

KANANMUNAN Keltuaisen ja Valkuaisen PAIKAN VAIHTO YMPYRÄLIIKKEEN AVULLA

Reino Sulavina, Bengt Eivor Emali ja Jarmo Artur Väisti

Asiasanat: kananmuna, keltuainen, valkuainen, ympyräliike, sentrifugi

Kananmunan keltuaisen ja valkuaisen paikka saatiin vaihtumaan ympyräliikkeen avulla. Pyöritettäessä raakaa kananmuna voimakkaasti munan sisällä olevat kalvot ilmeisesti rikkoutuvat ja voimakkaan linkouksen jatkuessa valkuainen vaihtaa paikkaa keltuaisen kanssa. Valkuaisen ja keltuaisen paikan vaihtuminen todettiin kypsentämällä lingottu kananmuna vesihauteessa.

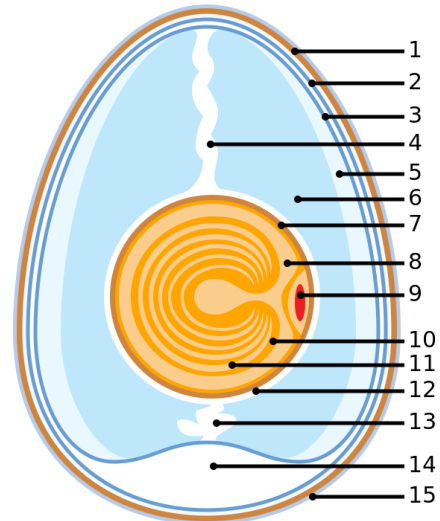
JOHDANTO

Kananmuna on muna, jonka kana munii. Kananmuna voidaan käyttää moninaisesti esimerkiksi ruoanlaitossa ja leivonnassa. Kananmunalla on kova kuori. Kuoren alla ovat valkuainen ja keltuainen eli ruskuainen. Valkuainen on kirkasta geeliä, jonka valkuaisaineet koaguloituvat ja muuttuvat kuumennettaessa valkoiseksi. Munan sisempi, pyöreän muotoinen keltainen osa on keltuainen. Sen rakennetta suojaa kuorikalvo, jonka sisällä on valkuaisen kaltaista keltaista geeliä.

Kananmuna suojaa kuori, joka rakentuu enimmäkseen kalsiumkarbonaatista. Kuorella on ilmakehänavia, jotka mahdollistavat ilman pääsyn munaan ja kosteuden haihtumisen. Mikrobit voivat myös käyttää ilmakehänavia päästökseen munaan. Munaa suojaa vahamainen kerros, kutikula, kuoren päällä. Munan pesu huuhtelee vahan pois. Kuluttajapakkausiin munat pakataan sellaisenaan. Jos muna pestään, se on automaattisesti B-laatu, ja voidaan käyttää elintarviketeollisuuden raaka-aineena. Kuoren väri vaihtelee valkoisesta ruskeaan hieman kananrodusta riippuen. Vastoin vanhaa käsitystä munankuoren väri ei vaikuta makuun vaan tärkeämpi maun antaja on kanalle syötetty rehu. Kuoren alla on kuorikalvo. Kuorikalvoja on munassa kaksi, molemmat kuorikalvot ovat heti kananmunan kuoren sisäpinnalla. Kananmunan päässä on ilmatila, joka on heti kuoren ja kalvon välissä.

Valkuaisessa on neljä osaa. Kuorikalvojen alla on nestemäisiä ja sakeita valkuaiskerroksia

vuorotellen. Lähimpänä munan keltuaista on sakea kerros. Sakeat munan osat muuttuvat munan vanhetessa nestemäisemmiksi. Kananmunan valkuainen on 10-prosenttinen proteiiniliuos. Tärkeimmät kananmunan valkuaisen sisältämät proteiinit ovat ovalbumiini, konalbumiini (ovotransferriini), ovomukoidi, ovomusiini, lysotsyymi sekä avidiini, ovoglobuliinit (G1, G2 ja G3), ovoinhibiittori ja flavoproteiini.



KUVA 1. 1. kuori, 2-3. ulompi- ja sisempi kuorikalvo, 4. ja 13. valkuaisiteet, 5. juokseva valkuaisaine, 6. sakea valkuaisaine, 7. ruskuaiskalvo, 8. alkuruskuainen, 9. alkio, 10. tumma ruskuainen, 11. vaalea ruskuainen, 12. ruskuaiskuori, 14. ilmatila, 15. kutikula.

Keltuaisen ympärillä on keltuaiskalvo. Munan vanhetessa myös keltuaiskalvo menettää pitokykyänsä. Keltuainen muodostuu pääasiassa proteiinista ja rasvasta. Keltuaisessa on tummempi ja vaaleampi alue. Keltuaisen pinnalla

on alkiokeltuainen, jossa sijaitsee alkiolevy, eli munankeltuainen on itse asiassa munasolu, joka sisältää myös vararavintoa sikiölle. Keltuaista käytetään paitsi ravinnoksi myös temperavärien raaka-aineeksi.

Kananmunaa syödään esimerkiksi paistettuna ja keitettynä, ja se on osa ruokalajeja ympäri maailman. Leivonnassa kananmunaa käytetään yleensä taikinan sitomiseen, ja se antaa vaahtoutuessaan taikinalle kuohkean rakenteen. Joissakin ruoissa, kuten murekkeissa ja laatikoissa, kananmuna pitää aineksen koossa. Kananmunan keltuaisessa on fosfolipidejä, kuten lesitiiniä, jotka toimivat emulgaattoreina yhdistäen veden ja rasvan tasaiseksi seokseksi, minkä takia sitä käytetään raakana esimerkiksi majoneesin valmistuksessa.

Kananmunan ravintosisältö per 100 grammaa on: rasvaa 9 g; proteiinia 11 g; hiilihydraatteja 0,3 g. Sata grammaa kananmunaa sisältää energiaa 597 kilojoulea eli 143 kilokaloria.[1] Kananmuna sisältää runsaasti vitamiineja ja proteiineja. Valkuaisosa sisältää korkealaatuisia proteiineja ja keltuainen sisältää vitamiineja ja kivennäisaineita, erityisesti B12-vitamiinia, joka on tarpeen elimistön rasvojen ja sokerien aineenvaihdunnassa.

Tutkimusten mukaan kananmunan päivittäinen syöminen ei suurena sydän- ja verisuonitautien vaaraa, vaikka sen sisältämän kolesterolin vuoksi sitä luultiin pitkään haitalliseksi terveydelle.[2][3]

American Journal of Clinical Nutrition -lehdessä 2013 julkaistu 16 kananmunatutkimusta yhdistänyt meta-analyysi osoitti, ettei päivittäinen kananmunien syöminen liittynyt suurentuneeseen riskiin sairastua sydän- ja verisuonitauteihin eikä erikseen iskeemiseen sydänsairauteen, aivohalvauksiin eikä niistä johtuviin kuolemiin.[2] British Medical Journalin 2013 tammikuussa julkaiseman meta-analyysin mukaan yhden kananmunan syönti päivässä ei ole yhteydessä kasvaneeseen riskiin sairastua sydän- ja verisuonitauteihin, ja kananmunien syönti on yhteydessä alentuneeseen aivohalvauksen riskiin.[4]

Englantilaisen Surreyn yliopiston tutkijaryhmän mukaan kananmunat ovat paljon ravinteita sisältävinä tärkeä osa terveellistä ruokavaliota,

eikä niillä ole merkittävää yhteyttä sydänsairauksiin tai korkeaan veren kolesteroliin, kuten usein luullaan. Tutkijoiden mukaan tarvetta kananmunien syöntirajoituksille ei ole, vaan ihmisiä tulisi rohkaista syömään enemmän kananmunia.[5] Ruotsin elintarvikeviraston ravitsemusasiantuntijan Camilla Gardin mukaan suurin osa ihmisistä voi syödä 1–2 munaa päivässä ilman haittavaikutuksia kolesteroliin.[6]

Suomen Sydänliitto suosittelee kananmunan käytön rajoittamista kolesterolia vähentävässä ruokavaliassa kahteen kananmunaan viikossa.[7] Kananmuna on suhteellisen yleinen allergeeni, varsinkin lapsilla. Allergiaa aiheuttaa useimmiten kananmunanvalkuaisen proteiinisisältö.

Ympyräliikkeessä oleva kappale liikkuu ympyrän muotoisella radalla. Ympyräliike on käyräviivaisen liikkeen erikoistapaus.

Jos ympyräliikkeessä olevan kappaleen kulmanopeus pysyy vakiona, kyseessä on tasainen ympyräliike. Tällöinkään kappaleen nopeus, käsitettynä vektoriksi, ei ole vakio, koska sen suunta muuttuu koko ajan, mutta sen itseisarvo eli kappaleen vauhti pysyy vakiona, ja se on yhtä suuri kuin kulmanopeus kerrottuna rata-ympyrän säteellä. Koska nopeus-vektori kuitenkin ei ole vakio, on tasaisessakin ympyrä-liikkeessä olevalla kappaleella aina nollasta poikkeava keskeiskiihtyvyys eli normaali-kiihtyvyys. Jos kappaleen kulmanopeus ja samalla myös ratanopeuden itseisarvo muuttuvat, kappaleeseen vaikuttaa myös tangenttikiihtyvyys.

Newtonin II lain mukaan kiihtyvyys, myös keskeiskiihtyvyys, edellyttää aina, että kappaleeseen vaikuttaa jokin voima. Kappale voikin olla ympyräliikkeessä vain, jos siihen vaikuttaa jokin ympyrän keskipistettä kohti suuntautuva voima, jota sanotaan sentripetaalivoimaksi.

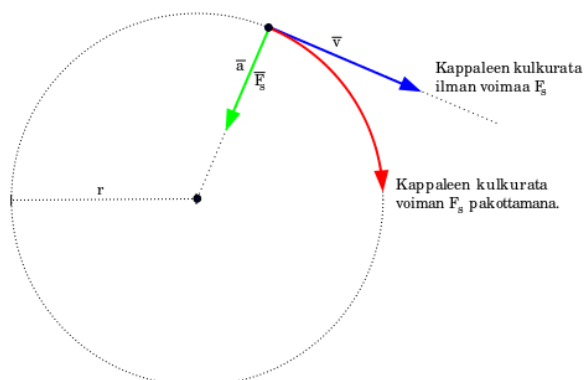
Jos tasaisessa ympyräliikkeessä olevan kappaleen vauhti on v ja radan säde r , sen keskeiskiihtyvyys saadaan yhtälöstä

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

ja sentripetaalivoima yhtälöstä

$$F = \frac{mv^2}{r}.$$

Ollessaan käyrällä radalla kappale pyrkii jatkamaan suoraviivaista kulkuaan mekaniikan peruslakien mukaisesti. Ilmiötä kutsutaan keskipakoisvoimaksi, vaikka varsinaisesti kyseessä ei ole voima vaan näennäisvoima. Ilmiön voi todeta esimerkiksi ajettaessa autolla kaarteessa.



KUVA 2. Ympyräliikkeessä vaikuttava voima ja sen aiheuttama radan kaareutuminen.

Keskeiskiihtyvyyden lisäksi ympyräliikkeessä olevalla kappaleella voi olla myös tangenttikiihtyvyyttä, jolloin sen pyörimisnopeus, kulmanopeus ei ole vakio. Ympyräliikkeen kulmanopeuteen liittyvillä suureilla ja yhtälöillä on vastaavuudet suoran liikkeen yhtälöille.

TAULUKKO 1. Suoran liikkeen ja ympyräliikkeen vastaavuudet

Suora liike	tunnus	yksikkö	Pyörimisliike	tunnus	yksikkö
Nopeus	v	m/s	Kulmanopeus (kierrosnopeus, kierrosluku, kierrosnopeus)	ω	rad/s
Kiihtyvyyys	a	$\frac{m}{s^2}$	Kulmakiihtyvyyys	α	$\frac{rad}{s^2}$
Massa	m	kg	Hitausmomentti (inertiamomentti)	J	$kg \cdot m^2$
Liikemäärä	p	N·s	Pyörimismäärä (kiertoliikemäärä, liikemäärämomentti, impulssimomentti)	L	N·m·s

Jos kappale pyörii jonkin sen läpi kulkevan akselin ympäri, sen jokainen piste, akselilla olevia pisteitä lukuun ottamatta, on ympyräliikkeessä tämän akselin ympäri. Sen vuoksi ympyräliikkeeseen liittyviä suureita kuten kulmanopeutta ja -kiihtyvyyttä voidaan soveltaa myös pyörimisliikkeeseen. Esimerkiksi pyörivän kappaleen liike-energiaa laskettaessa on kuitenkin otettava huomioon, että sen eri osat eivät ole samalla etäisyydellä pyörimisakselista.

Liikkukoon kappale vakiovauhdilla v pitkin ympyränmuotoista rataa. Oletetaan lisäksi, että sen läpimitta on hyvin pieni verrattuna rataympyrän säteeseen.

Kun ympyrän säde on r , on sen piiri eli ympärysmitta

$$s = 2\pi r$$

Kun kierrokseen kuluva aika eli kierrosaika on T , saadaan vauhdiksi

$$v = \frac{s}{T} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi f r$$

jossa $f = 1/T$ on kierrostaajuus. Kulmataajuus (rad/s) on

$$\omega = 2\pi f$$

joten

$$v = \omega r$$

Kappaleen kineettinen energia on

$$W_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 r^2$$

Kappaleen vauhti voidaan kirjoittaa myös

$$v = (2\pi r)f = sf,$$

missä s on rataympyrän pituus. Tätä on mielenkiintoista verrata aalto-opin perusyhtälöön

$$c = \lambda f$$

jossa c on valonnopeus ja λ on aallonpituus. Ympyräliikkeessä tätä vastaa siis ympyrän piiri.

Ympyräliike voidaan ilmaista sini- ja kosinifunktioiden yhdistelmänä, reaali- ja kompleksiluvuilla.

$$z = x + iy = R(\cos\theta + i\sin\theta) = Re^{i\theta},$$

missä i on imaginaariyksikkö, ja

$$\theta = \theta(t),$$

on kompleksisen vektorin kulma reaaliakselin ja vektorin välillä ajan t funktiona.

Sentrifugi on laite (esimerkiksi linko tai separaattori), jolla nestepitoisesta seoksesta voidaan erottaa eritiheyksiset faasit keskipakovoiman avulla. Laitteessa eri aineosia sisältävä seos saatetaan voimakkaaseen pyörimisliikkeeseen, jolloin painavimmat aineosat pyrkivät kertymään mahdollisimman etäälle pyörimisakselista. Menetelmää kutsutaan sentrifugoinniksi latinankielisen keskipakovoimaa tarkoittavan termin mukaan.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Kanamunan keltuainen ja valkuainen saatiin vaihtamaan paikkaa pyörimisliikkeen avulla. Kanamuna sidottiin paikoilleen sukkahousun lahkeeseen ja lingottiin sitä voimakkaasti pitämällä kiinni sukkahousun lahkeen molemmista päistä. Kokeiden perusteella voitiin todeta, että pyöritettävä kanamuna ei saa olla tuore. Tuoreessa kanamunassa oleva keltuaiskalvo on ilmeisesti liian pitokykyinen, jotta se menisi rikki kokeessa käytetyn pyöritystekniikan voimasta. Kanamunan lämpötilalla ei sen sijaan todettu olevan vaikutusta keltuaisen ja valkuaisen paikan vaihtumiseen. Kokeessa käydyt kanamunat olivat lämpötilaltaan välillä +6 ja +25 °C.

KOKEELLINEN OSA

Koe suoritettiin mukailen aiemmin julkaistua menetelmää [8][9]. Huoneenlämpöinen tai jääkaappikylmä kanamuna asetettiin valoa vasten ja varmistettiin sisuksen vaalea läpikuultava väri. Tämän jälkeen kanamuna teipattiin läpinäkyvällä teipillä lähes kauttaaltaan lukuunottamatta noin sormenpään kokoista aluetta kanamunan ylä- ja alapäässä. Teipattu kanamuna asetettiin sukkahousun lahkeeseen puolenvälin tuntumaan ja lukittiin tiukasti paikalleen solmimalla sukkahousu molemmin puolin kanamunaa. Solmimiseen käytettiin pussinsulkijaa tai lahkeeseen tehtiin tiukat solmut. Käytetyt sukkahousut olivat

vahvuudeltaan 20 den tai 40 den. Kanamunaa lingottiin aluksi varovasti pyörittäjästä pois päin suunnatulla pyörimisliikkeellä pitämällä kaksin käsin kiinni sukkahousun lahkeesta noin 30 cm:n päästä kanamunan molemmin puolin. Pyörimisliikettä kiihdytettiin vähitellen mahdollisimman nopeaksi. Kanamunaa valaistiin välillä uudelleen valoa vasten. Kun voitiin todeta kanamunan sisuksen läpikuultavan värin muuttuneen tummaksi, poistettiin kanamuna sukkahousuista ja siirrettiin teipattu kanamuna vesihauteeseen. Vesihauteen vesi oli juuri ja juuri kiehuva. Kanamuna keitettiin kypsäksi pitämällä se koko ajan liikkeessä kauhan tai syömäpuikon avulla. Noin 10-13 minuutin kuluttua kanamuna siirrettiin kylmään jäävesihauteeseen. Jäähdytynyt kanamuna kuorittiin ja leikattiin halki pituussuunnassa. Koe toistettiin yhteensä kuusi kertaa. Kokeissa käytetyt kanamunat olivat vapaan kanan munia kolmesta eri kanalasta.

KIITOKSET

Kirjoittajat kiittävät Wikipediaa suomenkielisistä artikkeleista Kanamuna, Pyörimisliike ja Sentrifugi.

VIITTEET

- [1] www.fineli.fi/food.php?foodid=29160&lang=fi
- [2] Kanamunat eivät sydänriski terveille 24.5.2013. Yle Uutiset. Viitattu 24.5.2013.
- [3] Kanamunat eivät altista sydäntaudeille tai aivohalvauksille 10.1.2013. Duodecim. Viitattu 10.1.2013.
- [4] Ying Rong, Li Chen, Tingting Zhu, Yadong Song, Miao Yu, Zhilei Shan, Amanda Sands, Frank B Hu, Liegang Liu: Egg consumption and risk of coronary heart disease and stroke: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies 7.1.2013. British Medical Journal. Viitattu 10.1.2013.
- [5] Regular eggs 'no harm to health' 11.2.2009. BBC News. Viitattu 17.12.2012.
- [6] Kanamuna ei nostakaan kolesterolia 15.4.2009. Iltta-Sanomat. Viitattu 17.12.2012.
- [7] Suositukset 2010. Suomen Sydänliitto. Viitattu 17.12.2012.
- [8] www.youtube.com/watch?v=cvDsA7oKBr4
- [9] www.youtube.com/watch?v=xuuDeCvngmM