

SELEENI LISASÖÖTMISEST TIINETELE LEHMADELE

K. Ling, V. Ploom

SUMMARY: On selenium supplementation to pregnant cows. Possibility of improving Se status of pregnant dairy cows and their calves by supplementing dairy cows with inorganic or organic forms of selenium was studied by supplementing a selenium-poor ration (mean Se content 0.03 ppm) of 30 dry cows. Starting two months before expected calving cows were divided into three groups and were supplemented until calving with Se as follows: P – 0.08...0.105 ppm as Se yeast, M – 0.2...0.23 ppm as sodium selenite in a mineral mixture, K – no Se supplementation. Groups P and K received selenium-free mineral mixture. One calf of control group died of nutritional muscular dystrophy (NMD). Whole blood GSH-Px activity ($\mu\text{kat/l}$) of cows and their calves at parturition and two months later was analysed as well as CK activity in blood plasma of calves at the age of two months. Analysis of variance of data revealed significant influence ($P < 0.001$) of different Se supplementations on GSH-Px activity in whole blood of dams and their calves incorporation of Se from yeast product into GSH-Px molecule being 3.5 times more active than Se from mineral mixture. Regression analysis of all dam-calf pairs revealed strong correlation between whole blood GSH-Px activities, calves GSH-Px activities being higher than that of their dams ($y = 13.19 + 1.11x$; $R^2 = 0.882$). Calf whole blood GSH-Px activities of groups P, M and K were respectively 22%, 30% and 42% higher than that of their dams indicating more active Se transfer to fetus or/and its pronounced incorporation into fetal enzyme molecule when smaller amounts are available. At the age of two months GSH-Px activity of calves had decreased by 20% indicating need to start their supplementation with Se. When the data of supplemented groups compound together were compared to control group χ^2 -test revealed positive influence ($P < 0.05$) of Se supplementation to preventing NMD and elevated CK activity.

Seleeni on mikroelement, mille vaegust iseloomustab eelkõige noorloomi tabav valgelihastõbi. Seleeni defitsiidi korral on täheldatud veel vasikate elujõu langust ja vähenenud juurdekasvu, samuti päramiste peetust, sigimisvõime vähenemist ja mastiiti lehmadel (Pehrson, 1993). Seleeni geograafiline jaotus regiooniti on väga erinev. Skandinaaviamaad olid esimeste hulgas, kus vastavad uuringud läbi viidi, ja neis kõigis tuvastati seleeni defitsiit (Pehrson, 1993a). Seleeni defitsiitsetes maades kasutatakse loomade seleeniga varustatuse reguleerimiseks kas seleeni lisamist turustatavatele söötadele (Rootsi, Norra, Taani) või seleeniga väetamist (Soome). Viimaste aastate uuringud (Suoranta jt., 1993; Kevvai, 1994; Ling, Ploom, 1997, 1998; Bergström jt., 1998) on näidanud, et ka Eesti kuulub seleeni defitsiitsete maade hulka.

Seleeni lisasöötmisel on kõige rohkem kasutust leidnud naatriumselenit, kuid viimasel ajal on hakatud tähelepanu pöörama tema pro-oksüdantsetele omadustele ja seetõttu on intensiivistunud orgaanilise seleeni kasutamist käsitlev uurimistöö. Üks lihtsamini kasutatavaid ja siiani kõige tähtsamaks peetavaid funktsionaalseid parameetreid, mida kasutatakse loomade seleeniga varustatuse uurimisel, on seleeni sisaldava ensüümi glutatiooni peroksüdaasi (GSH-Px, EC 1.11.1.9) aktiivsus.

Käesoleva töö eesmärgiks oli anorgaanilise ja orgaanilise seleeni lisasöötmiskatsetega selgitada võimalusi tiinete lehmade ja nende vasikate seleeniga varustatuse kindlustamiseks ning uurida seleeni lisasöötmise mõju lehmade ja nende vasikate tervisele.

Materjal ja meetodika

Seleeni lisasöötmiskatsed viidi läbi Arkna Katsejaama 30 eesti mustakirjut tõugu kinnislehmaga. Lehmade ratsioon koosnes heinast, närvutatud silost, poolsuhkruppeedist, päevalille- või puuvillasrotist, odra-kaera jahust ja õllerabast. Kõikide söötade seleenisaldused määrati Tallinna Tehnikaülikoolis. Ratsiooni keskmine seleenisaldus oli 0,03 mg/kg. Loomade ratsioonid tasakaalustati söötade analüüsist ja loomade toodangust lähtudes. Kõikidele kinnislehmadele anti firma AICO lehmadele mõeldud mineraalsööta 143...171 g ja lüpsvatele

lehmadele 183...219 g. Vähemalt viimase kolmveerand aasta jooksul ei olnud ükski katselehm saanud seleeni sisaldavat mineraalsööta.

Loomad jagati analoogide printsiibist lähtudes kolme rühma: K – kontroll (N=10) ja kaks katserühma (à N=10). Alates kinnijätmisest söödeti ühele katserühmale (P) 0,08...0,105 ppm orgaanilist seleeni. Selle saavutamiseks lisati lehmade söödale sõltuvalt nende oletatavast söömusest 16...20 ml seleenipärmi glütseriinilahust (100 mg Se/1 kg glütseriinis). Teise katserühma (M) lehmadele söödeti 0,2...0,23 ppm anorgaanilist seleeni Na-selenitiga rikastatud AICO mineraalsegus. Seleeni lisa söötmine kestis kuni poegimiseni.

Kõikidelt lehmadel ja nende vasikatelt võeti vereproovid poegimise päeval ja kaks kuud pärast poegimist. Pool igast vasika vereproovist tsentrifuugiti kohapeal plasma saamiseks. Vereproov ja eraldatud plasma sügavkülmutati. Kõikides vereproovides määrati täisvere glutatiooni peroksüdaasi (GSH-Px) aktiivsus ja vasikate vere plasmas kreatiini kinaasi (CK) aktiivsus. Registreeriti mastiidijuhud ja päramiste eraldumise aeg lehmadel. Vasikad kaaluti sündimisel ja edaspidi iga 20 päeva tagant. Registreeriti kõhulahtisuse, kopsupõletiku ning valgelihastõve esinemisjuhud.

GSH-Px aktiivsus määrati Paglia ja Valentine (1967) meetodil ($t=37^{\circ}$). CK aktiivsuse määramiseks kasutati Humazym CK-NAC-act. komplekti ($t=25^{\circ}$, kontrollseerum Humatrol N).

Üks katselehm prakeeriti pärast poegimist trauma tõttu. Üks vasikas tallati surnuks, kahel lehmal olid kaksikud. Mõnelt vasikalt ei õnnestunud sünnijärgset vereproovi saada. Kolme nädala vanuselt diagnoositi ühel kontrollrühma vasikal valgelihastõbi ja talle süstiti naatriumseleniiti, seetõttu tema GSH-Px analüüsitulemusi ei kasutatud.

Saadud andmed analüüsiti statistiliselt, kasutades dispersioon- ja regressioonanalüüsi, t-testi (MINITAB 10) ja χ^2 -testi.

Tulemused ja arutelu

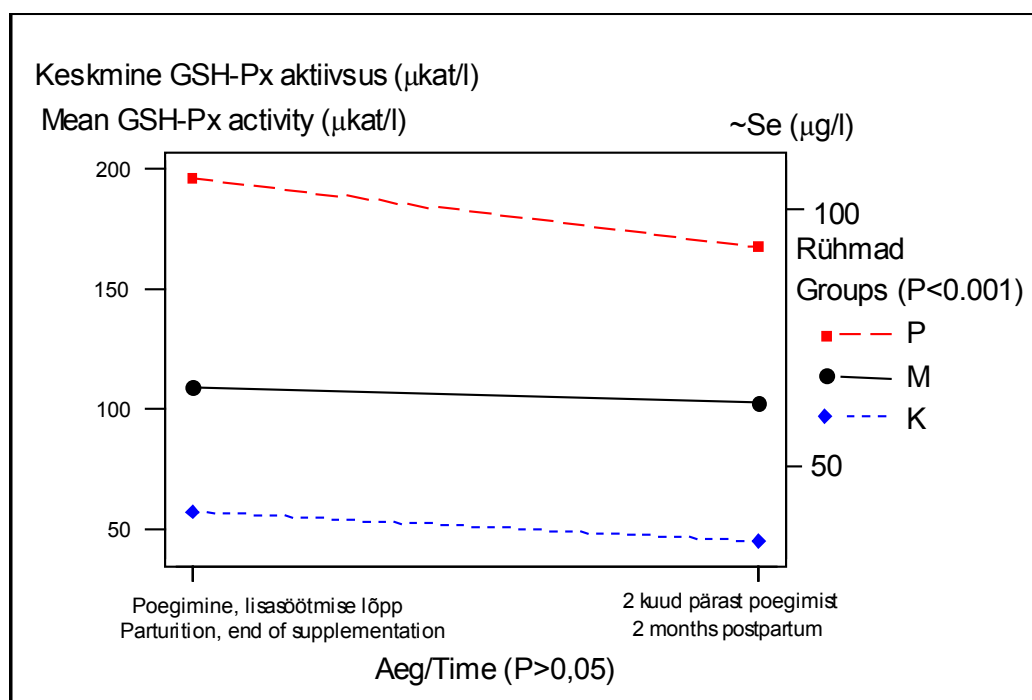
Glutatiooni peroksüdaasi aktiivsuse määramistulemuste statistiline analüüs näitas, et seleeni lisa söötmine kui selle vorm avaldavad olulist mõju GSH-Px aktiivsusele ($P<0,001$). Lähtudes viimase aja seisukohast, mille järgi täisvere seleenisisaldust alates 50 $\mu\text{g/l}$ võib pidada normaalseks, Carlströmi jt. (1979) leitud regressioonvõrrandist ning meie ja Rootsi Põllumajandusülikooli labori paralleelsetest GSH-Px analüüsides, tuleks veiste piisava seleeniga varustatuse näitajaks pidada meie laboris määratud täisvere GSH-Px aktiivsust üle 74 $\mu\text{kat/l}$. Meie analüüsitulemusi (joonis 1 ja 2) eeltooduga võrreldes selgub, et kontrollrühma lehmade GSH-Px aktiivsus nii poegimise ajal kui 2 kuud pärast poegimist on allpool normi piiri. Ka kontrollrühma vasikate seleeniga varustatus kahe kuu vanuselt on puudulik, vaid kontrollrühma vastündinud vasikate GSH-Px aktiivsuse tase vastab rahuldavale seleeniga varustatusele.

Kaks kuud 0,08...0,105 ppm orgaanilise seleeni lisa söötmist (rühm P) suurendas poegivate lehmade GSH-Px aktiivsuse võrreldes kontrollrühma loomadega umbes 3,5-kordseks (joonis 1). 0,2...0,23 ppm anorgaanilist seleeni saanud lehmade (rühm M) GSH-Px aktiivsus poegimisel oli peaaegu kaks korda kõrgem kui kontrollrühmal.

Ka kaks kuud pärast poegimist võetud vereproovide GSH-Px aktiivsuste erinevused kõikide rühmade vahel olid olulised. Andmete variatsioonstatistiline analüüs tuvastas küll tulemuste olulise sõltuvuse seleeni lisa söötmisest ($P<0,001$), aga mitte proovivõtmise ajast. Siit võime järeldada, et uuslõpsiperioodil toimuvad muutused lehma organismis ei avalda nii kiiresti olulist mõju ta vere GSH-Px aktiivsusele *resp.* seleenisisaldusele. Seega on ka seleenivaeguses oleval loomal reserve, mis korvavad piimaga väljutatava seleeni kaotuse. Uurimised on näidanud, et rahuldava seleenitarbimise juures on lehmade plasma seleenisisaldus poegimisel suurem kui 1...2 kuud enne seda, mis samuti viitab looma kehas olevate seleenireservide mobiliseerimisele laktatsiooni alguseks (Cohen jt., 1991).

Erinevate autorite tulemustest võib järeldada, et lehmad kasutavad orgaanilist seleeni 3...7 korda efektiivsemalt kui anorgaanilist seleeni (Power, 1994). Suurt erinevust orgaanilise ja anorgaanilise seleeni bioloogilise aktiivsuse vahel on täheldatud piima seleenisisalduse tõstmisel. P. Aspila (1991) andmetel on inimeste tarbimiseks optimaalseks peetava piima Se-sisalduse (20 $\mu\text{g/l}$) saavutamiseks vaja sööta lehmadele kas 0,7 ppm anorgaanilist või 0,1 ppm orgaanilist seleeni. Orgaanilise seleeni suurem efektiivsus piima seleenisisalduse tõstmisel võib olla põhjuseks, et orgaanilist seleeni saanud lehmade täisvere GSH-Px aktiiv-

suse langus poegimisjärgse kahe kuu jooksul oli suurim teiste katserühmadega võrreldes. Võttes arvesse erinevaid seleenikoguseid, mida meie katses söödeti rühmadele P ja M näitasid tulemused, et anorgaanilise seleeniga võrreldes oli orgaanilise seleeni lülitumine GSH-Px molekuli ligikaudu 3,5 korda aktiivsem.

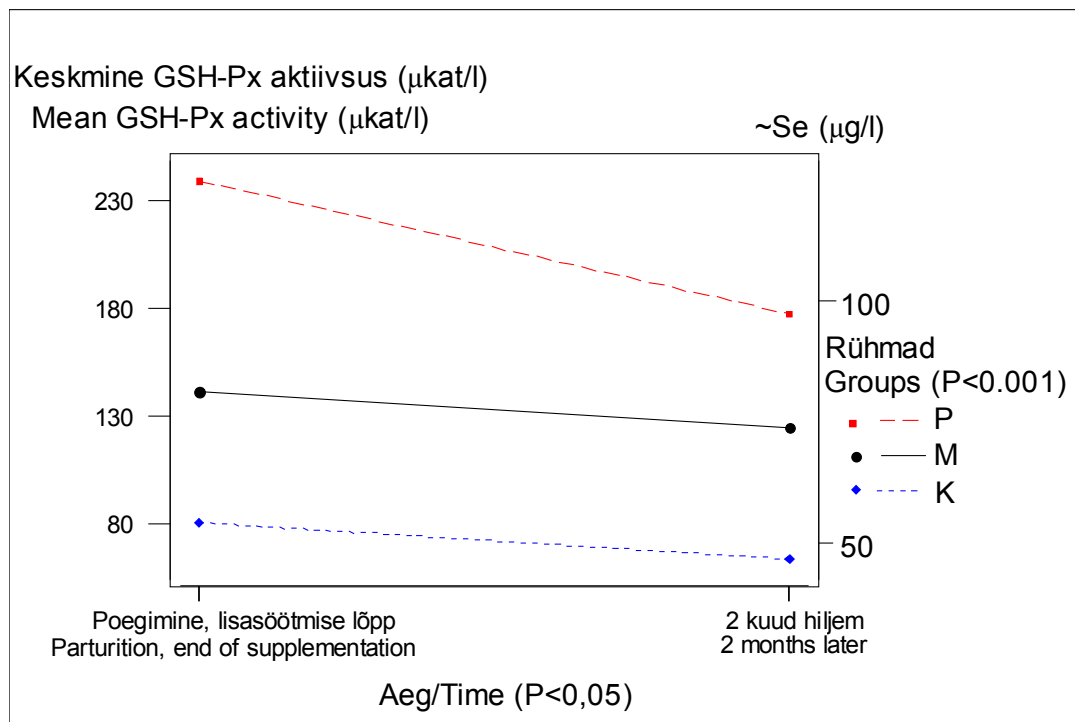


Joonis 1. Katselehmade täisvere GSH-Px aktiivsuse ($\mu\text{kat/l}$) sõltuvus seleeni lisaõõtmisest ja proovivõtmise ajast

Figure 1. Influence of Se supplementation and sampling time on the mean whole blood GSH-Px activity ($\mu\text{kat/l}$) of the cows

Rühmad / Groups: P – ca 0,1 ppm Se seleenipärmina / as Se yeast
 M – ca 0,2 ppm Se Na selenitina / as sodium selenite
 K – kontroll / control

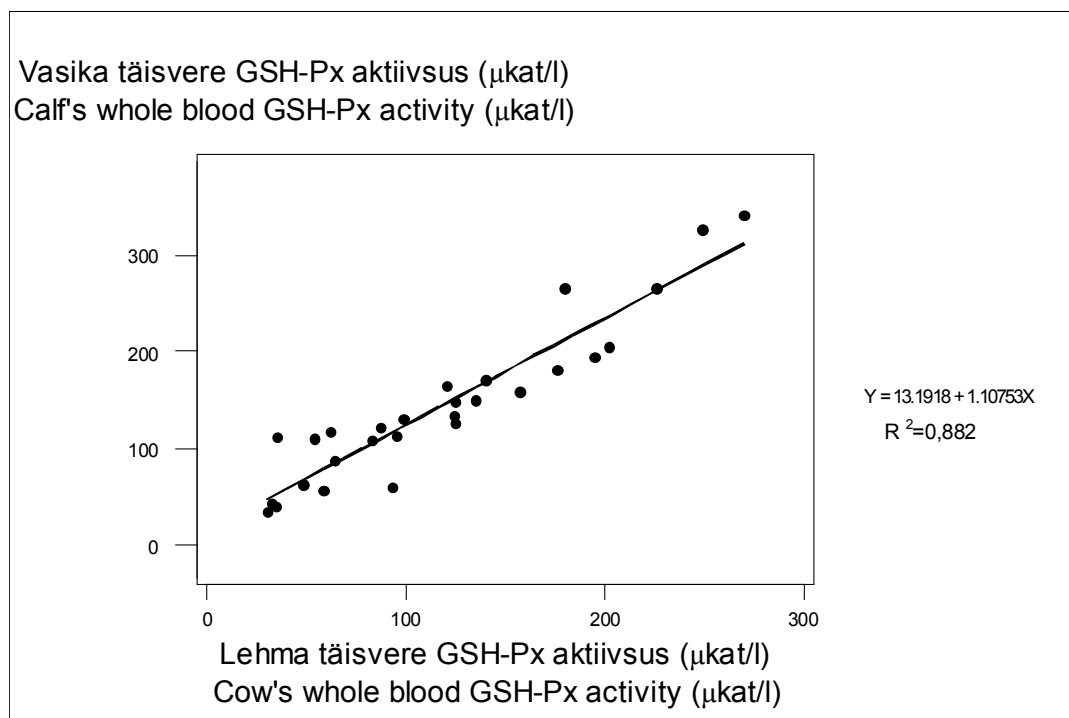
Kõigi rühmade vasikate täisvere GSH-Px aktiivsus oli sündimisel kõrgem kui kahe kuu vanuselt (joonis 2). Anorgaanilise seleeni lisaõõtmisega rühma vasikate GSH-Px aktiivsus oli ligi kaks ja orgaanilist seleeni saanud rühma vasikate GSH-Px aktiivsus 3 korda kõrgem kontrollrühma vasikate ensüümiaktiivsusest. On arvatud, et platsenta võib olla seleenile barjääriks. Meie tulemused kinnitavad aga praegu valdavat seisukohta (Abdelrahman, Kincaid, 1995), et sõltumata seleeni lisaõõtmise viisist liigub seleen läbi platsenta lootesse. Veelgi enam. Lehmade ja nende vasikate täisvere GSH-Px aktiivsuse tugevat seost 24 tunni jooksul pärast poegimist (joonis 3) iseloomustab valem $Y=13,19+1,11X$ ($R^2=0,882$), kus Y on vasika ja X lehma GSH-Px aktiivsus. Eeltoodud valem kirjeldab olukorda, kus vasika täisvere GSH-Px aktiivsus kõigis rühmades oli kõrgem lehma vastavast näitajast. Rühmade P, M ja K vasikate täisvere keskmine GSH-Px aktiivsus oli vastavalt 22, 30 ja 42% kõrgem nende emade keskmisest, osutades, et Se transport lootesse ja/või selle lülitumine ensüümimolekuli oli seleenivaeguse korral aktiivsem. Kolleri jt. (1984) töös oli nii seleenisisaldus kui ka GSH-Px aktiivsus seleeniga hästivarustatud lehmadel ja nende järglastel peaaegu võrdne, lehmade halvema seleeniga varustatuse korral oli vasikate seleeniga varustatus sündimisel parem kui lehmadel. Analooilisi tulemusi on esitanud ka Hidiroglou jt. (1985). Ka tiinete lehmade ja nende loodete maksa uurimisel on leitud, et loode suudab säilitada kõrgemat seleenisisaldust kui ta ema (Kirk jt., 1995). Sealjuures olid erinevused kõige suuremad tiinuse lõpus. On arutletud võimaluse üle, et seleeni defitsiidist tulenev rakumembraanide terviklikkuse vähenemine (Cohen jt., 1991) tingib seleeni aktiivsema liikumise läbi platsenta. See võib olla üheks põhjuseks, et seleenivaeguses olevate lehmade ja nende vasikate täisvere GSH-Px aktiivsuse erinevus on suurem kui seleeniga rahuldavalt varustatud lehmade puhul, nagu kirjeldab ülaltoodud võrrand.



Joonis 2. Katselahmade vasikate täisvere GSH-Px aktiivsuse ($\mu\text{kat/l}$) sõltuvus seleeni lisaõotmisest ja proovivõtmise ajast

Figure 2. Influence of Se supplementation and sampling time on the mean whole blood GSH-Px activity ($\mu\text{kat/l}$) of the calves

Rühmad / Groups: P – ca 0,1 ppm Se seleenpärmina / as Se yeast; M – ca 0,2 ppm Se Na-selenitina / as sodium selenite; K – kontroll / control



Joonis 3. Lehmade ja vasikate täisvere GSH-Px aktiivsuse vaheline seos poegimisel
Figure 3. Correlation between whole blood GSH-Px activity of cows and calves

Erinevalt lehmadest avaldas vasikate GSH-Px aktiivsusele mõju nii seleeni lisaõõtmine ($P < 0,001$) kui ka proovi võtmise aeg ($P < 0,05$). Kahe kuu jooksul oli kõigi rühmade vasikate täisvere GSH-Px aktiivsus langenud keskmiselt 20% võrra. Seleenivaeguses olevate lehmade vasikate täisvere GSH-Px suhteliselt suur aktiivsus sünnil ja kõigi uuritud vasikate GSH-Px aktiivsuse langus elu esimeste kuude jooksul on oletatavasti põhjuseks, et valgelihastõve oht on veistel kõige suurem mitte vastsündinud vasikatel, vaid just paari kuu vanuselt ja seoses karjamaale minekuga (Pehrson, 1993a).

Optimaalseks täisvere seleenisisalduseks peetakse 100...200 µg/l (Jukola, 1993). Arvestades eespool nimetatud regressioonvõrrandeid tuleks meie laboris määratud täisvere optimaalseks GSH-Px aktiivsuseks pidada 180...360 µkat/l. Neid piire katsetulemustega võrreldes selgub, et vaid seleeniga rikastatud pärmil saanud lehmade ja nende vasikate seleeniga varustatust võib pidada sellesse vahemikku kuuluvaks. Seega ei taga 0,1 ppm anorgaanilise seleeni lisaõõtmine kodumaisel söödal olevate lehmade optimaalset seleeniga varustatust.

Kirjanduse andmeil reageerib vere GSH-Px aktiivsus nagu ka seleenisisaldus suurenenud seleenitarbimisele aeglaselt. Mõnede autorite andmetel võtab see aega 5 nädalat (Scholz, Hutchinson, 1979). Lammastel tõusis vere seleenisisaldus ja GSH-Px aktiivsus kogu 92-päevase lisaõötiskatse (0,25 ppm) ajal (Zachara jt., 1993). B. Weissi (1994) andmeil saavutab vere seleenikontsentratsioon maksimaalse taseme 3 kuud pärast seleeni lisaõötamise algust. K. Ortmani katses, kus võrreldi selenitti ja seleenipärmi lisaõötamist, jõudis erütrotsüütide GSH-Px aktiivsus platooni (~200 µg/l Se) 50-päevase lisaõötamise järel (Ortman, Pehrson, 1997). Meie katses tiinete lehmadega, kelle seleeniga varustatus enne lisaõötamist oli kontrollrühma andmetele tuginedes puudulik, oli ensüümiaktiivsus kahekuuse lisaõötamise järel tõusnud 2...3,5 korda, sõltuvalt seleeni allikast. Järgnevad kaks seleeni lisaõötamise kuud tõstsid GSH-Px aktiivsust veelgi. Ka siis ei olnud lehmade vere arvestuslik seleenisisaldus jõudnud 200 µg/l, mis võib olla jätkuva ensüümiaktiivsuse tõusu põhjuseks meie katses.

Tabelis 1 on esitatud katserühmade vasikate 40 päeva keskmised juurdekasvud, sest kauem ei olnud võimalik neile kõigile ühtlikke söötmis- ja pidamistingimusi luua. Juurdekasvudes rühmadevahelisi erinevusi ei täheldatud, mis ühtib paljude teiste uurimistulemustega (Cohen jt., 1991). Erinevaid tulemusi noorloomade seleeniga varustatuse ja kasvukiiruse uurimisel võib seostada seleeni ja kilpnäärmehormoonide ainevahetuse seotusega.

Tabel 1. Katserühmade vasikate 40 päeva keskmised juurdekasvud ja rühmadevahelised erinevused (kg)

Table 1. Mean daily gains (kg) over 40 days and group differences of the calves

Rühm / Group	N	$\bar{x} \pm s$	M	K
P	7	0,63±0,101	-0,10	-0,11
M	10	0,53±0,129		-0,01
K	8	0,52±0,091		

Lehmade tervise jälgimise tulemusena ei täheldatud rühmadevahelisi erinevusi päramiste eraldumise ajas ja mastiitide esinemissageduses. Tabelis 2 on esitatud katserühmade vasikate tervisega seotud näitajad. Kreatiini kinaasi (CK) aktiivsust üle 50 U/l peeti võimaliku lihaskahjustuse indikaatoriks. χ^2 -test ei toonud esile seleeni lisaõötamise olulist mõju kõhulahtisuse esinemissagedusele. Vaid juhul kui kõik seleeni lisaõõta saanud rühmad liideti kokku (P+M) ja nende andmeid võrreldi kontrollrühma omaga, ilmnes seleeni lisaõötamise positiivne mõju ($\chi^2=5,65$; DF=1) kõrgeenenud CK aktiivsuse ja kopsupõletiku vältimisel. Kontrollrühmas esinenud kliinilise valgelihastõve juhtumi tõttu oli seleeni lisaõötamise mõju ka valgelihastõve vältimisele statistiliselt oluline ($\chi^2=4,18$; DF=1).

Tabel 2. Terviseprobleemidega vasikate osatähtsus erinevates katserühmades (%)

Table 2. Percentage of calves with health problems in different groups

Terviseprobleem / Health problem	P	M	K
Kopsupõletik / Pneumonia	0%	0%	12,5%
Kõhulahtisus / Diarrhoea	18%	50%	37,5%
CK aktiivsus >50 U/l / CK activity >50 U/l	33,3%	54,5%	88,9%
Valgelihastõbi / White muscle disease	0%	0%	12,5%

Kokkuvõte

Seleeni lisaäötmisskatse tiinete mullikatega selgitas järgmist

1. Seleeni rikastatud pärimi koostises oleva orgaanilise seleeni lülitumine GSH-Px molekuli oli 3,5 korda aktiivsem mineraalsegus Na-selenitina olevast anorgaanilisest seleenist.

2. Vastpoeginud lehmade ja nende vasikate täisvere GSH-Px aktiivsuse vahel oli tihe seos, kusjuures vasikate täisvere GSH-Px aktiivsus oli kõrgem nende emade GSH-Px aktiivsusest ($Y=13,19+1,11X$; $R^2=0,822$, kus Y on vasika ja X lehma GSH-Px aktiivsus). Seega on seleenivaeguses oleva lehma loode võimeline saavutama emast parema seleeni varustatuse.

3. Kahe esimese elukuu jooksul langes vasikate täisvere GSH-Px aktiivsus 20% võrra, viidates valgelihaastõvele vastuvõtliku perioodi saabumisele seleenidefitsiitsete emade järglastel.

4. 0,1 ppm anorgaanilise seleeni lisaäötmine ei taga kohalikul söödal olnud veiste optimaalset seleeniga varustatust.

Kuigi orgaaniline seleen osaleb aktiivselt elemendi spetsiifiliste funktsioonide täitmisel, piirab tema kasutuselevõttu loomade seleenivajaduse rahuldamisel anorgaanilisest seleenist mitmekümnekordselt suurem hind. Ühtlasi eeldaks üleminek seleenipärimi kasutamisele põhjalikumaid teadmisi orgaanilise seleeni retentsioonist ja uurimistöö jätkamist, leidmaks tundlikke ja usaldusväärseid võimalusi erinevate seleeni allikate pikaajalise kasutuse tulemuse hindamiseks.

Uurimistööd toetas Eesti Teadusfond.

Kirjandus

- Abdelrahman M. M., Kincaid R. L. Effect of selenium supplementation of cows on maternal transfer of selenium to fetal and newborn calves. – *J. Dairy Sci.*, vol. 78, p. 625...630, 1995.
- Aspila P. Metabolism of selenite, selenomethionine and feed incorporated selenium in lactating goats and dairy cows. – *J. Agr. Sci. Fin.*, 63, p. 1...74, 1991.
- Bergström J., Ling K., Pehrson B. Some data on the selenium status of dairy cattle in Estonia. – *Agraarteadus*, IX, nr. 1, lk. 22...25, 1998.
- Carlström G., Jönsson G., Pehrson B. An evaluation of selenium status of cattle in Sweden by means of glutathione peroxidase. – *Swed. J. Agric. Res.*, 9, p. 43...46, 1979.
- Cohen R. D. H., King B. D., Guenther C., Janzen E. D. Effect of prepartum parental supplementatation of pregnant beef cows with selenium/vitamin E on cow and calf plasma selenium and productivity. – *Can. Vet. J.*, vol. 32, p. 113...115, 1991.
- Hidiroglou M., Proulx J., Jolette J. Intraruminal selenium pellet for control of nutritional muscular dystrophy in cattle. – *J. Dairy Sci.*, vol. 68, p. 57...66, 1985.
- Jukola E. Effect of selenium on the health of the dairy cow, with special reference to udder health and reproduction. – *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Suppl. No. 11, p. 169...175, 1993.
- Kevvai T. Seleeni üldsisaldusest mõnedes Eesti põllumuldade profiilides. – *EPMÜ magistrandide ja doktorantide teaduslike tööde kogumik II*, lk. 72...78, 1994.
- Kirk J. H., Terra R. L., Gardner I. A., Wright J. C., Case J. C., Maas J. Comparison of maternal blood and fetal liver selenium concentrations in cattle in California. – *Am. J. Vet. Res.*, 56, p. 1460...1464, 1995.
- Koller L. D., Whitbeck G. A., South P. J. Transplacental transfer and colostrum concentrations of selenium in beef cattle. – *A., J. Vet. Res.*, vol. 45, p. 257...250, 1984.
- Ling K., Ploom V. Seleeniivaegusest Eestis. – *EPMÜ Loomakasvatuse instituudi väljaanne Loomakasvatus*, nr. 7, lk. 16...18, 1997.
- Ling K., Ploom V. On selenium status of cattle in Estonia and possibilities to improve it. – *10th International Conference on Production Diseases in Farm Animals in Utrecht. Programme and Abstracts*. p. 146, 1998.
- Ortman K., Pehrson B. Selenite and selenium yeast as feed supplements for dairy cows. – *J. Vet. Med. A*, vol. 44, p. 373...380, 1997.
- Paglia D. E., Valentine W. N. Studies on the quantitative and qualitative characterisation of erythrocyte glutathione peroxidase. – *J. Lab. Clin. Med.*, vol. 70, p. 158...169, 1967.

- Pehrson B. Diseases and diffuse disorders related to selenium deficiencies in ruminants. – Norwegian Journal of Agricultural Sciences, Suppl. No. 11, p. 79...95, 1993.
- Pehrson B. G. Selenium in nutrition with special reference to biopotency of organic and inorganic selenium compounds. – Proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium, p. 71...89, 1993a.
- Power R. F. Selenium-enriched yeast; form and applications. – Proceedings of the 5th International Symposium on the Uses of Selenium and Tellurium. Brussels, p. 89...94, 1994.
- Scholz R. W., Hutchinson L. J. Distribution of glutathione peroxidase activity and selenium in blood of dairy cows. – Am. J. Vet. Res., vol. 40, p. 245...249, 1979.
- Suoranta K., Sinda E., Pihlak R. Selenium of the selenium yeast enters the cow's milk. – Norw. J. Agric. Sci., Suppl. No. 11, p. 215...216, 1993.
- Zachara B. A., Trafikowska U., Labedzka H., Mikolajczak J. Effect of dietary Se intake on blood Se levels and glutathione peroxidase activities in lambs. – Small Ruminant Res., 9, p. 331...340, 1993.
- Weiss B. Status of selenium needs of dairy cattle updated. – Feedstuffs, August 8, p. 14...16, 1994.