



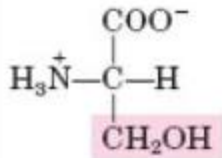
Bioquímica dos Alimentos

ALTERAÇÕES NAS PROTEÍNAS DE ALIMENTOS

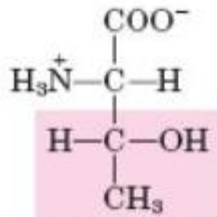
Prof. M.Sc. Yuri Albuquerque

POLARIDADE DOS AMINOÁCIDOS

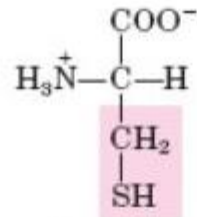
Polar, uncharged R groups



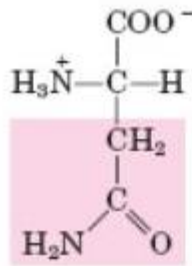
Serine



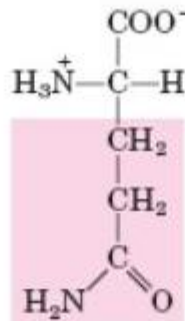
Threonine



Cysteine



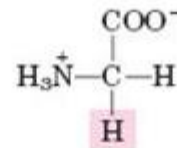
Asparagine



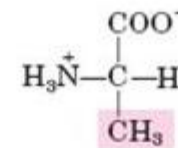
Glutamine

Aminoácidos polares.

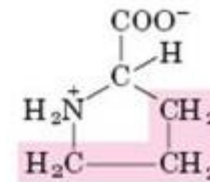
Nonpolar, aliphatic R groups



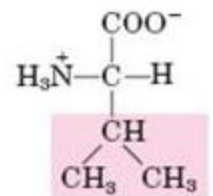
Glycine



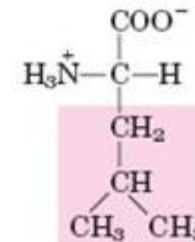
Alanine



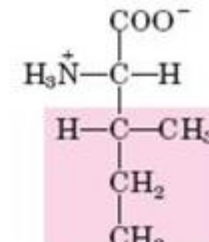
Proline



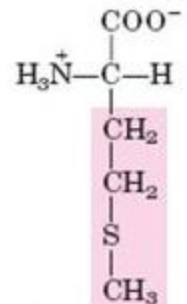
Valine



Leucine



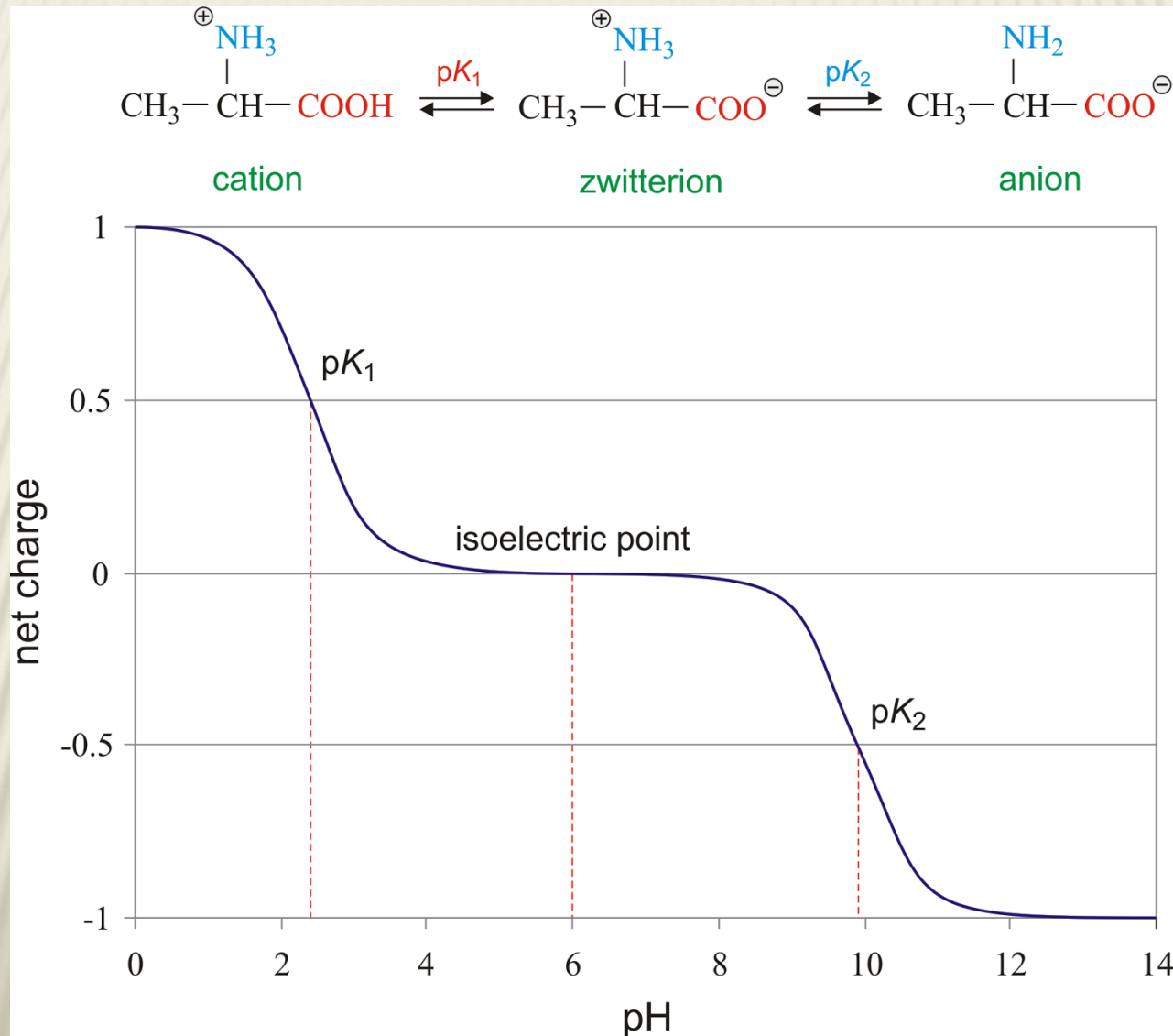
Isoleucine



Methionine

Aminoácidos apolares.

PONTO ISOELÉTRICO DE AMINOÁCIDOS



INTERAÇÃO PROTEÍNA – PROTEÍNA

- **Interações covalentes**

- Pontes dissulfeto
- Pontes derivadas de tirosina
- Pontes derivadas de lisina
- Pontes lisino-alanina
- Pontes ácido glutâmico-lisina

INTERAÇÃO PROTEÍNA – PROTEÍNA

- **Interações não-covalentes**

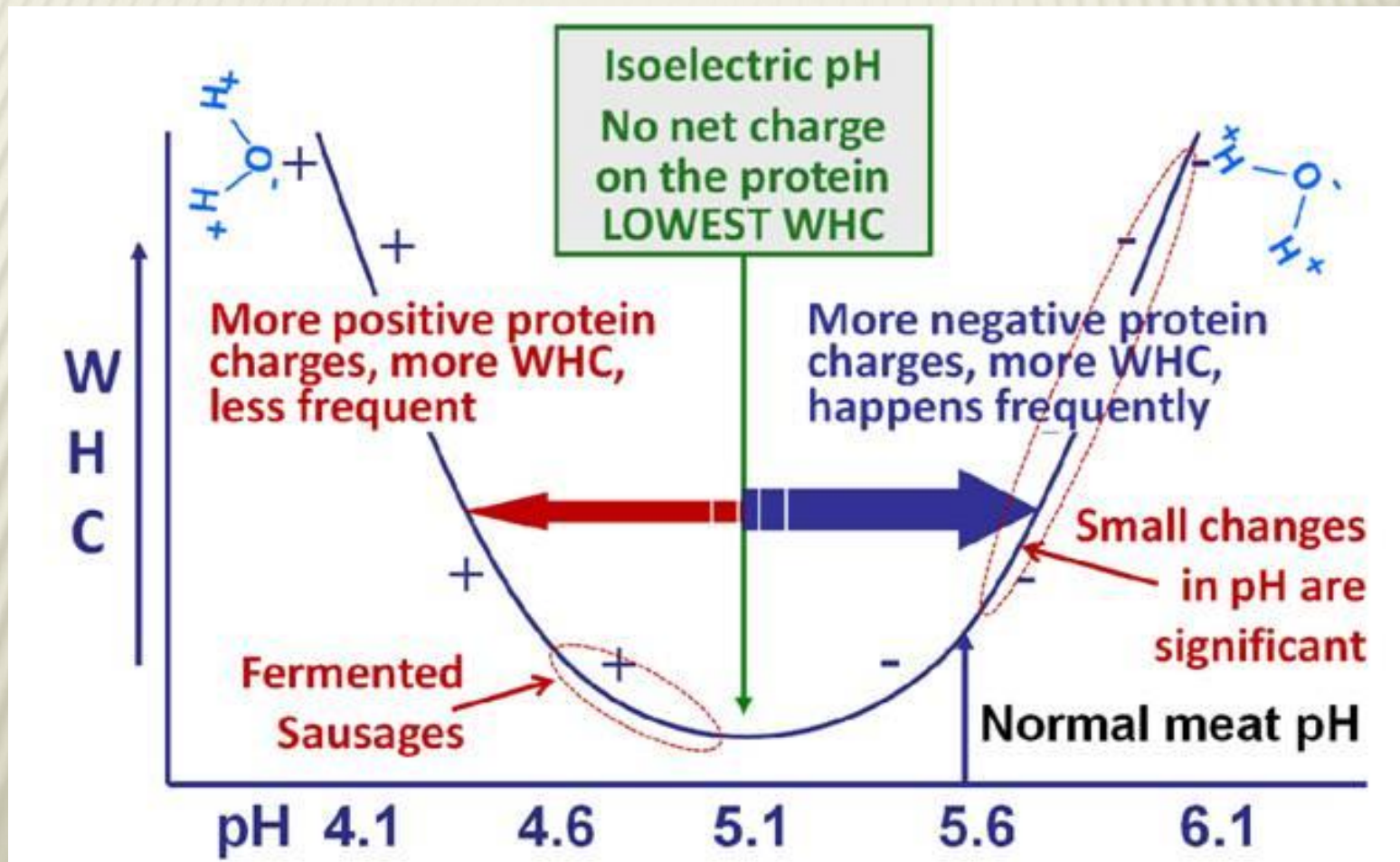
- Pontes de H
- Interações hidrofóbicas
- Ligações iônicas

COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS E INTERAÇÃO PROTEÍNA-ÁGUA

- **Baixo conteúdo de aminoácidos hidrofóbicos** (abaixo de 30%) → tendência a se ligar a moléculas de água na superfície da proteína
- **Maiores conteúdos de aminoácidos hidrofóbicos** (~30%)
→ baixo nível de hidratação da proteína
- **Maior estabilidade térmica** → maior quantidade de AA hidrofóbicos (Val, Ile, Leu e Phe), que realizam interações hidrofóbicas e dificultam o rompimento de ligações fracas

INTERAÇÃO PROTEÍNA – ÁGUA (WHC)

- Dependente de pH



INTERAÇÃO PROTEÍNA – ÁGUA

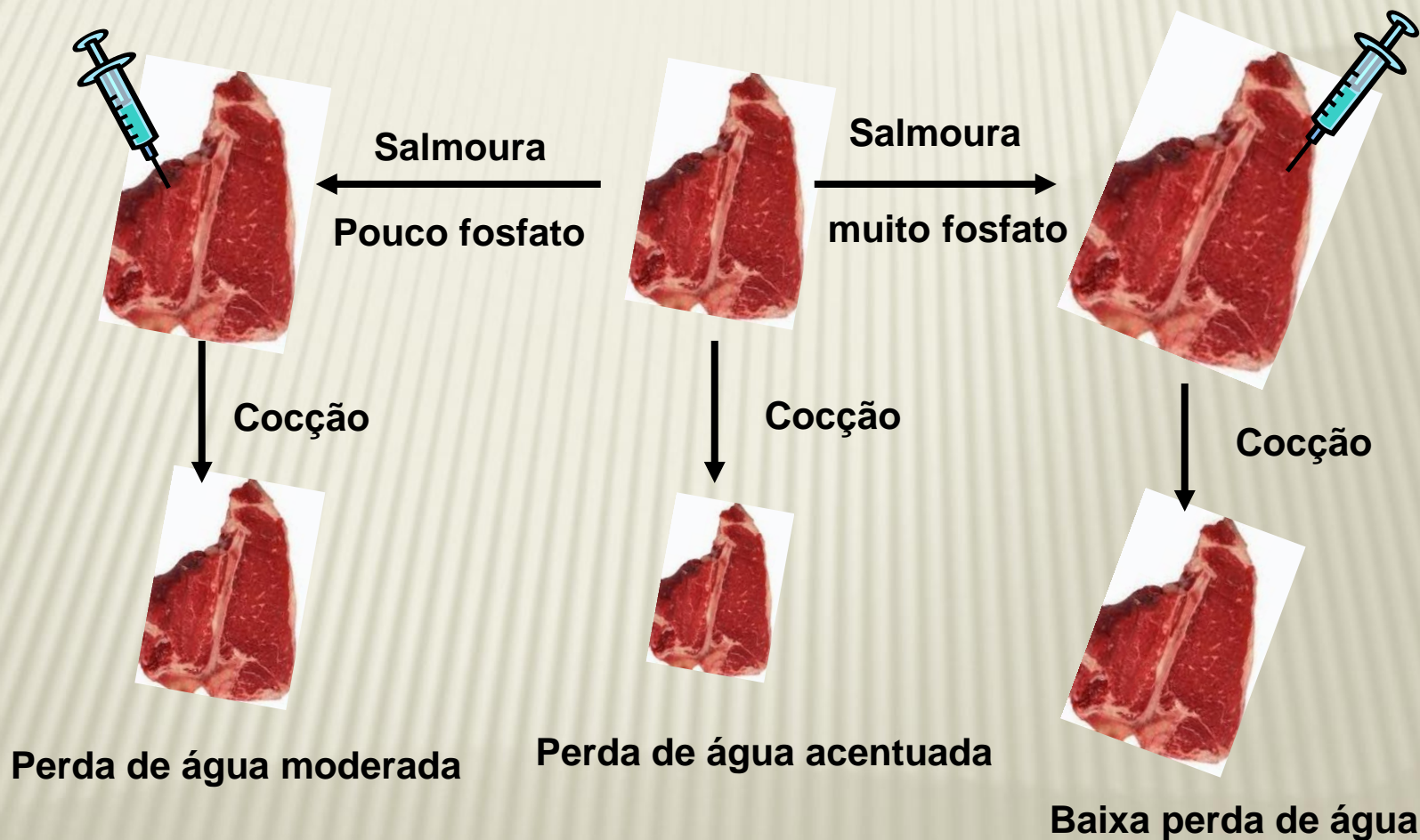
- **Dependente de [NaCl]**

- NaCl aumenta a retenção de água pelas proteínas, devido à sua característica higroscópica
- Os sais se ligam às moléculas de água da carne, impedindo que ela se solte das proteínas
- Adição de NaCl torna a carne mais succulenta

- **Dependente de $[\text{PO}_4^{-3}]$**

- Sais de fosfato elevam o pH acima do ponto isolétrico, aumentando a capacidade de retenção de água

INTERAÇÃO PROTEÍNA – ÁGUA (WHC)



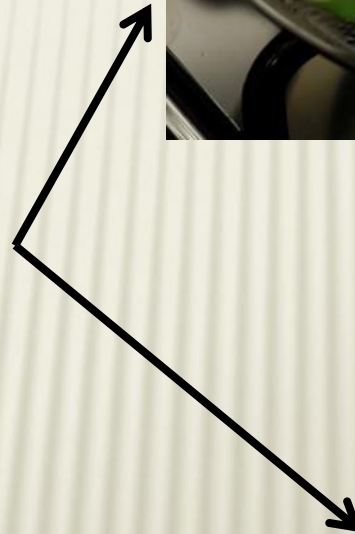
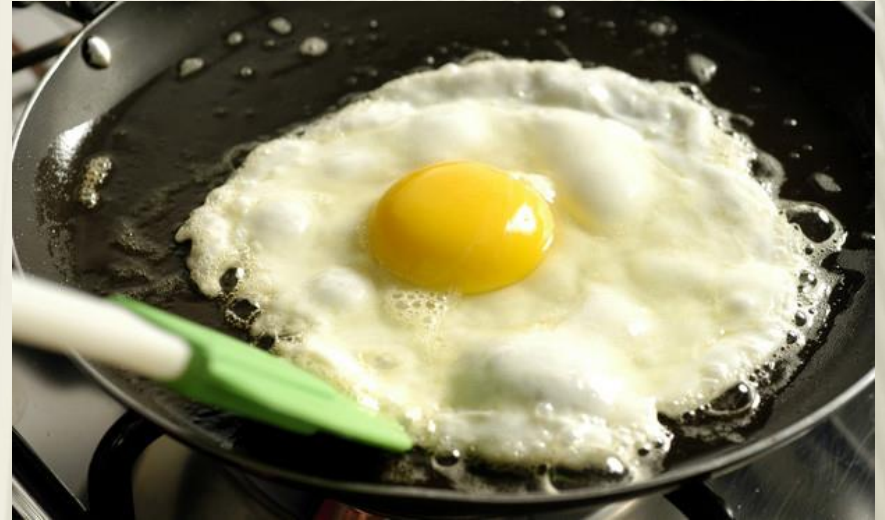
DESNATURAÇÃO PROTEICA

- Qualquer modificação na conformação (estrutura secundária, terciária ou quaternária) sem rompimento das ligações peptídicas
- As estruturas são mantidas por interações fracas → facilmente quebradas quando expostas a calor, ácidos, sais ou álcool
- Leva à diminuição da solubilidade devido à exposição do núcleo hidrofóbico
- Processo irreversível

DESNATURAÇÃO PROTEICA

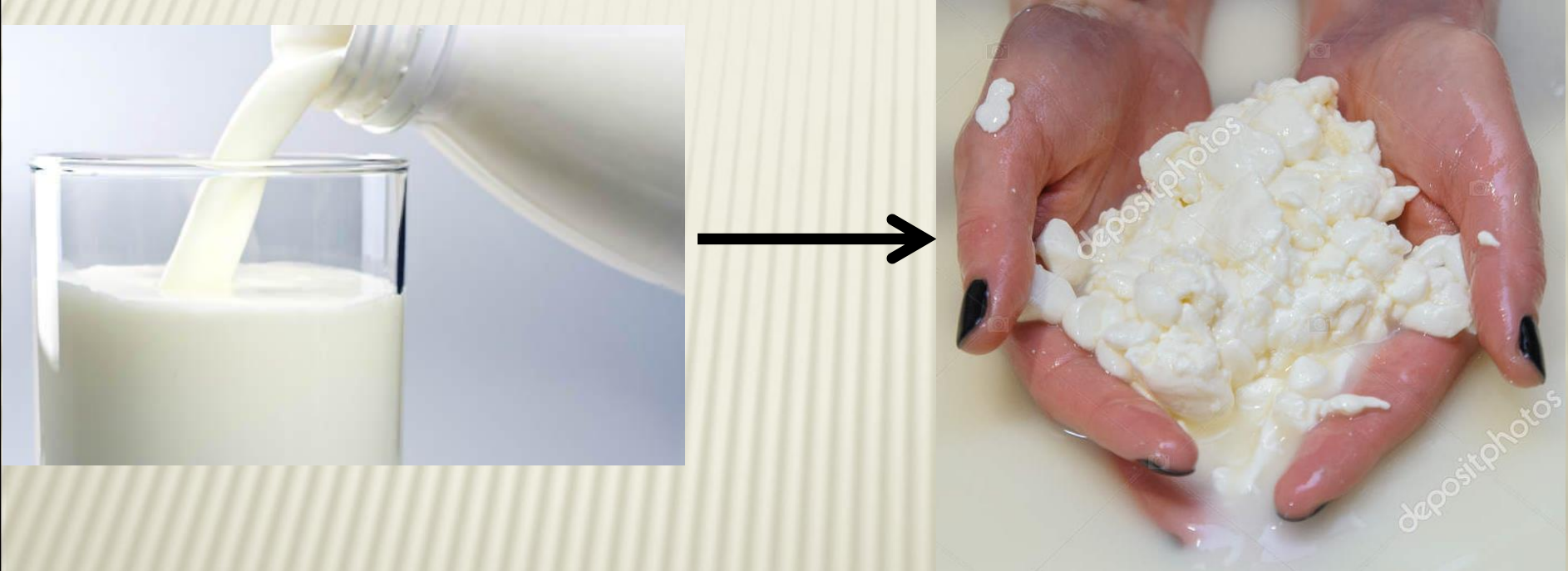
- **Desnaturação pelo calor (térmica)**
 - Pode melhorar a digestibilidade de algumas proteínas (inibição dos inibidores de tripsina de leguminosas cruas)
 - Inibição de lipoxigenases e polifenoxidasas

DESNATURAÇÃO PROTEICA



DESNATURAÇÃO PROTEICA

- **Desnaturação por alteração de pH**



DESNATURAÇÃO PROTEICA

- **Desnaturação x teor de água**

- Quanto maior o teor de água, maior a tendência à desnaturação → alimentos secos são estáveis à termodesnaturação
- Alimentos secos – proteínas assumem uma estrutura com pouca mobilidade (rígida) → adição de sais e açúcares aumentam a termoestabilidade
- Maior teor de água – água penetra na molécula e incha a proteína, tornando-a mais móvel e mais flexível → mais suscetível à desnaturação

DESNATURAÇÃO PROTEICA

- **Tensões de cisalhamento**



Sovar, amassar e bater massa causa desnaturação proteica, devido à incorporação de bolhas de ar

AQUECIMENTO DE PROTEÍNAS

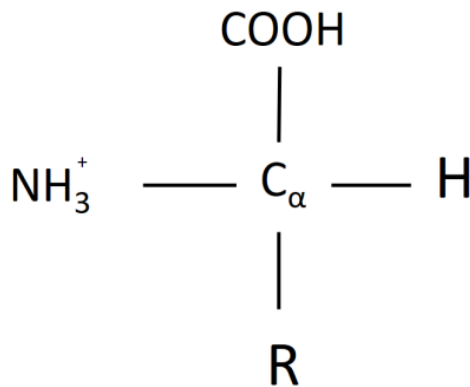
- **Aquecimento em pH alcalino e acima de 200°C favorece:**
 - Pirólise - Formação de compostos mutagênicos ou cancerígenos a partir da pirólise de AA (aminoimidazoquinolinas) → assados, grelhados

AQUECIMENTO DE PROTEÍNAS

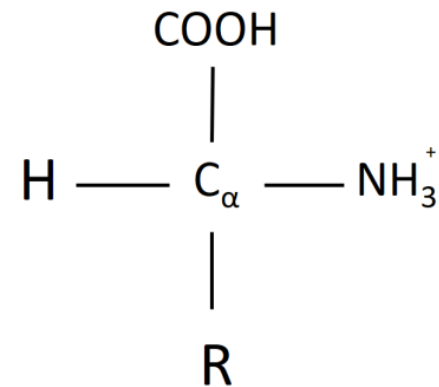
- **Aquecimento em pH alcalino e acima de 200°C favorece:**
 - Entrecruzamento de proteínas → formação de lisinoalanina (nefrotóxico) → síntese durante o aquecimento do leite (UHT)
 - Inibição da formação de lisinoalanina pela adição de sulfito (bloqueio dos grupamentos reativos da lisina)

AQUECIMENTO DE PROTEÍNAS

- **Aquecimento em pH alcalino e acima de 200°C favorece:**
 - Racemização de aminoácidos (L→D aminoácidos)
 - D aminoácidos são de difícil hidrólise, menos absorvidos



Configuração L (amina à direita)



Configuração D (amina à esquerda)

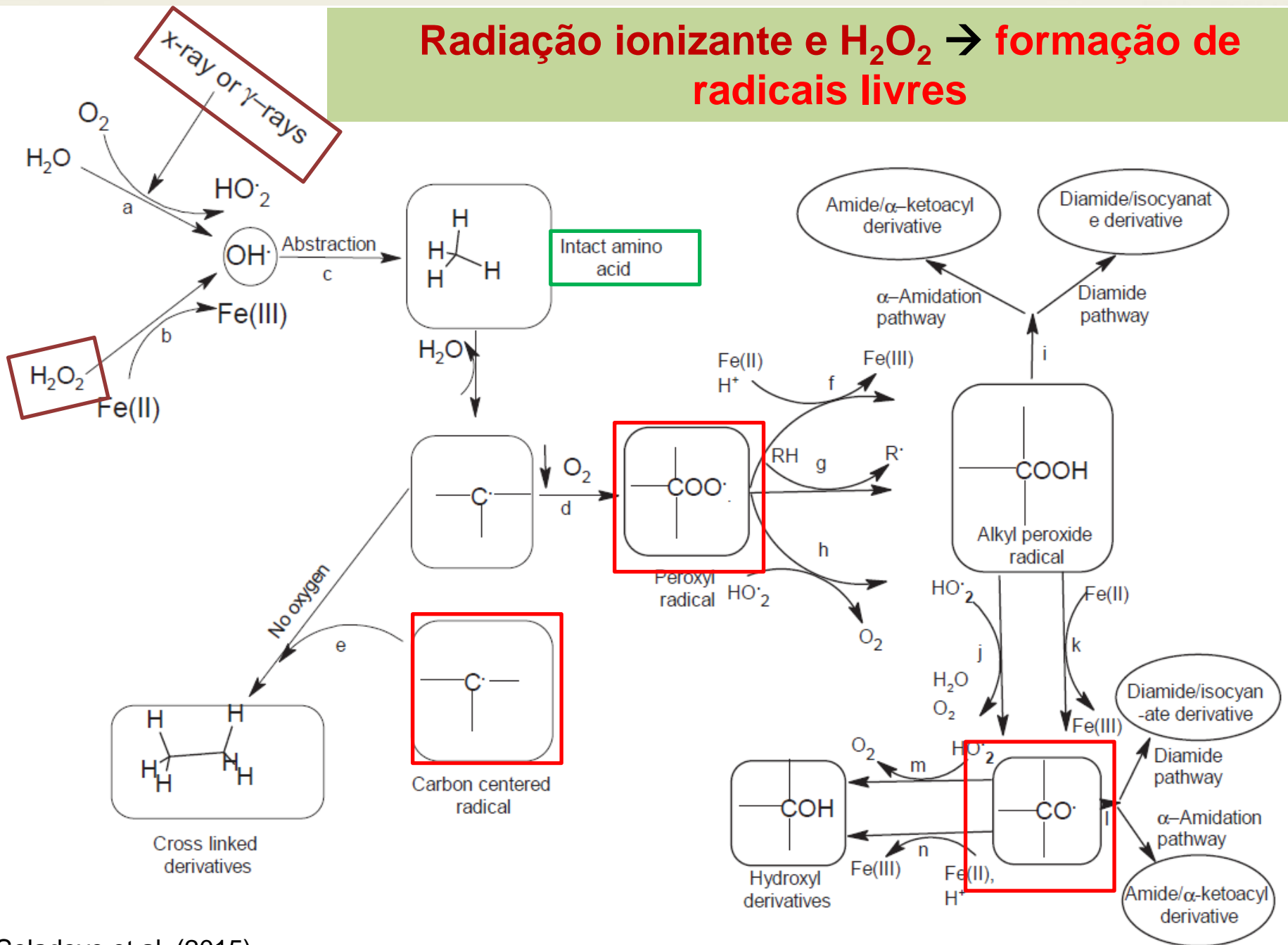
OXIDAÇÃO DE PROTEÍNAS

- H_2O_2
 - Bactericidas e branqueadores de farinhas
 - Oxidam AA e promovem polimerização de proteínas
 - Met, Cys, Trp e His são os mais suscetíveis à oxidação
 - Síntese de compostos carcinogênicos (quinurenina formada pela oxidação do Trp)

OXIDAÇÃO DE AMINOÁCIDOS DA CARNE DURANTE O PROCESSAMENTO *POS-MORTEM*

- Reações de maturação da carne
- Fermentação da carne
- Fatiamento (aumento da superfície de contato com agentes oxidantes)
- Congelamento prolongado
- Altas temperaturas (cocção, grelha, fritura) → ROS
- Empacotamento (tecnologia de atmosfera controlada)

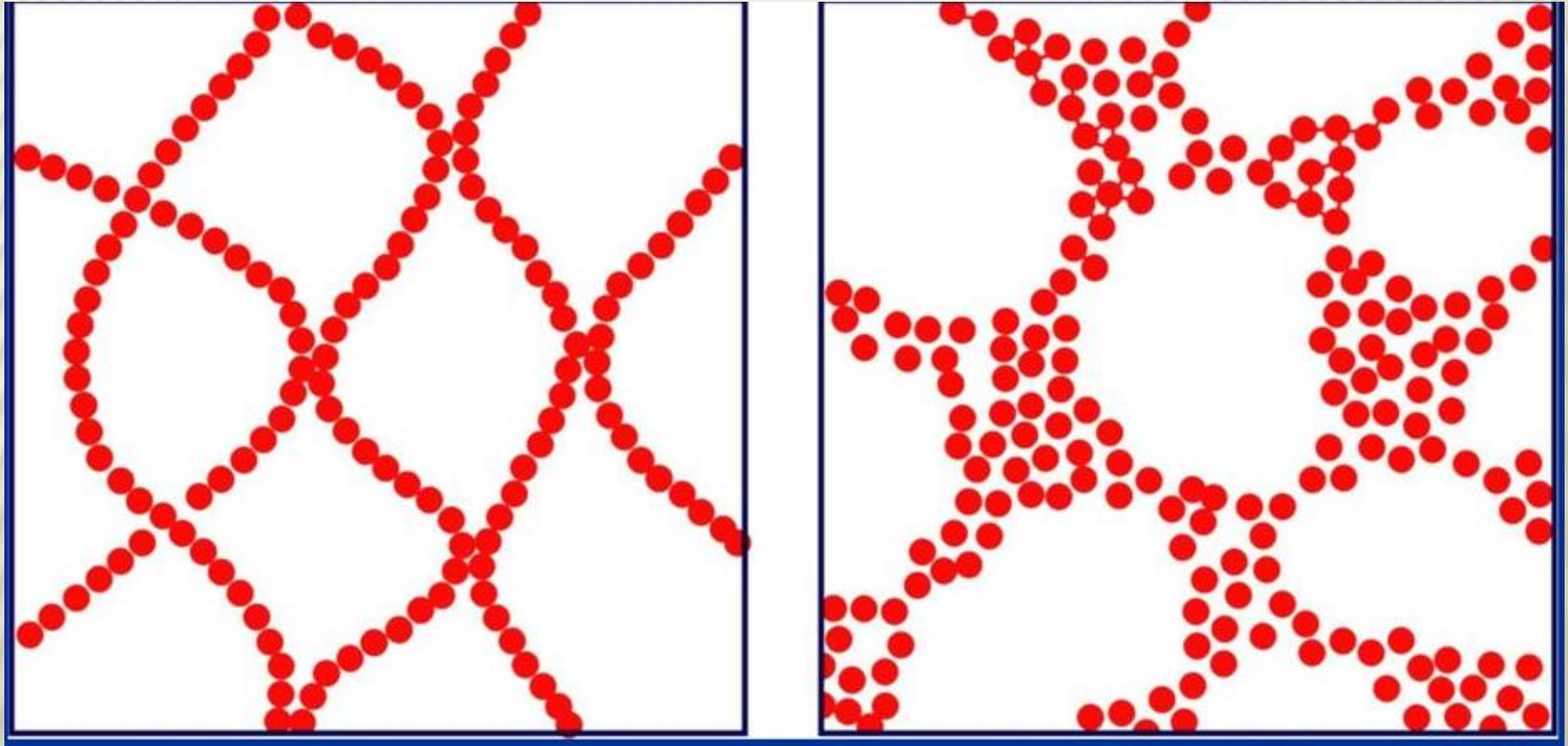
Radiação ionizante e $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$ formação de radicais livres



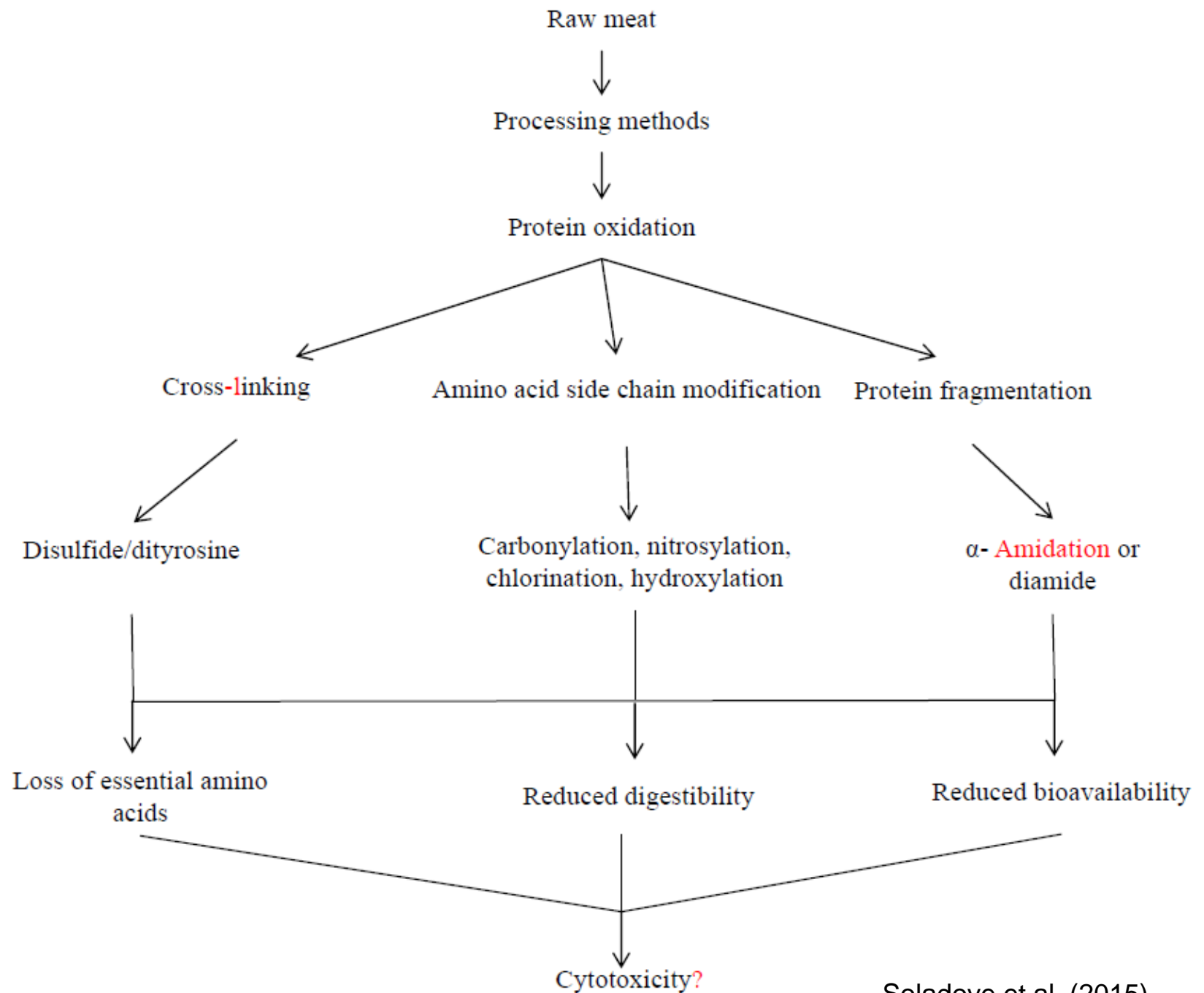
MODIFICAÇÃO DE AMINOÁCIDOS A PARTIR DE REAÇÕES DE OXIDAÇÃO

Amino acid residue	Process of modification
Arginine	<u>Carbonylation</u> / metal ion-catalyzed oxidation
Lysine	<u>Carbonylation</u> / metal ion-catalyzed oxidation
Proline	<u>Carbonylation</u> / metal ion-catalyzed oxidation
Cysteine	Glutathiolation/ cross-linking/ metal ion-catalyzed oxidation
Threonine	<u>Carbonylation</u> / metal ion-catalyzed oxidation
Leucine	Hydroxylation
Histidine	Metal ion-catalyzed oxidation
Glutamic acid	–
Methionine	Sulfoxidation
Phenylalanine	Hydroxylation
Tryptophan	Hydroxylation/nitration
Tyrosine	Metal ion-catalyzed oxidation/nitrosylation
Valine	Hydroxylation

INTERAÇÃO PROTEÍNA-PROTEÍNA A PARTIR DE REAÇÕES DE OXIDAÇÃO



Agregação de proteínas globulares após danos oxidativos e desnaturação (formação de geis)



HIDRÓLISE DE PROTEÍNAS

- Uso de proteases (papaína, tripsina...) formam oligopeptídeos que conferem sabor amargo
- Quantos mais **hidrofóbicos** os AA, maior a formação de oligopeptídeos **amargos**

HIDRÓLISE DE PROTEÍNAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS



colágeno



hidrólise



gelatina

REAÇÕES COM PROTEÍNAS COM INTERESSE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

- **Proteólise** – ação de proteases específicas para formar AA com características flavorizantes
- **Síntese de adoçantes** (aspartame) a partir do ácido aspártico e fenilalanina

