
	PBM	cSPC 15%	cSPC 30%	cSPC 45%			
<i>Extrusion processing parameters</i>							
Feed rate (kg/h)	284.3	267.3	281.0	281.3			
Motor load (ampere)	42.2	42.4	45.5	48.1	1.40	<0.001	ns
Temperature of extrusion (°C)	117.8				4.80	<0.001	ns
Pressure before die (MPa)	3.67				0.18	<0.001	ns
Specific mechanical energy (kW-h/ton)	12.4				1.39	<0.001	ns
<i>Kibble macrostructure</i>							
Bulk density after drier (g/L)	412.0	399.0	364.2	335.5	17.30	<0.001	0.026
Specific density (g/mm ³)					0.01	<0.001	ns
Specific length (cm/g)					0.02	0.009	0.002
Radial expansion rate					0.03	<0.001	ns
Cutting force (N)					0.48	ns	ns
Starch gelatinization (%)					0.93	<0.001	ns
In vitro digestibility of organic matter (%)					0.48	ns	ns

A inclusão de CPS 600 micras: aumentou amperagem, temperature, EME, gelatinização, expansão kibbles

A inclusão de CPS 600 micras: reduziu densidade

Os resultados obtidos são coerentes devido as propriedades funcionais das proteínas da soja, que possuem maior CRA, viscosidade e geleificação, quando comparadas a proteína animal FVF

TABLE 4 Processing parameters and kibble macrostructure of dog foods with different inclusions of soy protein concentrate with small particle size

	Diets							
	PBM	sSPC 15%	sSPC 30%	sSPC 45%				
<i>Extrusion processing parameters</i>								
Feed rate (kg/h)	74.8	74.8	273.5	270.1				
Moisture (g/kg)	44.7	44.7	45.5	45.4	0.77	ns	ns	
Temperature (°C)	125.3	125.3	134.0	135.3	4.09	<0.001	ns	
Pressure before die (MPa)	3.57	3.85	3.55	3.23	0.13	0.001	ns	
Specific mechanical energy (kW-h/ton)	12.4	15.5	16.4	16.5	0.96	ns	ns	
<i>Kibble macrostructure</i>								
Bulk density after drier (g/L)	412.0	384.5	359.3	377.7	10.93	ns	<0.001	
Specific density (g/mm ³)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.01	ns	ns	
Specific length (cm/g)	1.5	1.5	1.6	1.6	0.04	<0.001	<0.001	
Radial expansion rate	11.5	12.7	12.0	12.0	0.02	0.009	ns	
Cutting force (N)	49.0	49.0	48.1	51.0	2.64	ns	ns	
Starch gelatinization (%)	74.8	80.1	81.6	80.8	0.93	ns	ns	
In vitro digestibility of organic matter (%)	85.0	85.4	83.8	83.7	0.42	ns	ns	

A inclusão de CPS 200 micras impactou numericamente na EME

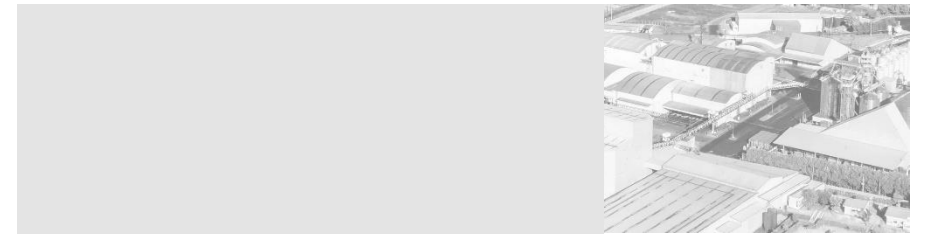
O aumento numerico da EME levou a redução da densidade e maior expansão dos kibbles

TABLE 4 Processing parameters and kibble macrostructure of dog foods with different inclusions of soy protein concentrate with small particle size

	Diet				P ^a	Contrast ^b	
	1	2	3	4		Lin	Quad
<i>Extrusion processing parameters</i>							
Feed rate (kg/h)					0.04	ns ^c	ns
Motor load (ampere)					0.77	ns	ns
Temperature of extrusion (°C)					0.09	<0.001	ns
Pressure before die (MPa)	3.67	3.63	3.55	3.23	0.13	0.001	ns
Specific mechanical energy (kW-h/ton)	12.4	15.5	16.4	16.5	0.96	ns	ns
<i>Kibble macrostructure</i>							
Bulk density after drier (g/L)	412.0	384.5	359.3	377.7	10.93	ns	<0.001
Specific density (g/mm ³)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.01	ns	ns
Specific length (cm/g)	1.5	1.5	1.6	1.6	0.04	<0.001	<0.001
Radial expansion rate	11.5	12.7	12.0	12.0	0.02	0.009	ns
Cutting force (N)	49.0	49.0	48.1	51.0	2.64	ns	ns
Starch gelatinization (%)	74.8	80.1	81.6	80.8	0.93	ns	ns
In vitro digestibility of organic matter (%)	85.0	85.4	83.8	83.7	0.42	ns	ns

A moagem fina reduziu a capacidade de gerar viscosidade quando comparada ao CPS grosseiro.

	Diets				SEM ^a	p value
	PBM	GM	cSPC 45%	sSPC 45%		
<i>Processing parameters</i>						
Feed rate (kg/h)	284.0 ^b	296.0 ^a	281.0 ^{bc}	270.0 ^c	5.32	.002
Motor load (ampere)	42.2 ^c	45.4 ^b	48.1 ^a	45.4 ^b	1.21	<.001
Temperature of extrusion (°C)	117.8 ^b	120 ^b	140.3 ^a	135.3 ^a	5.57	<.002
Pressure before die (MPa)	3.67 ^b	3.55 ^b	4.08 ^a	3.23 ^b	0.17	.013
Specific mechanical energy (kW-h/ton)	12.4 ^c	15.1 ^b	18.6 ^a	16.5 ^b	1.30	<.001
<i>Kibble macrostructure</i>						
Bulk density after drier (g/L)	412.0 ^a	391.7 ^b	335.5 ^c	377.7 ^b	16.21	<.001
Specific density (g/mm ³)	0.5 ^a	0.5 ^a	0.4 ^b	0.4 ^b	0.02	<.001
Specific length (cm/g)	1.5 ^b	1.5 ^b	1.6 ^a	1.6 ^a	0.03	<.001
Radial expansion rate	11.5 ^b	11.7 ^b	12.6 ^a	12.0 ^b	0.02	.012
Cutting force (N)	49.0	48.1	47.1	51.0	1.18	ns [†]
Starch gelatinization (%)	74.8 ^c	74.3 ^c	88.7 ^a	80.8 ^b	3.38	<.001
In vitro digestibility of organic matter (%)	85.0	84.5	82.8	83.7	0.48	ns



Quando comparada aos demais ingredientes estudados os autores concluíram que o CPS apresentou mais benefícios ao processo de extrusão (maior EME e estrutura celular dos kibbles) em relação ao GM e a FVF

Proteínas vegetais – Processo - Cães



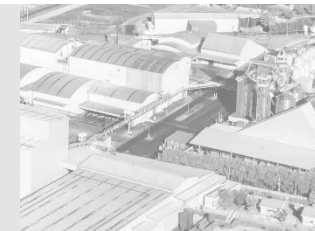
Nos dois estudos, a substituição da FVF pelas proteínas da soja levaram a maior aplicação de EME, maior cozimento e maior expansão dos kibbles.

- ✓ **CRA e formação de gel** → poder ligante (binding) da soja (Singh, 2010).
- ✓ A absorção de água → a **viscosidade** da massa (Kinsella, 1979; Añón et al., 2001) → exigindo mais força do motor (amperagem) → **elevando a transferência de EME** (Miller, 1990; Sousa et al., 1996).
- ✓ **CRA** → **flash-off** (vaporização da água interna do kibble ao entrar em contato com a pressão atmosférica ambiente (Fellow, 2000; Chuang and Yeh, 2004)) → **expansão dos kibbles**
- ✓ O **tratamento térmico** durante a extrusão → **desnaturação** das proteínas da soja (glicinina e Beta-conglicinina) → **viscosidade** da massa (Kinsella, 1979; Wang and Johnson, 2001; Wang et al., 2008.)
- ✓ O CPS promoveu maior EME, maior cozimento do amido e maior expansão dos kibbles que o IPS.
- ✓ O CPS moído grosseiramente promoveu maior EME, maior cozimento do amido e maior expansão dos kibbles que o CPS finamente moído.



Formulações de
elevado teor proteico

Processo - gatos



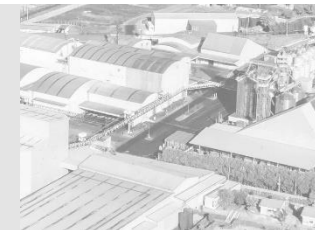
Item	Teor de proteína			
	28%	39%	52%	64%
Milho Grão	51,76	37,98	23,58	9,18
Far. Vísceras de Frango	23	23	23	23
Proteína Isolada Soja ¹	0	13,97	28,57	43,16
Gordura de Aves	9,59	9,42	9,23	9,05
Proteína Isolada Suíno	5	5	5	5
Arroz quirera	5	5	5	5
Fibra de Cana	2	2	2	2

Item	Dieta			
	P28	P39	P52	P64
Condicionador				
Temperatura, °C	84,8	83,8	83,3	80
Extrusora				
Amperagem, A	40,9	41,2	42,8	40,3
Temperatura, °C	119	133	126	131
Pressão, bar	40,4	45,2	49,5	40,7
Densidade umido, g/L	356	339	349	396
EME, kW-h/ton ⁴	21,2	23	25,5	21,8
Produtividade, kg/h	150	141	145	136

Milho x Soja



Ervilha – Camila Goloni

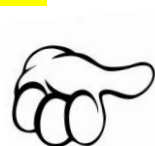


Ingrediente	P34	P50
	Uso (%)	
Vísceras Far. Aves	35,00	35,00
Proteína Ervilha	0,00	21,77
Milho Grão	26,86	0,00
Arroz quirera	20,00	20,00
Prot. Isolada Suino	7,02	10,00
Gordura de Aves	4,58	6,79
Polpa de Beterraba	2,50	2,50
Palatabilizante pó	1,00	1,00

Item	Dieta	
	P34	P50
Condicionador		
Temperatura, °C	84,55	90,15
Extrusora		
Amperagem, A	41,35	36,5
Temperatura, °C	137	133
Pressão, bar	24,4	14,6
Densidade umido, g/L	384,3	433,4
EME, kW-h/ton ⁴	19,5	10
Produtividade, kg/h	172	152,25



Milho x Ervilha



Conclusões



Conclusões

Vantagens

- Teor matéria mineral
- Aminograma
- Digestibilidade
- pH urina (GM)
- Extrusão



Desvantagens

- Palatabilidade
- Oligossacarídeos
- Outros compostos



A desnaturação da matéria prima deve ser baixa, pois irá contribuir com a viscosidade e a formação dos kibbles.



A desnaturação da dieta/kibbles, após extrusão, deve ser alta pois irá melhorar a digestibilidade

O processo de extrusão, aliando pressão, temperatura e cisalhamento em fluxo laminar, indução do desdobramento e exposição de sítios hidrofóbicos **favorece as propriedades funcionais das proteínas** (MOL et al., 2002).

Da mesma forma, a presença dessas propriedades funcionais **favorece o processo de extrusão**.

Elevação da viscosidade (maior CRA e maior geleificação) → eleva o cisalhamento → eleva a transferência de EME → formação de *kibbles* mais expandidos e melhor formatados.
Melhor processamento → desnaturação das proteínas → maior digestibilidade da proteína



francine.peres@manfrim.com.br

Obrigada!