

1. Täsmennykset valintakokeen ennakkomateriaalina olevaan artikkeliin

Surya Ulhas R, Ravindran R, Malaviya A, Priyadarshini A, Tiwari BK, Rajauria G (2023). A review of alternative proteins for vegan diets: Sources, physico-chemical properties, nutritional equivalency, and consumer acceptance. *Food Res Int* 173(Pt 2), 113479. doi: 10.1016/j.foodres.2023.113479.

Kasviproteiinilähteiden aminohappokoostumus

Artikkelissa käytetään sanoja (*lack* tai *devoid*), joista voisi päätellä, että kasviproteiineista puuttuisi tiettyjä ihmiselle välttämättömiä aminohappoja. Kyse on kuitenkin siitä, että useimmissa kasviproteiinilähteissä jonkin ihmiselle välttämättömän aminohapon osuus suhteessa proteiinin määrään (mg/g proteiinia) on pienempi kuin ihmisen tarve (Taulukko L1). Eli proteiinissa on kaikkia ihmiselle välttämättömiä aminohappoja, mutta ainoastaan kyseistä proteiinia syömällä voi olla vaikeaa saada riittävästi kaikkia välttämättömiä aminohappoja.

Aminohappojen luokittelu

Artikkelin taulukossa 2 on luokiteltu välttämättömiksi aminohapoiksi 12 eri aminohappoa. Tähän täsmennykseksi seuraavaa:

- Aminohapoista vain 9 katsotaan ihmiselle täysin välttämättömiksi aminohapoiksi: leusiini, isoleusiini, valiini, lysiini, treoniini, tryptofaani, metioniini, fenyyialaniini ja histidiini.
- Aminohapot kysteiini ja tyrosiini voidaan luokitella puolivälttämättömiksi aminohapoiksi, sillä niiden synteesi elimistössä edellyttää välttämättömän aminohapon käyttöä lähtöaineena (kysteiinin kohdalla metioniini, tyrosiinin kohdalla fenyyialaniini). Tämän takia kysteiini ja tyrosiini on edullista saada ravinnosta.
- Arginiini luokitellaan yleensä ehdollisesti välttämättömäksi aminohapoksi. Elimistö kykenee arginiinia itse tuottamaan, mutta kyseisen aminohapon aineenvaihdunnallinen tarve voi joissain tiloissa (esim. keskukset, vakavasti sairas potilas) olla suurempi kuin elimistön synteesikyky, jolloin sitä on saatava ravinnosta.

2. Joidenkin kasviproteiinilähteiden aminohappokoostumuksia

Taulukkoon L1 on koottu viljojen ja palkokasvien aminohappokoostumuksia.

Taulukko L1: Välttämättömien ja puolivälttämättömien aminohappojen pitoisuudet (mg/g proteiinia) joissakin kasviproteiinilähteissä

aminohappo	aminohapon pitoisuus (mg/g proteiinia)									
	vehnä	ohra	maissi	riisi	durra	soija- papu	lupiini	herne	kik- herne	rypsi
histidiini	24	22	28	24	22	26	27	25	28	31
isoleusiini	34	38	38	44	41	46	45	46	46	23
leusiini	69	71	128	86	138	79	74	73	78	71
lysiini	30	37	27	38	21	65	55	81	71	56
metioniini	16	18	20	22	14	13	8	10	11	21
kystiini	26	24	16	16	16	13	14	12	12	24
fenyyialaniini	47	54	50	50	51	50	38	49	60	38
tyrosiini	31	33	39	33	28	32	37	29	31	32
treoniini	30	35	37	34	31	39	38	44	39	44
tryptofaani	11	16	7	27	13	13	10	10	9	13
valiini	46	53	50	60	52	49	42	51	47	55

Lähde: Day L (2013). Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32, 25-42.

3. Proteiinien ruoansulatus ja aminohappojen imeytyminen

Taulukkoon L2 on koottu proteiinien ruoansulatukseen ja aminohappojen imeytymiseen liittyviä tapahtumia.

Taulukko L2: Proteiinien ruoansulatus ja aminohappojen imeytyminen.

tapahtumapaikka	tapahtuma (ruoansulatustapahtuman lopputuote merkitty kursivilla)
suu	pureskelu: ruoan mekaaninen hienontaminen
mahalaukku	mahahappo: proteiinien denaturaatio pepsiini: proteiinin polypeptidiketjun pilkkominen (hydrolyysi) >> <i>lyhyemmät (poly)peptidit</i>
pohjukaissuolen ontelo (ohutsuolen alkuosa)	haimanesteen proteaasit* (esim. trypsiini, kymotrypsiini, elastaasi): polypeptidien pilkkominen (hydrolyysi) >> <i>lyhyet peptidit ja aminohapot</i>
ohutsuolen limakalvosolun eli enterosyytin suolen ontelon puoleinen (apikaalinen) pinta	solukalvon peptidaasit: peptidien hydrolyysi >> <i>aminohapot, di- ja tri-peptidit (2 tai 3 aminohapon muodostamat peptidit)</i>
enterosyytin apikaalinen solukalvo	kuljettajaproteiinit tai diffuusio: aminohapot sekä di- ja tripeptidit enterosyytin sisään
enterosyytti	solunsisäiset di- ja tripeptidaasit: di- ja tripeptidien hydrolyysi >> <i>aminohapot</i>
enterosyytin basolateraalinen solukalvo	aminohappojen kuljettajat: aminohappojen kuljetus solukalvon läpi
verenkierto	hiussuonet, porttilaskimo: aminohappojen kuljetus maksaan

* haiman erittämät proteaasit erittyvät haimanesteen mukana inaktiivisina ja aktivoituvat pohjukaissuolessa

4. Aminohappojen tarpeen vertailulukuja

Taulukoihin L3 ja L4 on koottu ihmisen aminohappojen tarvelukuja ja proteiinien ravitsemuksellisen laadun vertailussa käytettäviä, tarpeeseen pohjaavia aminohappokoostumuksia (Lähde: Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAQ Expert Consultation. FAO Food Nutr Pap 2013;92:1-66.)

Taulukko L3: Välttämättömien ja puolivälttämättömien aminohappojen tarve (mg/paino-kg/vrk) eri ikäkausina

aminohappo	aminohappojen tarve (mg/kg/vrk)					
	0,5 v	1–2 v	3–10 v	11–14 v	15–18	yli 18 v
histidiini	22	15	12	12	11	10
isoleusiini	36	27	22	22	21	20
leusiini	73	54	44	44	42	39
lysiini	63	44	35	35	33	30
metioniini+kysteiini	31	22	17	17	16	15
fenyylialaniini+tyrosiini	59	40	30	30	28	25
treoniini	35	24	18	18	17	15
tryptofaani	9,5	6	4,8	4,8	4,4	4,0
valiini	48	36	29	29	28	26

Taulukko L4: Vertailuaminohappokoostumus (aminohapon tarve mg/ proteiinien tarve g) eri ikäisille

aminohappo	vertailuaminohappokoostumus (mg/g)			
	0–6 kk	1–2 v	3–18 v	yli 18 v
histidiini	21	20	16	15
isoleusiini	55	32	30	30
leusiini	96	66	61	59
lysiini	69	57	48	45
metioniini+kysteiini	33	27	23	22
fenyylialaniini+tyrosiini	94	52	41	38
treoniini	44	31	25	23
tryptofaani	17	8,5	6,6	6,0
valiini	55	43	40	39