

Varustellut häkit munantuotannossa

Eija Valkonen¹⁾, Eija Venäläinen¹⁾, Laila Rossow²⁾ ja Jarmo Valaja¹⁾

¹⁾MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Eläinravitseminen, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos, PL 45, 00581 Helsinki, etunimi.sukunimi@eela.fi

Tiivistelmä

Asetus kanojen pidolle asetettavista eläinsuojeluvaatimuksista (10/EEO/2000) kieltää varustelemattomien häkkien käytön munivien kanojen pitopaikkana vuoden 2012 alusta. Tämän jälkeen kanoja voidaan pitää joko lattiakanaloissa tai varustelluissa eli ns. virikehäkeissä. Varustelluissa häkeissä tilaa on enemmän kuin perinteisessä häkissä ja kanojen käytössä on munintapesä, pehkuja ja orsia.

Munantuotantoa ja kanojen hyvinvointia sekä käyttäytymistä varustelluissa häkeissä on tutkittu paljon mm. Ruotsissa ja Iso-Britanniassa. Kanojen ruokintaa ja ravinnontarvetta tässä uudessa tuotantoympäristössä sen sijaan on selvitetty varsin vähän. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rehun valkuaispitoisuuden ja kanojen pitopaikan vaikutuksia munantuotantoon ja -laatuun. Kokeessa käytettiin 1088 LSL-kanaa, jotka sijoitettiin joko varusteltuihin tai perinteisiin varustelemattomiin häkkeihin. Koerहत suunniteltiin niin, että valkuais-energiasuhteeksi tuli joko 13 (rehun matala valkuaispitoisuus) tai 17 (rehun korkea valkuaispitoisuus). Koe alkoi kanojen ollessa 21 viikon ikäisiä ja kesti 52 viikon ajan.

Häkkityypin ja rehun valkuaispitoisuuden välillä ei havaittu yhdysvaikutuksia tuotanto- tai rehunkulutustuloksissa. Varustelluissa häkeissä pidetyt kanat kuluttivat vähemmän rehua ja munivat vähemmän munia kuin perinteisissä häkeissä pidetyt kanat ($P<0,05$). Rehumuuntosuhteessa ei häkkityyppien välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Varustelluissa häkeissä pidettyjen kanojen munissa oli heikommat kuoret kuin perinteisissä häkeissä pidettyjen kanojen munissa 35 ja 54 viikon iässä tehdyissä munankuoren murtolujuusmittauksissa ($P<0,05$). Viimeisessä mittauksessa ei häkkityyppien välillä havaittu eroja. Samansuuntaiset tulokset saatiin munien ominaispainomittauksissa, joissa perinteisissä häkeissä pidettyjen kanojen munien ominaispainot olivat suuremmat kuin varustelluissa häkeissä pidettyjen kanojen munien ominaispainot ($P<0,01$).

Ensimmäisen ruokintavaiheen aikana (21–41 viikon iässä) matalan valkuaispitoisuuden rehua saaneet kanat kuluttivat enemmän rehua kuin korkean valkuaispitoisuuden rehua saaneet kanat ($P<0,05$). Matalan valkuaispitoisuuden rehua saaneet kanat munivat keskimäärin pienempiä munia kuin korkean valkuaispitoisuuden rehua saaneet kanat ($P<0,001$). Rehun valkuaispitoisuus ei vaikuttanut munintaprosenttiin. Rehun korkea valkuaispitoisuus heikensi munanvalkuaisen laatua verrattuna matalan valkuaispitoisuuden rehua saaneiden kanojen muniin ($P<0,05$).

Kokeen tulosten perusteella rehun valkuaispitoisuuden vaikutukset ovat samanlaiset varustelluissa kuin perinteisissä häkeissä. Varustelluissa häkeissä havaittu alhaisempi munintaprosentti saattaa johtua pienemmästä rehunkulutuksesta ja energian saannista. Matalan valkuaispitoisuuden rehua saaneiden kanojen munanpainoa ja rehumuuntosuhdetta rajoittavana tekijänä oli todennäköisesti liian alhainen päivittäinen lysiinin saanti.

Asiasanat kana, virikehäkki, aminohapot, rehunkulutus, munanlaatu

Johdanto

Euroopan Neuvoston direktiiviin (1999/74/EY) perustuva asetus kanojen pidolle asetettavista eläin-suojeluvaatimuksista (10/EEO/2000) kieltää varustelemattomien häkkien käytön munivien kanojen pitopaikkana vuoden 2012 alusta. Tämän jälkeen kanoja voidaan pitää joko erilaisissa lattiakanaloissa tai varustelluissa eli ns. virikehäkeissä. Varustelluissa häkeissä on kullakin kanalla oltava käytössään 750 cm² häkkipinta-alaa, munintapesä, pehkuu nokkimista ja kuopimista varten sekä vähintään 15 cm orsitilaa.

Munantuotantoa ja kanojen hyvinvointia sekä käyttäytymistä varustelluissa häkeissä on tutkittu paljon mm. Ruotsissa ja Iso-Britanniassa (esim. Appleby ja Hughes 1995, Abrahamsson 1996). Kanojen ruokintaa ja ravinnontarvetta tässä uudessa tuotantoympäristössä sen sijaan on selvitetty varsin vähän. Viitteitä orsin varustetuissa häkeissä pidettyjen kanojen pienemmästä rehunkulutuksesta on saatu aiemmissa tutkimuksissa (esim. Braastad 1990, Glatz ja Barnett 1996). Braastadin (1990) mukaan orsin varustetuissa häkeissä pidetyt kanat olivat vähemmän aktiivisia, mikä ainakin osittain selittää pienemmän rehunkulutuksen alentuneen energian tarpeen vuoksi. Orrella vierivieressä yöpyminen saattaa myös säästää energiaa lämmönhukan pienentyessä (Tauson ja Abrahamsson 1994). Varustelluissa häkeissä pidettyjen kanojen höyhenpeitteen kunto on toisinaan todettu perinteissä häkeissä pidettyjen kanojen kuntoa paremmaksi (esim. Abrahamsson ja Tauson 1997). Myös höyhenpeitteen kunto vaikuttaa lämmönhukkaan ja siten energiantarpeeseen sekä rehunkulutukseen. Toisaalta Tauson (1984) arvelee tutkimuksessa havaitun orsin varustetuissa häkeissä pidettyjen kanojen pienemmän munantuotoksen voivan selittyä sillä, että orrelle nousemisen vaatima energia vähentää munantuotantoon käytettävissä olevaa energiaa. Tausonin (1984) tutkimuksessa rehunkulutusta ja rehumuuntosuhdetta ei määritetty häkkityypeille erikseen. Direktiivin mukaisia varusteltuja ja perinteisiä häkkeitä verrattaessa munantuotos ja rehumuuntosuhde on useissa tutkimuksissa ollut häkkityypeissä sama (esim. Abrahamsson ym. 1995).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää miten rehun valkuaispitoisuus ja kanojen pitopaikka vaikuttavat munantuotantoon ja -laatuun sekä havaitaanko näiden tekijöiden välillä yhdysvaihtokutuksia, jotka viittaisivat erilaiseen ravinnontarpeeseen tutkituissa häkkimalleissa.

Aineisto ja menetelmät

Kokeessa käytettiin 1088 LSL-kanaa, joista 512 pidettiin kahdeksan kanan varustelluissa häkeissä ja 576 perinteisissä varustelemattomissa kolmen kanan häkeissä. Kuusi vierekkäistä perinteistä häkkiä (18 kanaa) tai kaksi vierekkäistä varusteltua häkkiä (16 kanaa) muodostivat koeyksikön. Koeyksiköitä oli yhteensä 64, joista puolet oli varusteltuja ja puolet varustelemattomia häkkeitä. Koe alkoi kanojen ollessa 21 viikon ikäisiä. Koe kesti 52 viikkoa ja oli jaettu neljän viikon mittaisiin koejaksoihin.

Koekäsittelyt muodostettiin kahdesta faktorista: häkkityypistä ja rehun valkuaispitoisuudesta. Yhteensä käsittelyjä oli neljä:

1. Perinteinen häkki ja rehun korkea valkuaispitoisuus
2. Perinteinen häkki ja rehun matala valkuaispitoisuus
3. Varusteltu häkki ja rehun korkea valkuaispitoisuus
4. Varusteltu häkki ja rehun matala valkuaispitoisuus

Koeyksiköt jakautuivat tasan eri käsittelyille siten, että kutakin neljää käsittelyä kohti oli 16 koe-yksikköä.

Koerehut valmistettiin ohrasta, soijarouheesta, kaurasta, vehnästä ja rypsiöljystä sekä tarvittavista kivennäisrehuista ja vitamiini- ja hivenaine-esiseoksista. Rehut rakeistettiin ja kustakin rehuerästä sekä siihen käytetyistä raaka-aineista otettiin näyte analyysijä varten. Rehujen valkuais-energiasuhde oli käsittelyn mukaan joko 17 (rehun korkea valkuaispitoisuus) tai 13 (rehun matala valkuaispitoisuus) (taulukko 1). Munintakausi jaettiin kolmeen ruokintavaiheeseen, joista ensimmäinen kesti 20 viikkoa ja loput kaksi 16 viikkoa kumpikin. Rehujen valkuais- ja energiapitoisuuksia laskettiin siirtäessä ruokintavaiheesta toiseen.

Tuotettu munamäärä ja munien paino kirjattiin päivittäin. Rehunkulutus laskettiin annetun rehun ja jäännösrehun erotuksena kunkin neljän viikon koejakson ajalta. Tulokset laskettiin koeyksiköittäin neljän viikon keskiarvoina kanaa ja päivää kohti. Kanat punnittiin neljä kertaa kokeen aikana; kokeen alussa ja lopussa ja aina ruokintavaiheen vaihtuessa. Munanlaatumääritykset tehtiin jokaisen ruokintavaiheen loppupuolella. Laatumäärityksiin kerättiin kahdeksan näytemunaa kutakin koe-yksikköä kohti. Munat punnittiin ja niiden ominaispaino määritettiin Arkimedeen menetelmällä. Munien kuoren kestä-

vyys mitattiin puristusvoimana käyttäen Canadian eggshell tester:iä (OTAL Precision Company Limited, Ontario, Canada) (Hamilton 1982). Valkuaisen korkeus mitattiin ja muunnettiin Haugh-luvuksi.

Taulukko 1. Koerehujen valmistusaineet.

	1. vaihe		2. vaihe		3. vaihe	
	17	13	17	13	17	13
Valkuais-energiasuhde ¹⁾	17	13	17	13	17	13
Energia ¹⁾ MJ/kg	10,61	10,61	10,51	10,51	10,30	10,30
Valmistusaineet	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Ohra	403,2	485,0	404,2	486,8	417,7	497,7
Vehnä	100,0	120,0	100,0	120,0	100,0	120,0
Kaura	150,0	180,0	150,0	180,0	150,0	180,0
Soijarouhe	216,0	91,0	212,0	86,0	202,0	79,0
Rypsiöljy	30,0	22,0	28,0	20,0	21,0	13,0
Monokalsiumfosfaatti	14,0	15,2	14,0	15,4	15,5	16,5
Ruokintakalkki	78,0	78,0	83,0	83,0	85,0	85,0
Ruokasuola	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Kanahiven	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Kanavita	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
DL-Metioniini	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

1) Suunniteltu valkuais-energiasuhde ja energiapitoisuus

Rehuista ja rehuraaka-aineista kerättiin näytteet rehuanalyysiä ja aminohappoanalyysiä varten sekoituksen yhteydessä. Näytteistä määritettiin kuiva-aine, raakarasva, raakakuitu, raakavalkuainen ja tuhka.

Tuotantotulosten tilastollinen tarkastelu tehtiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä käyttäen seuraavaa mallia: $Y_{ijk} = \mu + t_i + \delta_i + p_k + (p \times t)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$, missä Y_{ijk} = havainto, μ = keskiarvo, t_i = käsittelyn vaikutus ($i = 1, \dots, 4$), δ_i = käsittelyn vaikutuksen virhe, p_k = jakson vaikutus ($k = 1, \dots, 13$) ja ε_{ijk} = koevirhe. Munan laatumääritysten ja elopainotulosten tilastollinen tarkastelu tehtiin varianssianalyysillä: $Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$, missä Y_{ij} = havainto, μ = keskiarvo, t_i = käsittelyn vaikutus ($i = 1, \dots, 4$) ja ε_{ij} = koevirhe. Käsittelyjen vaikutukset jaettiin kolmeen ortogonaaliseen kontrastiin: C1: perinteiset vs. varustellut häkit (käsittelyt 1 ja 2 vs. käsittelyt 3 ja 4), C2: rehun valkuais-energiasuhde 17 vs. rehun valkuais-energiasuhde 13 (käsittelyt 1 ja 3 vs. 2 ja 4), C3: häkkityypin ja rehun valkuais-energiasuhteen yhdysvaikutus (C1 x C2) (käsittelyt 1 ja 4 vs. 2 ja 3).

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Analyysien perusteella lasketut rehujen valkuais-energiasuhteet poikkesivat hiukan suunnitelluista (taulukko 2). Lisäksi matalan valkuaispitoisuuden rehujen laskennalliset energia-arvot olivat kaikissa ruokintavaiheissa hiukan matalammat kuin korkean valkuaispitoisuuden rehuissa. Ero ei kuitenkaan näyttänyt vaikuttavan rehunkulutukseen, eikä siten ollut merkittävä saatujen tulosten kannalta.

Kaikki neljä käsittelyryhmää saavuttivat kokeen loppuun mennessä jalostajan kanahybridille asettaman kumulatiivisen tuotantotavoitteen (kumulatiivinen munantuotanto 73 viikon iässä 19,77 kg aloittanutta kanaa kohti).

Häkkityypin vaikutukset

Koko kokeen ajan rehunkulutus oli virikehäkeissä merkitsevästi pienempi kuin perinteisissä häkeissä ($P < 0,001$) (taulukko 3). Munantuotanto oli ensimmäisen rehuvaiheen jälkeen jatkuvasti virikehäkeissä pienempi ($P < 0,01$) kuin perinteisissä häkeissä. Myös munintaprosentti oli ensimmäisen rehuvaiheen jälkeen jatkuvasti virikehäkeissä pienempi ($P < 0,001$) kuin perinteisissä häkeissä. Rehumuuntosuhteen, munan painoon tai kuolleisuuteen häkkityypillä ei ollut vaikutusta.

Kuten tässäkin tutkimuksessa, on rehunkulutus ja munantuotos joidenkin aikaisempien tutkimusten mukaan ollut virikehäkeissä pienempi kuin perinteisissä häkeissä rehun muuntosuhteen pysyessä samana (Tauson 2002). Syönnin vähenemisen varustelluissa häkeissä on arveltu johtuvan paremman höyhenpeitteen ja pienemmän aktiivisuuden takia vähentyneestä energian tarpeesta. Tässä tutkimuksessa rehunkulutukseen on voinut vaikuttaa myös rehukaukalon pituus, joka oli kanaa kohti virikehäkeissä pienempi kuin perinteisissä häkeissä. Lisäksi kanojen tiedetään toisinaan syövän suuriakin

määriä pehkomateriaalia (Hetland ym. 2003), mikä on saattanut tässäkin kokeessa vaikuttaa rehunkulutukseen varustelluissa häkeissä. Pienempää rehunkulutusta voidaan pitää syynä varustelluissa häkeissä havaittuun pienempään munintaprosenttiin, koska eroja rehumuuntosuhteessa ei häkkityyppien välillä havaittu. Marsden ym. (1987) havaitsivat merkitsevän muninnan laskun (0,6–2 prosenttiyksikköä), kun kanojen päivittäinen energian saanti pieneni 0,02–0,08 MJ. Tässä kokeessa kanojen laskennallinen päivittäinen energiansaanti oli varustelluissa häkeissä 0,02–0,05 MJ alempi kuin perinteisissä häkeissä.

Taulukko 2. Koerehujen analysoitu koostumus (g/kg KA).

Suunniteltu valkuais-energiasuhde	1. vaihe		2. vaihe		3. vaihe	
	g/kg KA	g/kg KA	g/kg KA	g/kg KA	g/kg KA	g/kg KA
Kuiva-aine g/kg	896,9	890,0	896,9	899,6	897,5	897,6
Energia ¹⁾ MJ/kg	12,30	12,51	12,23	12,29	11,99	12,08
Raakavalkuainen	194,4	149,0	181,1	144,3	188,1	139,8
Raakarasva	56,6	49,3	59,1	50,0	52,9	44,2
Raakakuitu	40,3	42,0	44,9	47,5	44,7	45,1
Tuhka	117,9	116,6	131,4	125,5	134,7	136,8
Kalsium	32,7	33,4	38,3	37,8	37,3	38,5
Fosfori	6,68	6,61	6,97	7,28	7,60	7,36
Lysiini	10,50	6,19	8,85	5,87	9,20	5,76
Methioniini	3,79	3,55	4,08	3,33	3,96	3,43
Kystiini	3,35	3,25	3,30	2,93	3,37	2,88
Treoniini	7,23	5,17	6,15	4,83	6,89	4,79

1) Energiapitoisuus laskettu valmistusaineiden kemiallisen koostumuksen perusteella.

Ominaispaino ja kuoren kestävyys olivat kahden ensimmäisen rehavaiheen mittauksissa virikehäkikanoilla pienemmät kuin perinteisissä häkissä ($P < 0,05$) (taulukko 4). Kuoren kestävyys ei enää viimeisessä mittauksessa eronnut häkkityyppien välillä. Ominaispaino oli kuitenkin edelleen merkittävästi pienempi virikehäkeissä kuin perinteisissä häkeissä ($P < 0,001$). Munankuoren heikkenemistä virikehäkeissä tai orsin varustelluissa häkeissä on havaittu muissakin tutkimuksissa (Short ym. 2001, Glatz ja Barnett 1996). Kuoren heikkenemisen on arveltu voivan seurata stressistä, jota kilpailu varusteiden käytöstä saattaa aiheuttaa (Short ym. 2001).

Valkuaisen osuus oli ensimmäisen rehavaiheen aikana suurempi virikehäkeissä ($P < 0,05$), mutta toisen rehavaiheen aikana suurempi perinteisissä häkeissä ($P < 0,05$) munituissa munissa. Kolmannella mittauskerralla häkkityyppi ei vaikuttanut merkittävästi valkuaisprosenttiin. Keltuaisen osuus munan painosta ei eronnut häkkityyppien välillä ensimmäisen ja kolmannen rehavaiheen aikana, mutta oli toisen rehavaiheen aikana suurempi virikehäkeissä ($P < 0,01$).

Vaikka kanojen kasvu oli perinteisissä häkeissä suurempi kuin virikehäkeissä 41–56 viikon iässä ($P < 0,001$), ei häkkityypillä ollut merkittävää vaikutusta kanojen painoon ennen 72. ikäviikkoa (taulukko 5). Silloin virikehäkeissä pidetyt kanat, jotka saivat valkuais-energiasuhteeltaan matalaa rehua, olivat selvästi muita kevyempiä. Tämä ryhmä menetti painoaan viimeisen kuudentoista viikon aikana, kun muiden ryhmien keskimääräinen paino edelleen nousi. Tästä seurasikin yhdysvaikutus häkkityypin ja ruokinnan välillä ($P < 0,01$) kasvussa 56–72 viikon iässä.

Rehun valkuaispitoisuuden vaikutukset

Ensimmäisen rehavaiheen aikana vähemmän valkuaista sisältävän rehun (valkuais-energiasuhde 13) kulutus (g/kana/pv) oli merkittävästi suurempi ($P < 0,05$) kuin enemmän valkuaista sisältävän rehun (taulukko 3). Toisen ja kolmannen rehavaiheen aikana ei rehunkulutuksessa ollut eroja eri rehuja saavien ryhmien välillä. Halle (2002) raportoi valkuaispitoisuuden olevan tärkein kanojen rehunkulutusta säätelevä tekijä muninnan alkaessa ja 23 viikon iästä alkaen rehun energia pitoisuuden säätelevän kulutusta. Myös Gous ym. (1987) raportoivat kanojen kyvystä säädellä rehunkulutusta sen aminohappopitoisuuden mukaan.

Taulukko 3. Tuotantotulokset koko kokeen ja eri rehavaiheiden aikana.

Käsittely Häkkityyppi ¹⁾ Vakuais- energiasuhde	1	2	3	4	SEM	Kontrastit	
	PH	PH	VH	VH		Häkki- tyyppi	Vakuais- energiasuhde
N	16	16	16	16			
Munintaprosentti							
Koko koe	91,4	91,6	88,7	89,8	2,785	**	
1. vaihe	95,0	94,8	93,9	94,1	1,713		
2. vaihe	91,9	92,6	88,7	89,8	1,657	***	
3. vaihe	86,3	86,6	82,2	84,4	2,119	**	
Munan paino, g							
Koko koe	63,5	61,7	63,4	61,0	0,954		***
1. vaihe	60,1	58,5	60,0	57,8	0,567		***
2. vaihe	64,5	62,8	64,2	62,0	0,564	o	***
3. vaihe	66,7	64,5	66,7	63,8	0,596		***
Tuotanto, g/kana/päivä							
Koko koe	57,9	56,4	56,1	54,6	2,024	**	**
1. vaihe	57,2	55,5	56,3	54,4	1,178	o	**
2. vaihe	59,2	58,1	57,0	55,7	1,231	***	*
3. vaihe	57,6	55,9	54,8	53,9	1,482	**	o
Rehun kulutus, g/kana/päivä							
Koko koe	119	120	116	117	2,853	***	
1. vaihe	114	116	112	115	1,583	*	**
2. vaihe	121	122	118	118	1,836	***	
3. vaihe	122	122	118	118	1,845	***	
Rehumuuntosuhde, kg rehua/kg munia							
Koko koe	2,06	2,13	2,07	2,14	0,064		***
1. vaihe	2,01	2,10	2,00	2,11	0,037		***
2. vaihe	2,05	2,11	2,07	2,12	0,034		**
3. vaihe	2,13	2,20	2,15	2,20	0,052		*
Kuolleisuus, %	7,99	4,89	6,64	5,46	1,721		

1) PH=perinteinen häkki, VH=varusteltu häkki

Munanpaino oli pienen valkuais-energiasuhteen rehua saaneilla ryhmillä pienempi ($P<0,001$) kuin suuren valkuais-energiasuhteen rehua saaneilla ryhmillä kaikkien rehuvaiheiden aikana. Ensimmäisen rehuvaiheen aikana myös tuotanto (g/kana/pv) oli matalalla valkuais-energiasuhteella pienempi kuin korkealla valkuais-energiasuhteella ($P<0,01$). Toisen rehuvaiheen aikana tuotanto oli edelleen matalalla valkuais-energiasuhteella pienempi kuin korkealla rehun valkuais-energiasuhteella ($P<0,05$). Kolmannen rehuvaiheen aikana ei tuotannossa ollut enää merkitseviä eroja joskin trendi ($P<0,10$) pienempään tuotantoon matalalla rehun valkuais-energiasuhteella oli havaittavissa. Munakilon tuottamiseen kulutettu rehumäärä oli koko kokeen ajan suurempi matalalla kuin korkealla rehun valkuais-energiasuhteella. Rehun valkuais-energiasuhde ei vaikuttanut munintaprosenttiin eikä kuolleisuuteen. Rehun valkuais-energiasuhteen alentaminen on esim. Al Bus-tanyn ja Elwingerin (1986), Marsdenin ym. (1987) sekä Hallen (2002) tutkimuksissa pienentänyt munan painoa. Mainituissa tutkimuksissa valkuais-energiasuhteen lasku vaikutti negatiivisesti myös munintaprosenttiin, toisin kuin tässä kokeessa.

Aminohappojen tarpeen määrittämisessä saatuun tulokseen vaikuttaa se, mitä muuttujaa käytetään vasteena. Koska eroja munintaprosentissa ei tässä kokeessa käytettyjen rehujen välillä havaittu, voidaan olettaa kanojen valkuaisen ja aminohappojen tarpeen tyydyttyneen myös alemman valkuais-energiasuhteen rehulla. Sen sijaan valkuaisen ja aminohappojen saanti rajoitti munan painoa ja tuotetun munamassan määrää. Myös rehumuuntosuhteen osalta valkuaisen ja aminohappojen saanti oli rajoittavana tekijänä matalan valkuaisen rehua saaneilla ryhmillä. Laskennallinen lysiinin saanti jäi matalan valkuais-energiasuhteen rehua saaneilla kanoilla alle NRC:n (1994) suositusten, mutta rikkipitoisten aminohappojen saantisuositus täyttyi. Novakin ym. (2004) mukaan munan paino kasvoi, mutta munintaprosentti pysyi samana, kun kanojen päivittäinen lysiinin saanti nousi 860 mg:sta 959 mg:aan. Lysiini on siis

saattanut rajoittaa matalan valkuaispitoisuuden rehua saaneiden kanojen munan painoa, tuotettua munamassaa ja rehumuuntosuhdetta.

Taulukko 4. Munan laatumittausten tulokset.

Käsittely Häkkityyppi ¹⁾ Vakuais- energiasuhde	1 PH	2 PH	3 VH	4 VH	SEM	Kontrastit		
						Häkki- tyyppi	Vakuais- energiasuhde	Häkkityyppi* Vakuais- energiasuhde
N	16	16	16	16				
Haugh-yksiköt								
36 viikkoa	85,1	88,4	85,4	87,3	0,586		***	
54 viikkoa	83,3	84,1	84,0	85,0	0,451		*	
68 viikkoa	81,3	81,9	80,1	82,3	0,581		*	
Ominaispaino, g								
36 viikkoa	1,087	1,087	1,086	1,086	0,0004	**		
54 viikkoa	1,083	1,083	1,081	1,081	0,0004	***		
68 viikkoa	1,082	1,081	1,080	1,079	0,0004	***		
Kuoren kestävyys, kg								
36 viikkoa	3,81	3,73	3,66	3,67	0,0461	*		
54 viikkoa	3,62	3,57	3,42	3,36	0,0556	***		
68 viikkoa	3,46	3,19	3,32	3,18	0,0566		***	
Valkuaisen osuus, %								
36 viikkoa	62,2	62,2	62,8	62,4	0,185	*		
54 viikkoa	61,4	61,5	61,0	61,1	0,212	*		
68 viikkoa	62,5	62,2	62,9	61,8	0,188		***	*
Keltuaisen osuus, %								
36 viikkoa	26,9	27,0	26,6	26,9	0,171			
54 viikkoa	28,0	28,0	28,7	28,4	0,197	**		
68 viikkoa	27,4	27,8	27,1	28,2	0,181		***	o
Kuoren osuus, %								
36 viikkoa	11,0	10,8	10,6	10,7	0,0538	***		*
54 viikkoa	10,6	10,5	10,3	10,5	0,0531	**		*
68 viikkoa	10,2	10,1	10,0	10,1	0,0490	*		o

1) PH=perinteinen häkki, VH=varusteltu häkki

Taulukko 5. Kanojen paino.

Käsittely Häkkityyppi ¹⁾ Vakuais- energiasuhde	1 PH	2 PH	3 VH	4 VH	SEM	Kontrastit		
						Häkki- tyyppi	Vakuais- energiasuhde	Häkkityyppi* Vakuais- energiasuhde
N	16	16	16	16				
Kanan paino, g								
21 viikkoa	1,554	1,566	1,566	1,564	7,8282			
41 viikkoa	1,740	1,713	1,768	1,717	9,3659		***	
56 viikkoa	1,777	1,748	1,780	1,732	11,291		**	
72 viikkoa	1,808	1,757	1,802	1,691	11,956	**	***	*

1) PH=perinteinen häkki, VH=varusteltu häkki

Haugh-luku oli suurempi suuremmalla rehun valkuais-energia suhteella ($P < 0,05$) (taulukko 4). Rehun valkuaispitoisuuden vaikutukset Haugh-lukuun olivat samansuuntaisia, kuin Al Bustanyn ja Elwingerin (1987) sekä Hammershøjn ja Kjaerin (1999) tutkimuksissa. Kahden ensimmäisen rehuvaiheen aikana tehdyissä mittauksissa häkkityypillä ja rehun valkuaisenergiasuhteella oli merkitsevä yhdysvaikutus kuoriprosenttiin ($P < 0,05$), sillä virikehäkeissä matalan valkuais-energiasuhteen rehua saaneilla ryhmillä kuoriprosentti oli pienempi, kun taas perinteisissä häkeissä korkean valkuais-energiasuhteen rehua saaneilla munan kuoriprosentti oli pienempi. Al Bustanyn ja Elwingerin (1987) sekä Hammershøjn ja Kjaerin (1999) mukaan kuoren osuus pienenee rehun valkuaispitoisuuden kasvaessa. Tässä kokeessa näin siis kävikin varustelluissa häkeissä, mutta perinteisissä häkeissä rehun val-

kuaispitoisuuden vaikutus näytti olevan päinvastainen. Muihin munan laatuominaisuuksiin ei rehun valkuais-energiasuhteella havaittu vaikutusta.

Valkuais-energiasuhteeltaan korkeampaa rehua saaneet kanat olivat muita painavampia kaikissa punnituksissa ($P < 0,001$), kokeen alkua lukuun ottamatta (taulukko 5). Kasvu oli 21–41 viikon iässä suurempi valkuais-energiasuhteeltaan korkeampaa rehua saaneissa ryhmissä ($P < 0,001$). 56–72 viikon iässä ruokinnan ja häkkityypin välillä oli yhdysvaikutus kasvuun (ks. edellä).

Johtopäätökset

Varustelluissa häkeissä pidettyjen kanojen pienempi rehunkulutus voi olla syynä häkkityyppien välillä munantuotannossa havaittuihin eroihin, sillä rehumuuntosuhde oli tutkituissa häkkityypeissä sama. Koska ruokintakäsittelyiden ja häkkityypin välillä ei havaittu merkitseviä yhdysvaikutuksia, voidaan todeta rehun valkuais-energiasuhteen vaikuttavan samalla tavalla varustelluissa ja perinteisissä häkeissä. Pienemmän rehunkulutuksen takia varustelluissa häkeissä pidetyt kanat saattaisivat hyötyä rehuista joiden ravintosisältö olisi suurempi.

Kirjallisuus

- Abrahamsson, P.** 1996. Furnished cages and aviaries for laying hens. Effects on production, health and use of facilities. Dissertation. Report 234. Uppsala, Dept. Animal Nutrition and Management, SLU.
- Abrahamsson, P., Tauson, R. & Appleby, M.C.** 1995. Performance of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 45: 286–296.
- Abrahamsson, P. & Tauson, R.** 1997. Effects of group size on performance, health and birds' use of facilities in furnished cages for laying hens. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 47: 254–260.
- Al Bustany, Z. & Elwinger, K.** 1986. Effect of dietary protein concentration on performance of hens selected on low protein diet and grouped according to their early production. *Acta Agric. Scand.* 36: 264–274.
- Al Bustany, Z. & Elwinger, K.** 1987. Response of laying hens to different dietary lysine intakes. *Acta Agric. Scand.* 37: 27–40.
- Appleby, M.C. & Hughes, B.O.** 1995. The Edinburgh Modified Cage for laying hens. *Br. Poultry Sci.* 36:707–718.
- Braastad, B.O.** 1990. Effects on behaviour and plumage of a key-stimuli floor and perch in triple cages for laying hens. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 27: 127–139.
- Glatz, P.C. & Barnett, J.L.** 1996. Effect of perches and solid sides on production, plumage and foot condition of laying hens housed in conventional cages in naturally ventilated shed. *Australian J. Exp. Agric.* 36: 269–275.
- Gous, R.M., Griessel, M. & Morris, T.R.** 1987. Effect of dietary concentration on the response of laying hens to amino acids. *Br. Poultry Sci.* 28: 427–436.
- Halle, I.** 2002. Einfluss einer gestaffelten Supplementierung von Lysin und Methionin während der Aufzucht auf das Wachstum und auf die Leistungsmerkmale der Hennen in der folgenden Legeperiode bei einer gestaffelten Protein- und Energieversorgung. *Arch. Geflügelk.* 66: 66–74.
- Hamilton, R.M.G.** 1982. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poultry Sci.* 61: 2022–2039.
- Hammershøj, M. & Kjaer, J.B.** 1999. Phase feeding for laying hens, Effect of protein and essential amino acids on egg quality and production. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 49: 31–41.
- Hetland, H., Svihus, B., Lervik, S. & Moe, R.** 2003. Effect of feed structure on performance and welfare in laying hens housed in conventional and furnished cages. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 53: 92–100.
- Marsden, A., Morris, T.R. & Cromarty, A.S.** 1987. Effects of constant environmental temperatures on the performance of laying pullets. *Br. Poultry Sci.* 28: 361–380.
- Novak, C., Yakout, H. & Scheideler, S.** 2004. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. *Poultry Sci.* 83: 977–984.
- National Research Council (NRC)** 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, 176 pp.
- Short, F.J., Walker, A.W. & Elson, A.** 2001. Eggshell density in furnished cages, effect of dustbath and perch provision. *Br. Poultry Sci.* 42, Supplement 1: 77–78.
- Tauson, R.** 1984. Effects of perch in conventional cages for laying hens. *Acta Agric. Scand.* 34: 193–209.
- Tauson, R.** 2002. Furnished cages and aviaries: production and health. *World's Poult. Sci. J.* 58:49–63.
- Tauson, R. & Abrahamsson, P.** 1994. Foot and skeletal disorders in laying hens. Effects of perch design, hybrid, housing system and stocking density. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.* 44:110–119.