

PROTEINEN ERABILERA NUTRITIBOA ETA PROTEINA-KALITATEAREN EBALUAZIO BIOLOGIKOA

Sarrera

Dietako proteinak digestio-prozesu batzuen bidez molekula txikiago bihurtzen dira (aminoazidoak, dipeptidoak, etab.). Molekula horiek hestean xurgatzen dira, eta organismoak erabiltzen ditu. Proteinak aminoazidoz osatuta daude eta hauetako batzuk organismorako esentzialak dira biziraupena ziurtatzeko. Kalitateko oneko proteinak aminoazido esentzial guztiak eta kantitatea egokian dakartza.

Dena den, hartutako proteina guztiak ez dira behar bezala erabiltzen, digestioa eta xurgapena bukatzeke dagoelako, eta/edo aminoazidoen erabilera-eraginkortasuna egokia ez delako. Hots, haien biodisponibilitatea aldatzen da hainbat eragileren arabera (jatorria, sukaltzeko prestakuntza, ea). Hori dela eta, indize biologikoak agertzen dira proteinen kalitatea ezartzeko.

Bestalde, egoera fisiologiko bakoitzak nitrogeno-balantze bat izango du, eta horrek proteinen probetxua ere islatuko du.

Proteinak aminoazidoz osatuta daude eta horien osagaietan karbonoa, hidrogenoa eta oxigenoa egoteaz gain (karbohidratoak eta lipidoak bezalaxe), nitrogenoa ere egoten da. Azken hori proteinen bereizgarria da, eta, maiz, proteinak neurtzeko nitrogeno kantitatea zehazten da. Horretarako, jakin behar da 100 gramo proteinak bataz beste 16 gramo nitrogeno dutela. Beste era batean adierazita, gramo bat nitrogeno agertzeak 6,25 g proteinako edukia islatzen du

Helburua

Proteinaren kalitatea antzemateko bi motatako indizea neurtuko dira: indize kimikoa eta indize biologikoak. Indize kimikoek proteinen aminoazidoen konposizioa aztertzen dute. Indize biologikoek proteinen erabilera nutritiboa antzematen dute. Proteinen kalitateak bi indize osagarri hauekin eratzen da.

Proteina eta haren metabolitoen kantitatea estimatzeko nitrogenoaren edukia neurtuko da Kjeldhal metodoaren bidez.

Materiala eta erreaktiboak

- Proteina-iturri ezberdinetako bi dieta
- Balantza
- Arragoa edo krisolak
- Saio-hodiak

- H₂SO₄ (Kontzentratua)
- Katalizatzailea
- Kjeldahl gailua
- % 40ko kontzentrazioko NaOH-a
- % 4ko kontzentrazioko H₃BO₃-a
- Shiro-Tashiro adierazlea (pH=5,6): % 0,2ko kontzentrazioko metilo gorria eta % 0,1eko kontzentrazioko metilo urdina (1:1) soluzio alkoholikoan nahasiz prestatzen da.

Soluzio horren pH-a 5,6 baino txikiagoa denean gorri-more kolorez dago eta pH igotzerakoan (>5,6) berde bilakatzen da.

- HCl 0,1 N baloratua

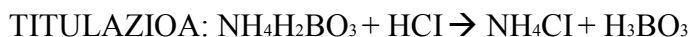
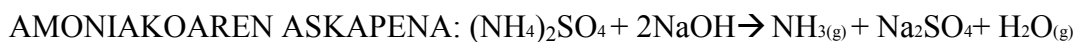
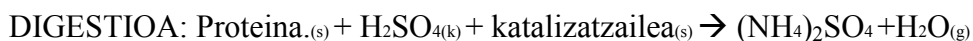
Kjeldhal metodoaren prozedura

Hodi luze batean, 1 g lagin jartzen dira (dieta, gernua edo gorozkiak), 15 mL azido sulfuriko eta katalizatzaile pastilla bat. 380-400° C-ra hidrolizatzen jartzen da, disoluzio argia lortu arte (1-2 ordu inguru, lagina-motaren arabera).

Hoztu ondoren, 35 mL ur gehitzen da. Kjeldahl gailuan jartzen da, % 40ko kontzentrazioko NaOH-a gehitzen zaio, eta, horren ondoren, lagineko nitrogenoa amoniako gasa bihurtzen da eta azido borikoaren + Shiro-Tashiro adierazleen ontzira pasatzen da.

Azido klorhidrikoarekin neurtuko da amonio molekulen kopurua, kontsumitutako mL-ak neurtuz.

Kjeldhal metodoan emandako erreakzio kimikoen laburpena:



$$\text{meq HCl} = \text{meq NH}_4$$

NH₄ eta HCl arteko erreakzioa mol-mola edo baliokide-baliokidea da:

Gogoratu: Normalitatea = baliokide/ Litro = (mol/balentzia)/Litro = (g/Pisu Molek/balentzia)/ Litro
 baliokide zb. = mol/balentzia = g/Pisu molek/ balentzia

baliokide zb. = Normalitatea * Bolumena

HCl ren Normalitatea: 0,1 N

$g\ N_2/Pat = HCl\ (N) * Bol\ (L) \rightarrow g\ N_2/14 = 0,1\ N * Bol\ (L) \rightarrow mg\ N_2/14 = 0,1\ N * Bol\ (mL)$

$\rightarrow mg\ N_2 = 0,1\ N * Bol\ (mL) * 14$

Erreakzio hauek guztiak mol baliokide direla jakinda gero, nitrogenoaren edukia ezagu daiteke formula honen bidez:

$$NITROGENOA\ (\%) = \frac{Bol\ HCl\ (mL) \times NHCl(meq) \times 14\ mg\ N_2/mmol}{laginaren\ pisua\ (mg)} * 100$$

Bol HCl mL = kontsumitutako azido klorhidrico 1 N titulatu, mililitroetan

NHClmeq = azido klorhidrikoaren normalitatea (0,1 milibaliokideak, oro har)

14 = Nitrogenoaren pisu atomikoa

Proteinaren edukia kalkulatzeko, nitrogenoaren edukia 6,25 bihurtze-faktoretik biderkatzen da oro har. Halere, hainbat elikagai beste faktore batzuk erabiltzen dute. Hurrengo laburbiltzen dira adibide bazuk.

KALITATE PROTEIKOA

Proteinaren kalitatea bi aldagairen mende dago:1) konposizioa, hots, aminoazido esentzialen edukia edo agerrera, eta 2) probetxua edo aprobetxamendua, hau da, organismoak egiten duen erabilera nutritiboa.

KONPOSIZIOA

Ikuspuntu hau proteinaren eraketan aminoazido esentzialak izatean edo ez izatean oinarritzen da. Horren arabera, hiru azpitalde daude:

a. Erabateko edo kalitate oneko proteina:

Aminoazido esentzial guztiak eta behar besteko kantitatean daramatzaten proteinak dira. Multzo horretan animalia-jatorriko proteina guztiak sartzen dira. Salbuespena kolagenoa da; kalitate txarreko proteina da, hainbat aminoazido esentzial ez edukitzeagatik.

b. Kalitate ertaineko proteina:

Aminoazido esentzial guztiak daramatzaten proteinak dira, baina ez kantitate nahikoan organismoaren garapen egokia ziurtatzeko. Talde horretan zerealen eta lekaleen proteinak daude, eta salbuespena soia da, kalitate oneko proteinatzat hartzen baita. Aipatzekoa da zerealak lisinatan pobreak direla eta lekaleek metioninaren falta dutela eta Otordu baten aminoazido esentzialen ekarpena hobetzeko, bi elikagai horien nahasketa egin daiteke.

c. Proteina osatugabea edo kalitate baxuko proteina:

Proteina horiek aminoazido esentzial baten edo batzuen falta dute beren egituran. Barazki-jatorriko proteinek osatzen dute talde hori, kolagenoarekin batera.

Konposizioa aztertzeko Indize kimikoa (IK) erabili ohi da. Proteina baten indize kimikoak proteina hori osoa den ala ez adieraziko digu, beste erreferentzia-proteina batekin alderatzen baita. Hainbat erakundek (FAO, OME, EEBB) erreferentzi-proteina sortu dute eta batzuk haurtzaroko aminoazido esentzialen beharrak betetzen dituzte, beste batzuk helduarokoak, etabar.

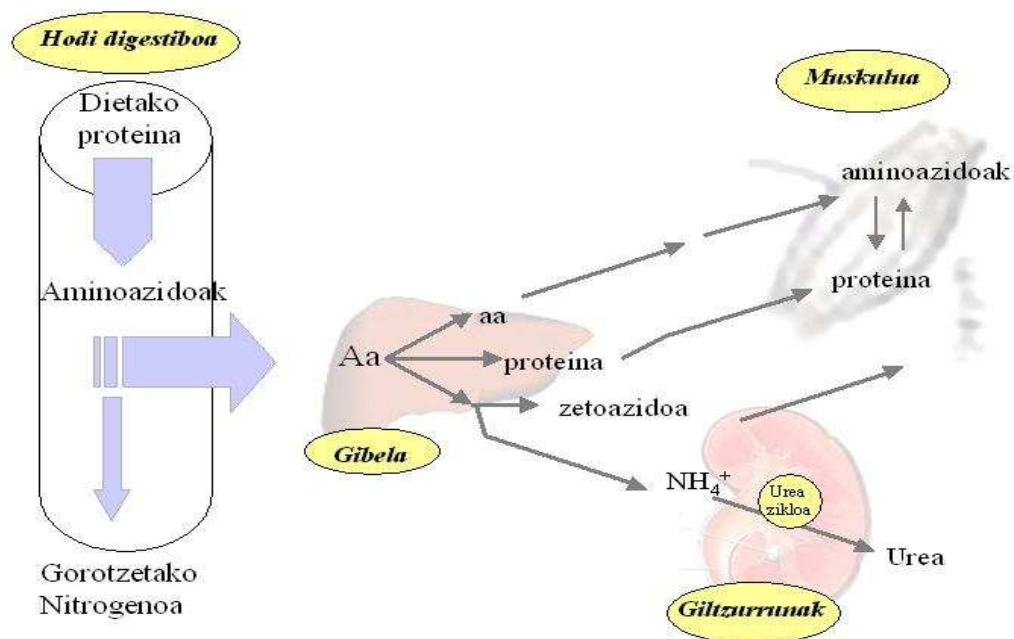
$$\text{Indize kimikoa} = \frac{\text{Aa mugatzailearen mg / elikagaiaren proteina g}}{\text{Aa mugatzailearen mg / patroiaren proteina g}}$$

ERREFERENTZIZKO PROTEINA

| AMINOAZIDOAK | Institute of Medicine. National Academy of Sciences. 2002 | | FAO/OME (mg/ g proteina), 1985. 1992 | |
|--------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| | adina | > 1 urte ume eta helduentzako | 3-4 hilabete | 5-24 hilabete eta > 2 urte |
| Cys+Met | | 25 | 33 | 25 |
| His | | 18 | 16 | 19 |
| Ile | | 25 | 40 | 28 |
| Leu | | 55 | 93 | 66 |
| Lys | | 51 | 60 | 58 |
| Thr | | 27 | 50 | 34 |
| Trp | | 7 | 10 | 11 |
| Tyr+Phe | | 47 | 72 | 63 |
| Val | | 32 | 54 | 35 |

PROBETXUA

Proteinen kalitatea neurtzeko erabiltzen diren indize biologikoak proteinen eta aminoazidoen metabolismoetan oinarritzen dira. Hurrengo irudian laburbiltzen da konposatu hauek ibilbideak.



Proteinen digerigarritasuna zenbait faktoreren menpekoa da:

a) Proteinen egitura

- Proteina globularrak: digerigarritasun altua dute
- Zuntz-proteinak: digerigarritasun baxuagoa dute, entzimek ezin baitiete erraz eraso.

b) Elikagaietan dauden beste konposatu batzuk: Esaterako, landareetan agertzen diren zuntz dietetikoak, azido fitikoak eta substantzia antinutritiboek proteinen digestioa zailtzen edota oztopatzen dute.

c) Aminoazidoen arteko lehia xurgatuak izateko: Garraiatzaile berbera erabiltzen dutenean heste-xurgapenerako.

Proteinaren probetxua zenbatekoa den baloratzeko, **Indize Biologikoak** erabiltzen dira:

Nitrogeno-balantzea

Digerigarritasun-koefizientea (*Coeficiente de digestibilidad proteica, CDP*)

Balio biologikoa (*Valor biológico, VB*)

Proteinaren erabilera garbia (*Utilización proteica neta, UPN*)

Proteinaren eraginkortasun-indizea (*Indice de eficacia proteica, PER*)

N irentzia: jandako nitrogeno kantitatea

N kanporatua : gorozkiko N + gernuko N

N xurgatua: (N irentzia –gorozkiko N)

N atxikia: N irentzia – N kanporatua

Taula. Indize biologikoak estimatzeko formulak

$$NB = N \text{ atxikia} = N \text{ ingestioa} - N \text{ kanporatua} = N \text{ ingestioa} - (N \text{ gorozkikoa} + N \text{ gernukoa})$$

$$CDP = \frac{N \text{ xurgatua}}{N \text{ ingestioa}} * 100 = \frac{N \text{ ingestioa} - N \text{ gorozkikoa}}{N \text{ ingestioa}} * 100$$

$$BB = \frac{N \text{ atxikita}}{N \text{ xurgatua}} * 100 = \frac{N \text{ ingestioa} - (N \text{ gorozkikoa} + N \text{ gernukoa})}{N \text{ ingestioa} - N \text{ gorozkikoa}} * 100$$

$$UPN = \frac{N \text{ atxikita}}{N \text{ ingestioa}} * 100 = \frac{N \text{ ingestioa} - (N \text{ gorozkikoa} + N \text{ gernukoa})}{N \text{ ingestioa}} * 100$$

$$PER = \frac{\text{Gorputz-pisua-ren gehikuntza}}{\text{Jandako proteina kantitatea}} * 100 = \frac{\text{GP finala} - \text{GP hasierakoa}}{\text{Jandako proteina kantitatea}}$$

N irentzia: jandako nitrogeno kantitatea

N kanporatua : gorozkiko N + gernuko N

N xurgatua: (N irentzia –gorozkiko N) /N irentzia

N atxikia: N irentzia – N kanporatua

KALITATE PROTEIKOA – ARIKETAK

1. Jarraian agertzen diren datuekin, esan zein diren behi-esnearen eta gariaren proteinen aminoazido limitante edo mugatzaileak, eta haien Chemical Scores (CS) edo Indize Kimikoa kalkulatu:

| Aminoazidoa (mg/g prot) | Gari-irina | Behi-esnea | Arrautza | Patata | Arroza | Dilistak | Oilasko-Mihi-haragia | Intxaurrak arraina | Proteina-patroia | |
|-------------------------|------------|------------|----------|--------|--------|----------|----------------------|--------------------|------------------|----|
| Phe+Tyr | 88 | 107 | 96 | 71 | 98 | 62 | 76 | 65 | 81 | 63 |
| Ile | 37 | 62 | 58 | 45 | 46 | 61 | 51 | 47 | 51 | 28 |
| Leu | 70 | 99 | 90 | 46 | 85 | 82 | 78 | 70 | 82 | 66 |
| Lys | 19 | 78 | 67 | 50 | 30 | 70 | 82 | 82 | 29 | 58 |
| Met+Cys | 38 | 32 | 51 | 29 | 37 | 23 | 37 | 37 | 44 | 25 |
| Thr | 29 | 46 | 53 | 37 | 38 | 46 | 45 | 40 | 39 | 34 |
| Trp | 13 | 14 | 18 | 13 | 14 | 13 | 13 | 11 | 12 | 11 |
| Val | 42 | 70 | 72 | 51 | 66 | 66 | 53 | 50 | 65 | 35 |
| His | 21 | 27 | 26 | 14 | 22 | 22 | 27 | 33 | 24 | 19 |
| Proteina- edukia (%) | 10 | 3,5 | 13 | 2 | 7 | 21 | 21 | 16 | 15 | |

2. Arroza basmatiren aminoazido mugatzailea lisina da. 100 gramo arrozetan 8,2 g proteina eta 320 mg lisina daudela jakinez, kalkulatu CSa.

3. Indabean aminoazido mugatzaileak sufrezatuak dira (Met eta Cys). 100 gramo indabak 150 mg metionina eta 250 mg zisteina du, eta proteinen % 20 ditu. Kalkulatu CSa.

4. Arroz basmati eta indabean nahastea egiten da, % 50ean. Arrozak Met+Cys-ren 32 mg/ proteina gramoko du eta indabek Lys-ren 57 mg/proteina g. Neurtu CS indizea.

5. Taularen datuekin, patata-proteinaren CSa kalkulatu, bai eta patata-tortillarena ere (50 g arrautza 100 g patatako).

6. Arratoi taldeari % 14 proteinako dieta eman zioten. Esperimentuaren hasieran, gorputz-pisua 100 g zen eta bukaeran, 120 g. Gernua eta gorozkiak hartu ziren, eta hartutako batez besteko kantitatea, 70 mL gernu eta 60 g gorozki ziren. Gernuko nitrogenoaren kontzentrazioa (batezbestekoa) 7 mg/ml zen eta gorozkietakoa 14 mg/g. Batez besteko dieta-ingestioa 150 g izan zen.

Kalkulatu: nitrogeno-balantzea (NB), proteinen digerigarritasun-koefizientea (CDP), proteinen balio biologikoa (VB), proteinen erabilera garbia (UPN) eta proteinen eraginkortasunaren koefizientea (PER).

7. Bi sagu taldek % 20 proteina zuten dieta bana, A eta B, hartu zuten 28 egunez. Bi proteina motak desberdinak ziren. Batez besteko datuekin, dieta bakoitzaren PER, NB eta UPN neurtu, eta esan zein den proteina onena:

| | A dieta | B dieta |
|-----------------------------|---------|---------|
| Hasierako gorputz-pisua (g) | 21,2 | 21,5 |
| Bukaerako gorputz-pisua (g) | 36,1 | 30,4 |
| Elikagai-ingestio osoa(g) | 123 | 126 |
| CDP | 96,9 | 86,0 |
| VB | 84,5 | 68 |