

Uno Tamm

ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUS





Eesti Põllumajandusülikool
Eesti Maaviljeluse Instituut



Uno Tamm

ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUS

Saku 2005

Raamatu väljaandmist on toetanud Eesti Põllumajandus-
Kaubanduskoda

Kaane kujundanud Reemet Sarv

Kirjastanud Eesti Põllumajandusülikool

Raamatus selgitatakse rohusööda toiteväärtuse hindamist ja rohusööda toiteväärtuse suurendamise võimalusi. Katseandmetel leivad käsitlemist rohumaaade rajamise ja väetamise agrotehniliste võtete kõrval liblikõielisterohkete rohusöötade toiteväärtuse muutused segukülvis kooskasvavate kõrreliste mõjul. Keemialaboris määratud analüüsidele lisaks selgitati söötmiskatsetega erinevate rohusöötade efektiivsus piima tootmisel.

Trükkinud AS Rebellis

ISBN 9985-816-96-X

© Uno Tamm, 2005

SISUKORD

Eessõna	5
Rohusööda toiteväärtuse hindamine	6
Söötade zootehniline analüüs	7
Söötade energiasisaldus	8
Proteiini arvestus	8
Rohusööda toiteväärtuse kriteeriumid	9
Rohusööda toiteväärtust mõjutavaid tegureid	10
Liigilise koosseisu mõju toiteväärtusele	10
Viljelusviisi mõju toiteväärtusele	14
Koristusaja mõju toiteväärtusele	15
Rohusilo söömust määravad tegurid	18
Piimatootmise tasuvuse määrab rohusööda kvaliteet	22
Küsisaldus rohusöötades ja selle mõju orgaanilise aine seeduvusele	27
Tingimused ja meetodika	28
Uurimistöö tulemused	28
Küsisalduse sõltuvus liigist	30
Rajamisviisi ja väetamise mõju rohumaa saagile ja selle toiteväärtusele	34
Tingimused ja meetodika	34
Katsetulemused ja nende arutelu	36
Lämmastikväetise mõju rohusööda toiteväärtusele	43
Materjal ja meetodika	44
Katsetulemused	45
Põldtimuti mõju lutsernisööda toiteväärtusele ja proteiini kvaliteedile	52
Materjal ja meetodika	52
Tulemused ja diskussioon	53

Külviaasta punase ristiku saak ja toiteväärtus	
segus kõrrelistega	57
Materjal ja meetodika	57
Katsetulemused ja arutelu	59
Punase ristiku segukülvide toiteväärtus külvi järgsel	
aastal	66
Materjal ja meetodika	66
Uurimistöö tulemused ja arutelu	67
Järeldused	68
Raiheinte väärtus ja kasvatusvõimalused	69
Katsetulemused	71
Puhas- ja segukülvi lutsernisilo toiteväärtuse erinevusi ...	78
Materjal ja meetodika	79
Katsetulemused ja arutelu	83
Kirjandus	87

EESSÕNA

Veisekasvatus on Eesti põllumajanduses eelistatud tootmisharu, kus kulutused rohusöötadele määravad suures osas tootmise tulukuse. Rohusöödad, olles veiste põhisöödad, peavad võimaldama veiste söötmise korralduse nii, et loomad oleksid terved ja annaksid tervislikku toodangut. Rohusöötade toiteväärtus on aluseks söödaratsioonide koostamisel ja söötmise korraldamisel.

Keskpärase tootmistaseme korral peetakse rohusööda toiteväärtuse olulisemateks näitajateks proteiini- ja kiusisaldust, kõrgetoodanguliste loomade söötmisel tõuseb esikohale rohusööda energiakontsentratsioon. Proteiinisalduse määramisele lisaks on vajalik hinnata proteiini kvaliteeti, selle lõhustuvust vatsas ja kogu ratsiooni proteiini bilanssi.

Käesolev trükis rohusööda toiteväärtuse kujunemisest on mõeldud õppematerjaliks veiste söötmise õpetamisel. Seda saavad kasutada taime- ja loomakasvatuse konsulendid, rohusöötade tootjad, kasutajad ning täiendõppe läbiviijad.

Trükise lähteandmeteks on Eesti Maaviljeluse Instituudi rohumaa osakonnas kümne aasta (1994-2003) kestel läbiviidud uurimused heintaimede kasvatamise, rohusöötade tootmise ja piimakarja söötmise alal.

Avaldan tänu materjali kogumisel ja läbitöötamisel osutatud ulatusliku abi eest teadur Silvi Tamm'ele. Trükiks ettevalmistamisel abistasid Helle Jõgeva ja Reemet Sarv, kellele avaldan samuti tänu. Läbiviidud uurimusi on finantseerinud Eesti Põllumajandusministeerium ja Eesti Teadusfond (grant 4175 ja 5774).

Uno Tamm

ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUSE HINDAMINE

Söötade toiteväärtuse hindamisel on kasutusele võetud termin – **toitefaktor**.

Toitefaktori hulka arvatakse energia, proteiin, mineraal-
elemendid, rasv ja vitamiinid.

Energia on sööda tähtsaim toitefaktor. Energia arvestusühikuks on meil võetud vabariigis kasutusele metaboliseeruv energia (ME).

Vee kõrval on rohusöödas tuhk, proteiin, rasv ja süsivesikud, millest viimased kolm annavad söötmisel loomale energiat. Rohusööda energia sõltub põhiliselt kiusisaldusest. Rohusöötade energiasisaldus varieerub väga ulatuslikult (ME 7-11 MJ/kg), sõltudes põhiliselt liigilisest koosseisust, väetamisest ja heintaimede vegetatiivosade vanusest koristamisel.

Proteiin on mõiste, mis võtab kokku kõik taim- ja loomorganismis leiduvad lämmastikku sisaldavad ühendid. Arvatakse, et proteiin näitab sööda valgusisaldust. Rohusöödas on palju mittevulgulist lämmastikku, mida mäletsejalised saavad edukalt kasutada. Rohusööda proteiin lagundatakse eesmaos, kus samaaegselt sünteesitakse vatsamikroobide poolt mikroobne valk. Mõlemad on tähtsad valguallikad.

Rohusööda proteiini hindamisel tuleb arvestada üldise sisalduse käsitlemise kõrval veel söödaproteiini degradeeruvust ja proteiini bilanssi vatsas. Kasutusel on mõisted: toorproteiin (TP), seeduv proteiin (SP) -metaboliseeruv proteiin (MP) ja vatsa proteiini bilanss (VPB). Rohusöödad loetakse rahuldava proteiinisisaldusega söötadeks (15-20% kuivaines), mis rahuldab veiste proteiinitarbe.

Rasv on väga energiarikas, kuid rohusöötades on seda vähe (keskmiselt 3% kuivaines). Enamasti piirdatakse rohusöötade hindamisel nimetatud keskmise näitajaga.

Mineraalelemendid, nende soolad ja oksiidid on toortuha koostisosad. Toortuhka on rohusöötades 5-10%. Olulisemad elemendid, mida rohusöötades määratakse on kaltsium, kaalium, fosfor ja magneesium.

Vitamiinid ei ole rohusöötade hindamisel eriti olulised, sest sisaldus on piisav ja mäletsejaliste eesmagude mikroorganismid on võimelised enamuse neist juurde tootma.

Hügieeniline kvaliteet on rohusöötade hindamisel oluline, sest see mõjutab looma tervist, toodangut ja viljakust. Hügieenilist kvaliteeti hinnatakse eelkõige visuaalselt (värvuse muutus, lõhn, struktuuri muutus jne). Rohusilo kvaliteedi hindamisel tehakse täiendavad keemilised analüüsid, mis selgitavad lenduvate rasvhapete koostise ja lämmastikuühendite muutused. Hallitusseente esinemisel võivad tekkida sööta seenemürgid.

Söötade zootehniline analüüs

Rohusöötade toiteväärtuse hindamine kirjanduses avaldatud tabeliandmete alusel võib olla väga ekslik, sest tulemust mõjutavaid kõiki tegureid ei ole võimalik arvesse võtta. Objektiivsete andmete saamiseks on vaja toiteväärtus määrata keemialaboris.

Weende skeemi kohaselt eristatakse järgmised fraktsioonid: kuivaine (KA), toortuhk (TT), proteiin (TP), toorrasv (TR), toor-kiud (TK), lämmastikuvabad ekstraktiivained (EA). Täiendavalt määratakse mineraalelementidest Ca, P, K, Mg.

Van Soesti skeemi järgi määratakse kahesugust kiudu: neutraalkiud (NDF) ja happekiud (ADF). Kiufraktsioonidele lisandub ligniini määramine. Saadud tulemusi kasutatakse paljudes arvutustes:

$$\begin{aligned} \text{tselluloosisisaldus} &= \text{ADF} - \text{ligniin}, \\ \text{hemitselluloosisisaldus} &= \text{NDF} - \text{ADF} \end{aligned}$$

Neutraalkiu fraktsioon sisaldab ligniini, tselluloosi ja hemitselluloosi. See näitaja iseloomustab potentsiaalset söömust.

$$\text{Kuivaine söömus} = 120 / \text{NDF}$$

Happekiu moodustavad ligniin, pektiinained ja tselluloos ning mõningane kogus mineraalaineid. Selle alusel arvutatakse sööda kuivaine seeduvus.

$$\text{Kuivaine seeduvus} = 88,9 - (0,779 \times \text{ADF})$$

Söötade energiasisaldus

Koguenergiasisaldus e brutoenergia (BE) arvutatakse zootehnilise analüüsi tulemuste alusel järgmise võrrandi kohaselt:

$$BE = 23,9 \times TP + 39,8 \times TR + 20,4 \times TK + 17,5 \times EA$$

Loomade söötmisel pole brutoenergia vahetult arvestatav suurus, sest vaja on teada energia jt toitefaktorite kättesaadavust söödast ehk seeduvust.

Lihtsustatult arvatakse, et kõik see mida loom roojaga välja ei erita on seedunud.

$$KA \text{ seeduvus} = \frac{\text{söödud KA} - \text{rooja KA}}{\text{sööda KA}} \times 100;$$

Seedimise esimeses faasis sööt peenestatakse ja niisutatakse süljega. Sülge eritub veistel 100-150 l päevas. Mäletsejaliste eesmaos toimub intensiivne mikroobne seede. Vatsakäärimise tulemusena tekivad äädik-, propioon- ja vöihape (lenduvad rasvhapped). Põhiline seede paljude seedeensüümide toimel (ka mikroorganismide seede) toimub soolestikus.

Teades seedekoeffitsiente on lihtne arvutada seeduvate toitainete kogus. Seedunud toitainete energiasisaldus ei ole kõik omastuv, sest kadudena tuleb arvestada veel uriini ja seedegaaside energia. Paranduseks kasutatakse metaboliseeruvuse koeffitsienti (rohusöötadel 82-84%).

Proteiini arvestus

Laboratooriumis määratud proteiin ei ole loomade poolt täielikult omastatav. Teades proteiini seedekoeffitsienti arvutatakse seeduv proteiin (SP). Nimetatud näitaja on kasutusel söötade tabelites ja võetakse aluseks söödaratsioonide koostamisel.

Mäletsejaliste söötmisel hinnatakse 1980-ndatel aastatel tehtud uurimustele tuginedes proteiiniväärtust kahe tunnuse järgi:

metaboliseeruv proteiin (MP),

vatsa proteiini bilanss (VPB)

Metaboliseeruv proteiin iseloomustab peensooles imendunud aminohapete hulka. Vatsas sünteesitakse Meelis Otsa uurimuste kohaselt ühe kg seedunud ja vatsas fermenteerunud süsivesikute (SSV) kohta 179 g mikroobset proteiini.

Proteiini kiire ja ulatusliku vatsa lõhustuvuse korral jääb omastuvuse kasutegur väikeseks, sest lõhustussaadusi tekib korraga liiga palju ja neid ei suuda mikroorganismid ära kasutada (ammoniaak imendub, muutub maksas karbamiidiks ning väljutatakse uriiniga).

Vatsast möödunud proteiin seedub peensooles ja vabanevad aminohapped imenduvad. Nii ühest kui teisest allikast imendunud aminohapete kogusumma on metaboliseeruv proteiin.

Vatsa proteiini bilanss on vatsas lõhustunud proteiini ja vatsas potentsiaalselt moodustuva mikroobse proteiini vahe. Rohusöötaudel on viimane positiivne ja teraviljadel negatiivne. Ratsioon peaks andma nullilähedase või nõrgalt positiivse tulemuse.

Rohusöötaade toiteväärtuse kriteeriumid

Rohusööda toiteväärtus ja söömus määravad looma tootmisvõime. Energia ja proteiinisisalduse kõrval mõjutavad tulemusi sööda struktuur, süsivesikute sisaldus silode käärimise kvaliteet ja hügieeniline väärtus. Söödaratsioonide koostamisel on otstarbeks lähtuda rohusööda kvaliteedi hinnangust.

	hea	Sööda kvaliteet	
		rahuldav	halb
Kuivaines, %:			
Toorproteiin	>15	12-15	<12
Toorkiud	<26	26-30	>30
Neutraalkiud (liblikõielised)	<46	47-60	>60
(kõrrelised)	<55	56-65	>65
Happekiud (liblikõielised)	<35	36-42	>42
(kõrrelised)	<37	38-45	>45
Seeduvus	>65	50-65	<50
Metab. energia MJ/kg	>9,5	8-9,5	<8

ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUST MÕJUTAVAD TEGUREID

Mullastikutingimused määravad ühe või teise liigi kasvatamisvõimalused ja rohumaa püsivuse. Hoolsamat arvestust vajavad põuakartlikud alad ja ajuti liigniisked kõlvikud. Parasniisketel aladel kasvavad hästi peaaegu kõik meil viljeldatavad heintaimeliigid.

Kuivale kasvukohale sobivad lutsernid, ida-kitsehernes, ke-rahein, ohtetu luste, roog aruhein ja punane aruhein. Niisketel aladel on kasvukindlamad aas-rebasesaba, päideroog, timut ja roosa ristik.

Niidetavatel rohumaadel peab arvestama, et ühesuguse arengukiirusega heintaimikute optimaalne koristusaeg kestab 3...5 päeva ning et segusse valitud liigid ja sordid annaksid sel ajal maksimaalse toiteväärtusega saagi. Sellest tulenevalt on niidetavate rohumaade segudes enamasti 2...3 liiki. Koristusaeg määratakse juhtliigi järgi.

Liigilise koosseisu mõju toiteväärtusele

Liblikõielised heintaimed parandavad rohumaadel sööda toiteväärtust ja hoiavad kokku kulutusi lämmastikväetistele. Liblikõielistest on enamkülvatavad ristikud (punane, valge ja roosa ristik), lutsernid (harilik ehk sinine lutsern, sirplutsern ja hübriidlutsern) ja ida-kitsehernes (söödagaleega). Suure kuivainesaagiga (7...11 t/ha) on keskmisel väetisfoonil nendest lutsernid ja idakitsehernes, kusjuures teiste liblikõieliste ja nende segukülvide saagid on veidi väiksemad (6..8 t/ha).

Segukülvides sobivate kõrreliste valik ja osatähtsus määratakse mullastiku, kasutusotstarbe (niitmine, karjatamine), kasvulaadi, ädalakasvu kiiruse jt omaduste alusel. Segukülvid on puhaskülvidega võrreldes vähem lamandunud, olnud umbrohu-puhtamad ja andnud 12...15% võrra suurema saagi (Sutter, 1969; Sau, 1970; Frame et al, 1998).

Karjamaadele soovitatakse liigirikkamaid (4...6 liiki) seemnesegusid, tuues eeliseks rohu mitmekesisuse, parema maitsvuse, ühtlasema ädalakasvu ja karjamaa suurema tallamiskindluse (Sau,

1970; Viiralt, 1996; Tamm, 1997). Juhtpositsioonil on valge ristik (>30% saagist), millega sobitatakse alus- ja pealiskõrrelised. Valge ristiku toiteväärtus püsib kõrge pikemat aega ega vähene enne täisõitsemist.

Valge ristiku esinemist karjamaal iseloomustab perioodilisus. Uurimusest selgus, et valge ristiku-kõrreliste rohukamaraga karjamaade saagi ja vegetatsiooniperioodi sademete hulga vahel on tugev seos ($R^2=0,71$), samuti valitseb tihe seos ($R^2=0,64$) saagi suuruse ja efektiivsete temperatuuride summa vahel. Sellest tulevalt on valge ristiku mõju saagile ja karjamaarohu toiteväärtusele suve teisel poolel 2 korda suurem kui kevadel. Kuival karbonaatsel mullal on häid tulemusi saadud Jõgeval aretatud hübriidlutserniga 'Karlu', mis on küll niidutüübiline, kuid talub hästi karjatamist.

Põllukülvikorras kasvatatav põldhein on enamasti ristikurohke (varane või hiline punane ristik) ja seda kasutatakse tavaliselt 2-3 aastat. Sortide valikuga ja varases arengufaasis koristamisega saab ristikuid säilida rohusus kolm aastat. Külviaasta saagi toiteväärtust mõjutasid kõige enam segusse võetud raiheinad (Tamm jt. 2002). Rohukülvikorras saab üle kolme aasta kasvatada lutserni, ida-kitsehernest või kõrrelisterohkeid segusid.

Kõrrelisterohked niidutaimikud annavad suure toiteväärtusega rohusööda vaid siis kui koristamine toimub varajases arengufaasis. Selle nõude täitmisest tuleneb mitmeniitelise kasutuse vajadus. Optimaalse niiteaja määrab dominantliigi kasv ja areng. Kõrreliserohketest taimikutest on suurema saagiga ohtetu lüste, roog aruhein ja kerahein. Mõnevõrra väiksema saagiga on aasrebasesaba ja harilik aruhein. Kasvutingimustest ja väetamisest sõltuvalt annavad kõrreliste taimikud 4...8 t/ha kuivainet (looduslik mullaviljakus võimaldab saada vabariigi keskmisena 2...2,5 t/ha).

Karjamaadel on kasutusel valge ristiku-kõrreliste ja lutsernikõrreliste ja kõrrelisterohked rohukamarad. Seemnesegude uurimustest Juuliku katsefarmis selgus, et parasniiskel mullal olid karjamaal parema saagiga valge ristiku liikiderohked segud, mis sisaldasid nii pealis- kui ka aluskõrrelisi (Tamm, 2000). Rohu botaanilises koosseisus domineerisid esimesel ja teisel aastal külvatud liigid. Valget ristikut (3 kg/ha) oli rohus üle 40%, sest soodsa-

tes oludes levib see liik väga kiiresti. Rohu kuivaine proteiinisaldus oli keskmiselt 17,5%, seeduvus 68% ja ME 10,4 MJ/kg. Lutsernid ja punane ristik saavutasid esimesel aastal seemneseuga määratud osatähtsuse, kuid punane ristik langes karjatamise tingimustes kolmandal aastal rohukamarast välja.

Karjamaa raihein ületas oma agressiivsuse tõttu seemneseuga määratud 25%-lise osatähtsuse eesti sortidega segudes esimesel ja teisel aastal, kuid välismaa sortidega segudes, kus osatähtsuseks oli võetud 60% jäi soovitud tase saavutamata. Timut ja harilik aruhein kui keskmise võistlusvõimega liigid püsisid rohus ettenähtud osatähtsusega. Karjamaa raiheinrohke seemneseugu kasutamisel saadi karjamaarohi 0,2...0,3 MJ/kg võrra kõrgema toiteväärtusega (Selge, 1996; Tamm, 2000).

Põuakartlikul mullal andis karjamaal parema saagi lutsernirohke seemneseugu kui kasutati karjatamisele vastupidavat sorti 'Karlu'. Võrreldes hübriidlutserniga 'Jõgeva 118' oli kuivaine enamsaak 17%, proteiinisaa oli suurem 20% ja metaboliseeruva energia saak vastavalt 14%. Lutsernirohke karjamaarohu toiteväärtus ei erinenud usutavalt valge ristiku rohke rohu toiteväärtusest.

Rohusilode toiteväärtus sõltus sileeritavast heintaimeliigist, koristusajast ja sileerimisprotsessis toimunud muutustest. Rohusilo toiteväärtus on väga hea koristustehnoloogia ja käärimise korral 15% väiksem sileeritava massi toiteväärtusest.

Kõrreliste haljasmass on liblikõielistega võrreldes paremini sileeruv. Liblikõielistel on suurem proteiinisaldus, väiksem suhkrutesisaldus ja kõrgem puhverduisvõime.

Rohkesti tehakse rohusilo punasest ristikust, mis võimaldab saada kõrge toiteväärtusega (16...18% proteiini, ME 9,5...10,5 MJ/kg) sööda. Toiteväärtuselt hea silo andis ka lutsern (proteiini 19%, ME >10 MJ/kg). Kuigi sileeruvust parandas timuti lisamine liblikõielisterohkesse segusse, oli kindlustuslisandi kasutamine hea kvaliteedi tagamiseks vajalik (Lättemäe, Tamm, 2002).

Keemiliste analüüside põhjal saab ka kitseherne rohusilo lugega heade söötade klassi, kuid orgaanilise aine madalama seeduvuse (< 65%) tõttu jääb toiteväärtus rahuldavaks.

Heintaimede sortide valik võimaldab mõjutada rohusööda toiteväärtust. Suurema tähtsusega on see liblikõielistel heintaimede

del. Valida saab siin varajaste ja hiliste, di- ning tetraploidsete sortide vahel, kusjuures oluliseks faktoriks jääb sordi talvekindlus. Parema toiteväärtusega kuid madalama kuivainesisaldusega olid punase ristiku tetraploidsed Jõgeva sordid 'Varte' ja 'Ilte'.

Tetraploidsete sortide paremus selgus ka karjamaa raiheina kasutussageduse uurimuses. Katseandmetel ületasid tetraploidsed sordid diploidseid kuivaine saagilt kaheniitelisel kasutusel 19,6% ja neljaniitelisel 16,4%. Tetraploidsed sordid ületasid diploidseid ka proteiinisaagilt keskmiselt 13,6%.

Kasutussageduse uuringus oli proteiini kogusaak neljaniitelisel kasutusel võrreldes kaheniitelisega 12,6% suurem.

Proteiinisisaldus kuivaines ületas rohusööda miinimumnõude (>14%) vaid neljaniitelisel kasutusel. Kaheniitelisel kasutusel saadi rahuldava toiteväärtusega rohusööt, mis ei vastanud proteiini, seeduvuse ja metaboliseeruva energia sisalduselt hea rohusööda nõuetele. Vatsa proteiini bilanss oli negatiivne. Neljaniitelisel kasutusel saadi hea toiteväärtusega (seeduvus > 65%, ME > 10 MJ/kg) ja positiivse vatsa proteiinibilansiga rohusööt.

Neljaniitelisel kasutusel oli kuivaines rohkem fosforit, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi kui kaheniitelisel kasutusel. Saagedasem niitmine andis noorema ja toitainerikkama sööda.

Võttes aluseks toitainete sisalduse, seeduvuse ja söömuse näitajad võib toiteväärtuse alusel liigid järjestada:

- kõrge toiteväärtusega – valge ristik, lutsernid, punane ristik, raiheinad;
- hea toiteväärtusega – roosa ristik, ida-kitsehernes, hari-lik aruhein, aas-rebasesaba, kerahein, timut;
- keskmise toiteväärtusega – ohtetu luste, päideroog, roog-aruhein.

Väetamisel lämmastikväetistega saab hõlpsasti kiirendada kõrreliste rohu juurdekasvu, suurendada saaki, tõsta rohu proteiinisisaldust, kuid sööda toiteväärtuse põhinäitajad (kuisisaldus, seeduvus) jäävad siiski sõltuvaks liigilisest koosseisust ja kasvu- perioodi pikkusest enne koristamist.

Viljelusviisi mõju toiteväärtusele

Rohumaade majandamisel on toimunud olulised muutused. Rohusööjate loomade arvu vähenemise tõttu on meil söödakõlvikuid piisavalt. Nende majandamisel on püütud aga hakkama saada võimalikult väheste kulutustega. Vabariigis kasutatavad rohumaade viljelussüsteemid võib nende intensiivsuse alusel jaotada järgmiselt:

1. "Korilusviljelus" võimaldab varuda rohusööta ilma kasvatuskuludeta. Rohumaade külve ei tehta. Saak koristatakse looduslikelt rohumaadelt, põldheinasöötidelt jt. jäätmaadelt. Kõlvikut niidetakse ainult üks kord suve jooksul. Nimetatud viljelus sobib vaid heina tegemiseks. Väikese saagitaseme (kuivainet 1,5-2,0 t/ha) tõttu on silerimise tehnoloogia liialt kulukas. Kogutud saak on väikese toiteväärtusega (6,5-8,0 MJ/kg)

2. Maheviljeluse korral on olemas viljavaheldus, kus liblikõielised on saagi suurendajaks ja mullaviljakuse parandajaks. Orgaaniliste väetiste kaasabil on võimalik kõlvikorras saada keskpärane saak (3-4 t/ha). Kõlvikutelt saab kaks niidet suve jooksul. Saagi toiteväärtusele avaldab suurt mõju liblikõieliste rohkus taimikus. Nende rohkel esinemisel on rohusööda toiteväärtus hea (9-10 MJ/kg), vähesel esinemisel aga rahuldav (8-9 MJ/kg).

3. Tavaviljelus vajab agrotehniliste võtete kogu kompleksi. Mullastikule ja kasvutingimustele sobivale seemneseгу külvile lisanduvad iga-aastased hooldustööd, süsteemipärane mineraalväetiste kasutamine ja optimaalne kasutusviis ning niiteaeg. Olenevalt külvatud põhiliigi bioloogilisest iseärasusest tehakse 2-3 niidet suve jooksul. Meie looduslikud tingimused võimaldavad saada rohumaadelt hea saagi (5-6 t/ha). Rohusööda toiteväärtuse määrab oluliselt optimaalne koristusaeg (tabel 1). Varajases arengufaasis koristamisel on see väga hea (9-11 MJ/kg), tööde hilenemisel aga rahuldav (8-9 MJ/kg).

4. Intensiivviljelus tugineb teaduslikul uurimistööl. Eri-päraks on väetamise kõrge tase ja mitmeniiteline kasutussüsteem. Külvatakse kõrgeväärtuslikke intensiivsorte ja rohukamarate kasutuskestus lüheneb. Intensiivviljelus annab häid tulemusi parema viljakusega põllumaadel, tagades kõrge saagikuse (6-10 t/ha). Suuremate viljeluskulude tõttu toodetakse vaid kõrge toiteväärtu-

sega (9-11 MJ/kg) rohusöötasid.

Rohusöötade põhiliseks puuduseks loetakse madalat energiasisaldust. Seeduvate toitainete sisalduse alusel arvatud metaboliseeruva energia kogus 1 kg kuivaine kohta on praktikas ainult 7...9 MJ, hea toiteväärtusega rohusöödas on see 10...11 MJ. Analüüsitud rohusöötades oli kolme aasta keskmisena ühel kolmandikul siloproovidest. metaboliseeruva energia sisaldus alla 8 MJ/kg. Järelikult koristatakse rohusööta sageli optimaalsest ajast hiljem.

Rohusöötade kuivaine ainevahetusliku energiasisalduse määrab põhiliselt ära orgaanilise aine seeduvus. Seeduvus korreleerub tihedalt rohusööda süsivesikute kiulise fraktsiooniga. Nooremas arengufaasis taimed sisaldavad kiudu alati vähem võrreldes vanema materjaliga. Kiusisalduse soovitud taset on võimalik rohusöötades tagada heintaimede arengufaasi ja kasvuperioodi optimaalse pikkuse arvestamisega koristamisel.

Koristusaja mõju toiteväärtusele

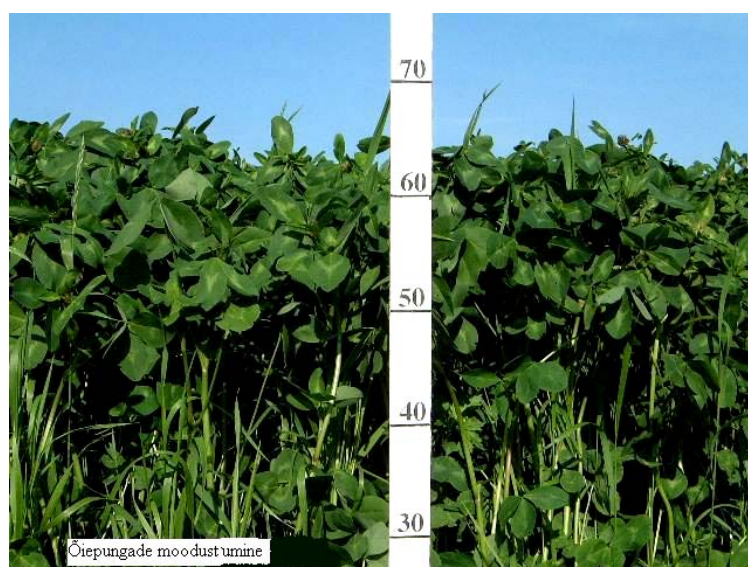
Rohusöötade struktuuril on oluline osa toiteväärtuse kujunemisel. Karjamaarohi on rohusöötadest kõige kõrgema toiteväärtusega. Võrreldes karjamaarohuga oli söödaproovide keskmiste näitajate alusel proteiinisaldus rohusilos 1,2 korda ja heinas 2,1 korda madalam. Keskmine metaboliseeruva energia sisaldus kuivaines oli karjamaarohus 10 MJ/kg, rohusilos 9 ja heinas 8 MJ/kg.

Kõrge toiteväärtusega rohusöötade tootmisel tuleb rakendada mitmeniitelist koristust. Niitelisel koristamisel määrab rohusööda toiteväärtuse põhiliselt koristusaeg, mis aastate lõikes kalendaarselt muutub. Uurimistulemuste (1997-2003) keskmised andmed on tabelis 1.

Rohumassi juurdekasv sõltub kasvutingimustest ja on niidete lõikes erinev. Soovitav on luua tingimused, mis kindlustaksid kuivaine saagi juurdekasvuks keskmiselt 80 kg/ha päevas, seega 4 t/ha saagi saamiseks kuluks 50 päeva.



Joonis 1. Lutserni alumised lehed on kolletunud, hiline koristus



Joonis 2. Punase ristiku õiepungade moodustumine, varane koristus

Tabel 1. Rohu seeduv saak ja toiteväärtus eri koristusaegadel

Heintaimere arengufaas	Seeduva kuivaine saak t/ha	Toiteväärtus kuivaines		
		Proteiin %	seeduvus, %	ME, MJ/kg
LIBLIKÕIELISTE KÜLVIDES				
Varsumine	1,5	19	74	11,0
Õiepungade moodustumine	1,9	16	70	10,5
Õitsemise al- gus	1,9	14	65	9,5
Täisõitsemine	1,9	10	55	8,5
Ädal 30 päeva	0,6	26	70	11,0
Ädal 45 päeva	1,2	20	65	10,5
Ädal 60 päeva	1,6	16	60	9,0
KÕRRELISTE KÜLVIDES				
Võrsumine	0,9	18	75	11,0
Kõrsumine	1,7	16	70	10,5
Loomine	1,8	15	65	10,0
Õitsemine	1,8	11	58	8,5
Ädal 30 päeva	0,9	18	72	10,5
Ädal 45 päeva	1,7	16	70	10,0
Ädal 60 päeva	1,9	13	60	9,0

Liblikõieliste optimaalseks niiteajaks loetakse õiepungade moodustumise aega (ME 10,5-11,0 MJ/kg kuivaines). Õitsemise algul on toiteväärtus väiksem (ME 9,5-10,0 MJ/kg) ja täisõitsemisel ei vasta hea rohusööda kohta kehtestatud kriteeriumile (ME < 9,5 MJ/kg).

Kõrreliste toiteväärtus oli loomise faasis 9,8-10,3 MJ/kg, täisõitsemisel aga 8,1-9,2 MJ/kg ehk 9-11% vähem. Ädalate toiteväärtus (8,8-11,0 MJ/kg) sõltus heintaimeliigist ja rohu vanusest. Ädala sobiv kasvuaeg pärast esimest ja teist niidet on olnud 45-60 päeva.

Liblikõieliste liikide ja sortide kolmeniiteline võrdluskatse (esimene niide juuni algul, teine 45 ja kolmas 55 päeva hiljem)

andis kahe aasta keskmiseks saagiks 10 t/ha. Toiteväärtuse analüüs näitas, et kolmeniitelisel kasutusel saadi rohusööt, mis sisaldas 10,4...10,6 ME MJ/kg, kaheniitelisel kasutusel oli see 9,5...10,4 ME MJ/kg.

Seeduvate toitainete kogusaak oli kaheniitelisel kasutusel suurem hilisel punasel ristikul, roosal ristikul ja ka hübriidlutsernil. Kolmeniitelise kasutuse kõrgem toiteväärtus ja ka suurem kogusaak saadi katsetes varajase ja keskmise arenguga punase ristiku sortidel ning harilikul lutsernil.

Taime vananemisel muutuvad rakukestad paksemaks ja nende osatähtsus suureneb. Noores rohus on rakusisu ja rakukesta suhe 2 : 1, kuid vananenud rohus on see 1 : 2. Toiteväärtuse hindamise uuema meetodi (Van Soesti skeem) järgi määratakse rakukesta ainete (hemitselluloos, tselluloos ja ligniin) sisaldus kuivaines (NDF-neutraalkiud). Saadud tulemus võimaldab valemi abil arvutada sööda potentsiaalse söömuse (kuivaine söömuse = 120 / NDF) (kuivainet 100 kg looma elusmassi kohta).

Viie aasta vältel vabariigi farmidest kogutud söödaproovide analüüsiandmed karjamaarohu, rohusilo ja heina kvaliteedi ning toiteväärtuse kohta näitasid rohusöötade väga suurt varieeruvust. Vabariigis ei ole kujunenud rohusöötade varumise mõjukat süsteemi, mis kindlustaks hea tulemuse.

Rohusilo söömust määravad tegurid

Rohusilorohke söödaratsiooniga kõrge piimatoodangu tagamisel on määravaks silo söömuse õige hindamine. Söömust mõjutavad mitmed faktorid, mis ühelt poolt on määratavad looma omaduste ja teiselt poolt ratsiooni koostise ning silo kvaliteediga. Paljudest faktoritest, mis silo söömust mõjutavad tuuakse esiplaanile orgaanilise aine seeduvus ja fermentatsiooni produktid.

Tähtsaim sööda seeduvust mõjutav faktor on kiusisaldus. Varasemates uurimustes hinnati seda toorkiusisalduse alusel. Meie uurimustest selgus, et toorkiusisalduse optimaalne tase (kuivaines 14...26%) oli karjamaarohus ja lutserni ning punase ristiku silodes kui need olid valmistatud õiepungade moodustumise ajal. Kõrrelistest tehtud rohusilode toorkiusisaldus ületas enamasti optimaalse taseme.

Toorkiusisalduse ja seeduvuse vahel on tugev seos, s.o. esimese suurenedes väheneb teine. Tuginedes analüüsidele arvatati erinevate rohusöötade orgaanilise aine seeduvuse regressioonvõrrandid, kus muutuva suurusena kasutati toorkiusisaldust.

Silovalmistamise tehnoloogiad võivad mõjutada rohusilo söödaväärtust. Juuliku katsefarmis selgitati ristikusilo vabalt söötmisel maksimaalne söömus lehmadel sõltuvalt kasutatud tehnoloogiast.

Lehmadele söödeti *ad libitum* ristikurohkkest põldheinast valmistatud märgsilo (KA 24%), närbsilo (KA 27%) ja kuivsilo (KA 40 ja 45%). Toorkiusisaldus oli kõikides katsesilodes 25...26% ja orgaanilise aine seeduvus 65...66% (*in sacco meetod*). Zootehnilise analüüsi näitajad olid praktiliselt võrdsel tasemel.

Erinevate tehnoloogiatega valmistatud rohusilo hügieenilised näitajad ei olnud sarnased. Märjas keskkonnas arenesid happed moodustavad bakterid intensiivsemalt ja märgsilo pH oli väiksem ning see sisaldas rohkem orgaanilisi happeid kui närb- või kuivsilo.

Mikrobioloogiline analüüs näitas samuti tehnoloogiast tulenevaid erinevusi. Märgsilo paistis silma kõrge pärmseente arvu ja suurema võihappebakterite eoste esinemise poolest. Kuivemas materjalis arenesid aktiivsemalt hallitusseened.

Katsetulemustest selgus, et kõige kõrgem ristikusilo söömus (3% elusmassist) oli närbsilo söötmisel. Kuivsilo söötmisel olid toodangunäitajad veidi paremad ja märgsilo korral halvemad, kuid erinevus jäi katsevea piiridesse.

Söömust mõjutas ka ristikute osatähtsus haljasmassis. Esimese aasta põldheinast (ristikut >75%) valmistatud rohusilo söömus (3% elusmassist) oli kõrgem kui teise aasta põldheinast (ristikut <60%) tehtud silol (2,5%).

Silo valmistamise tehnoloogia valikuga saab mõjutada silo fermentatsiooni kulgu, mille tulemusel võib muutuda ka keemiline koostis. Varases arengufaasis koristatud rohi on suurema puhverduisvõimega ja sileerub halvasti ning kui selle fermentatsiooni kindlustuslisandite abil ei suunata jääb loodetav parem söömus saavutamata.

Silo fermentatsiooniproduktide (orgaaniliste hapete sisaldus, NH_3 esinemine) rohkus pärsib söömust, seepärast märgitakse piiratud käärimisega silode eeliseid. Piiratud fermentatsiooniga rohusilo valmib kindlustuslisandite mõjul.

Erinevate kindlustuslisandite võrdlusest selgus, et bioloogilise lisandi "Silomeister" mõjul kasutati rohus olevad suhkrud piimhappe moodustamiseks täielikult. Kriitilise pH saavutamiseks kulus teiste kindlustuslisanditega võrreldes rohkem aega ning NH_3 sisaldus oli silos suurem. AIV konservandid alandasid silo pH kiiresti ja seetõttu jäi osa suhkruid fermenteerimata ning ka proteolüütiliste protsesside pärssiv mõju oli ilmne. Superbeni kasutamisel jäi pH kõrgemaks, kuigi piimhappe käärimine kulges edukalt.

Silo püsivus avatud olekus (aeroobne stabiilsus) pärast hoidla avamist oli kõige suurem märgsilos korral superbeni ja närbsilo puhul AIV kasutamisel.

Söötmisskatse tulemused näitasid, et väiksema suhkrusisaldusega ja happelisem silo oli tagasihoidlikuma söömusega.

Kontrollsilos ja AIV 2000 võrdlus ei andnud toiteväärtuse määramisel usutavaid erinevusi. Sileerimise käigus mikroobide poolt esile kutsutud muutused olid organoleptiliselt raskesti märgatavad. Lenduvate rasvhapete jt. käärimisproduktide erinevused mõjutasid siiski söötmistulemusi.

Söötmisskatses Juulikul saadi usutavalt parem söömus (4,2% enam) siis kui sileerimisel lisati kindlustuslisandit AIV 2000. Katse keskmisena andsid AIV silo söönud lehmad 0,4 kg piima päevas enam kui kontrolllehmad. Piima rasva- ja valgusisalduses usutavaid muutusi ei olnud.

Uue kindlustuslisandi Niben efektiivsus osutus veelgi paremaks. Võrreldes kontrollsiloga oli silo fermentatsioon kulgenud Niben mõjul tagasihoidlikumalt. Suhkruid oli kindlustuslisandi kasutamisel silos rohkem ja lenduvaid rasvhappeid vähem. Määratud näitajate alusel võis Niben silo lugeda kvaliteedilt paremaks.

Söötmisskatses oli kuivaine söömus kontrollsilol 12,6 kg ja kindlustuslisandiga silol 14,1 kg päevas (erinevus 11,9%), mis moodustas 1,95 ja 2,18% lehmade elusmassist. Kõrgetoodanguliste lehmade (päevalüps 29 kg) söödavajaduse katmisel kasutati

jõusööta 9 kg päevas, mis teeb Niben rühmal 40% ja kontrollrühmal 45% tarbest.

Toodangu erinevus oli katse keskmisena 1,7 kg EKM piima päevas. Piimarasva ja piimavalgu päevatoodang oli kindlustuslisandi Niben mõjul suuremad. Katsetulemuste alusel saab väita, et kindlustuslisandi abil on võimalik silo fermentatsiooni mõjutada kasulikus suunas, suurendada kuivaine söömust ja parandada rohusilo efektiivsust.

Kirjandus

- Frame, J., Charlton, J. F. L., Laidlaw, A. S., 1998. Temperate forage legumes. CAP International, UK.- 327 p.
- Lättemäe, P., Tamm, U., 2002. Lutsernisilo kvaliteedi parandamine segukülvide ja kindlustuslisandite kasutamise. - Agraarteadus nr 6, lk 337-342.
- Sau, A., 1970. Kultuurrohumaade heinaseemnesegud ja nende koostamine. EPA, Tartu. - 31 lk.
- Selge, A., 1996. Mitmeliigiliste karjamaataimikute saagivõime, rohu toiteväärtus ja söödavus ning lüpsilehmade poolt söödud rohu kogus. - Põllum.doktori väitekirja referaat. Tartu. - 36 lk.
- Sutter, H., 1969. Lutserni agrotehnilised katsed. – Lühikokkuvõtteid EPA Agronoomiateaduskonna teadusliku uurimistöo tulemustest 1941-1968. a., lk 147...160.
- Tamm, U., 1997. Heinaseemnesegude koostamine. - Piimakarjapidaja ja konsulendi käsiraamat. Saku, lk 97-102.
- Tamm, U. 2000. Erinevate seemnesegudega rajatud karjamaade saak ja rohu toiteväärtus. - APS Toimetised nr 11, lk 75-78.
- Tamm, U., Tamm, S., Valgus, T., 2002. Külviaasta punase ristiku saak ja toiteväärtus segus kõrrelistega. - Agraarteadus, nr.1, lk 36-41.
- Viiralt, R., 1996. Rohumaade rajamine, väetamine ja kasutamine. - Söötade tootmine piimakarjale. Tartu, lk 15-45.

PIIMATOOTMISE TASUVUSE MÄÄRAB ROHUSÖÖDA KVALITEET

Eesti agroökoloogiliste tingimuste ja piimakarjakasvatusele spetsialiseerumise tõttu on taimekasvatuse üheks põhiülesandeks loomade kindlustamine rohusöödaga. Rohumaadelt on suve jooksul võimalik karjatamise või niitmise teel saada mitu saaki. Heintaimed püsivad ühel ja samal kasvukohal sobiva agrotehnoloogia korral aastaid, andes odavat ja väärtuslikku sööta.

Söödatootmise uuendatud struktuur võimaldab 6000..8000 kg aastatoodanguga karjade söödavajaduse katmise põhiliselt omasöötade baasil, muutes tootmise keskkonnasäästlikuks ja minimaliseerides hooajalisuse.

Söödatootmises peituvaid võimalusi on Eestis siiani kasutatud osaliselt. Hea kvaliteedi nõuetele vastab vaid ca 30% söötadest. Rohusööda koristuspinnast moodustas 2001. aastal haritud maa ainult 61% ja sellel kasvatati liblikõielisi vaid 20%. “Korilusviljelusega” saadi 25% söötadest. Varutud rohusöödast oli ülekaalus heintaimede hilises arengufaasis koristatud materjal, mistõttu nendes leiduvate toitainete seeduvus on madal ja proteiinisisaldus väike. Söödaratsioonide tasakaalustamine on sellistel söötadel kulukas, sest nõuab ostusöötade lisamist.

Rohusööda kui põhisööda tootmise tulemusest sõltub piimakarja pidamise, tehnika ja laudaseadmete soetamise efektiivsus.

Söödatootmise valdkonnas on Eesti taasiseseisvumise järel toimunud olulised muutused. Intensiivne rohumaaviljelus on asendunud mõõduka väetiste kasutamisega keskkonnasõbraliku söödatootmisega, millega kaasnevad suuremad nõuded toodetud sööda kvaliteedile.

Söödakultuuride kasvatamise ja koristamise optimaalne süsteem, mis põhineb liikide, sortide ja segude agrobioloogial tagab veistele vajaliku energiatiheduse, muudab rohusöötade toiteväärtust kõrgetoodanguliste loomade nõuetele vastavaks ja vähendab tootmiskulusid. Kulud söötadele on lehma kohta olenevalt toodangust ja kasutatud söötadest aastas 9...16 tuh kr.

Parimad rohusöödad on saadud ristiku-kõrrelise segukülvidest. Valge ristiku-kõrreliste karjamaa piimatoodang oli kolme aasta keskmisena suveperioodil 300 kg lehma kohta suurem võr-

reldes lämmastikuga väetatud kõrrelisterohke karjamaaga. Arvestades saadud enamtoodangut ja rohu kasvatamise väiksemaid tootmiskulusid saadakse suvel lehma kohta 900 kr enam raha.

Esitatud tulemused kehtivad soodsa niiskusega suvede kohta. Väga põuasel 2002. aastal seiskus ädalakasv niiskuse puuduse tõttu valge ristiku-kõrreliste karjamaal mai lõpus ja augustis. Põuakindlamaks osutus karjatamiskindlate sortidega (Karlu, ABT 205) rajatud lutsernirohke karjamaa, kuid saagi vähenemine oli eelmise aastaga võrreldes siiski 40%.

Talveperioodiks varutud rohusöötade puuduseks loetakse väikest energiatihedust ja ebarahuldavat kvaliteeti. Seeduvate toitainete sisalduse alusel arvatud metaboliseeruva energia kogus 1 kg kuivaine kohta on kõige sagedamini 8...9 MJ, kuid hea toiteväärtusega rohusöödas on see 10...10,5 MJ. Energiatiheduse erinevusele lisandub ka ca 20% võrra väiksem söömus.

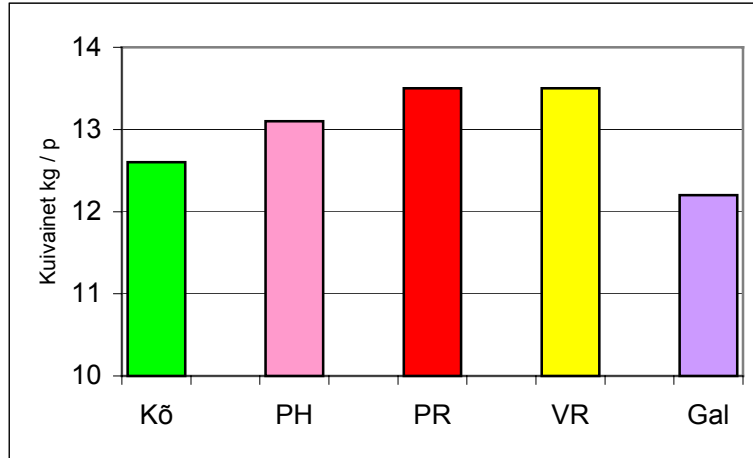
Loomade vajadustega tasakaalustatud söödaratsioonide koostamisel vajatakse tavaliselt 30% enam ostusöötasid kui hea toiteväärtusega rohusöötade söötmisel, mis muudab söötmise 22% võrra kallimaks. Hea rohusööda söötmisel võib rahaline ökonoomsus olla talveperioodil 1100 kr lehma kohta.

Hea kvaliteediga rohusööda söömuse määrab liigiline koosseis. Katseandmete alusel eelistavad loomad optimaalsel ajal koristatud ristikuid rohkem kui kõrrelisi või söödagaleegat (joonis 3). Põldheina söömus sõltub ristikute osatähtsusest rohustus. Mida rohkem on põldheinas ristikut, seda parema söödavusega saadakse rohusööt. Lutsernid annavad samuti hea söödavusega rohusööda, kuid siin avaldab tootmistulemustele mõju proteiini kvaliteet.

Veiste söötmise füsioloogilised uurimused on näidanud kõrreliste ja liblikõieliste heintaimede proteiini kvaliteedi suuri erinevusi. Üldjuhul on liblikõielised proteiinirikkamad, kuid selle lõhustuvus vatsas on märksa kiirem ja ulatuslikum kui kõrrelistel. Vatsas lõhustunud proteiinist moodustub piisava energia olemasolul mikroobne valk, mis omastatakse seedetrakti järgmistes osades.

Liblikõielisterohke rohusööda söötmisel võib tasakaalustamata ratsioonide korral tekkida ebaökonomne proteiini bilanss. Proteiini ebaökonomset kasutust täheldati varem kõrreliste väe-

tamisel suurte lämmastikunormidega, millele lisandus liialt lühike kasvuperiood väetamise ja koristamise vahel. Proteiini kiire ja ulatusliku lõhustuvuse korral vatsas jääb omastuvuse kasutegur väikeseks, sest lõhustussaadusi tekib korraga liiga palju ja neid ei suuda vatsa mikroorganismid ära kasutada.



Kõ-kõrrelised; PH- põldhein, 50% ristik; PR- punane ristik; VR- valge ristik; Gal- söödagaleega

Joonis 3. Rohusööda liigilise koosseisu mõju kuivaine söömusele

Lutsernikasvatuse laienemisel on ilmnunud meil mõnedes farmides proteiini rohkus lutsernisilo vabalt söötisel, mida ei olnud võimalik tasakaalustada ka jõusööda ratsioonidesse lisamisega. Lahendus peitub segukülvide viljelemises.

Kõrrelistest heintaimedest saadud rohusööt on väiksema proteiinisaldusega ja selle lõhustuvus vatsas on tagasihoidlikum. Lähtudes eeltoodust omavad liblikõieliste-kõrreliste segukülvid rohusööda kvaliteedi tagamisel uue tähenduse. Ühe taimerühma iseärasused elimineerivad veiste söötisel teise puudused. Liblikõieliste-kõrreliste segukülvide optimaalne koosseis võimaldab tagada soovitud proteiini bilansi mäletsejaliste vatsas võimalikult väheste lisa söötadega.

Erineva koosseisuga lutserni-kõrreliste rohusööda toiteväärtuse uurimise katsest Juulikul selgus, et proteiini bilanss oli lutserni-timuti segukülvide söötmisel vatsas positiivne. Timuti külvisenormi suurenemisel (4 ja 6 kg/ha) see vähenes ja langes esimese niite saagis timuti 25...37% osatähtsuse korral nullilähedaseks. Timuti osatähtsuse suurendamisel oli tugevam mõju jaheda kevadega 2000. aastal. Teise ja kolmanda niite saagis oli kõrrelise mõju vähenenud, sest timutil oli ädalakasv aeglasem ja väiksem kui lutsernil. Timuti osatähtsuse suurendamisel ei olnud usutavat mõju rohusööda kuivaine seeduvusele ega metaboliseeruva energia sisaldusele.

Põldheinasegudes lisatakse punasele ristikule põldtimutit, et parandada taimiku seisukindlust, vältida tühikute umbrohtumist ja pikendada kasutusiga. Katteviljata külvide korral on otstarbekas võtta seemnesegusse külviaasta saagi suurendamiseks kiirestiarenevaid ja lühema kestusega kõrrelisi (üheaastane raihein või itaalia raihein).

Juulikul ja Olustveres korraldatud katsetes uuriti erinevate kõrreliste mõju külviaastal põldheinasegust saadud rohusööda toiteväärtusele.

Segukülvides arenes kõrrelistest kõige kiiremini üheaastane raihein, mille osatähtsus oli esimeses niites 37...41% ja teises niites 17...20%. Itaalia raihein jäi arengus eelmisest maha, kuid moodustas mõlema niite saagist 36...40%. Timuti ja ohtetu püsikluste osatähtsus oli saagis 15...30%.

Segukülvide külviaasta saak ületas punase ristiku puhaskülvi saaki (4,9...6,4 t/ha) üheaastase raiheina segusse võtmisel 26...32%, itaalia raiheina mõjul 16...30%, ohtetu püsiklustega 20...25% ja timutiga 13...25%.

Proteiini suuremad saagid saadi Juulikul segus ohtetu püsiklustega (1041 kg/ha) ja Olustveres segus üheaastase raiheina (923 kg/ha). Teistel variantidel puudus proteiinisaakide usutav erinevus.

Kõrreliste võtmine segusse vähendas rohu proteiinisaldust. Kõige suurem mõju oli raiheintel (proteiini esimeses niites < 14%). Segukülvide kuivaine toorkiusisaldus oli külviaastal enamasti alla 26%, mis vastab rohusöödale esitatud nõuetele. Ainult

üheaastase raiheina ja ohtetu püsikluste segude puhul oli esimeses niites toorkiusisaldus sellest suurem (29...30%).

Metaboliseeruva energia sisaldus oli punase ristiku puhaskülvis keskmiselt 10,6 MJ/kg, mis kõrreliste lisamisel vähenes ja oli segus üheaastase raiheinaga 9,8 MJ/kg. Kõrreliste mõjul vähenes ka rohu seeduva- ja metaboliseeruva proteiini sisaldus. Proteiini bilanss vatsas oli punase ristiku puhaskülvis kõrge (41 g/kg), kuid muutus segus kõrrelistega soodsamaks (12...20 g/kg).

Esitatud katseandmed tõendavad, et rohumaa viljeluse agrotehnoloogia abil on võimalik rohusööda toiteväärtust muuta kõrgetoodanguliste loomade nõuetele vastavaks ja lihtsustada söödaraatsioonide tasakaalustamist.

KIUSISALDUS ROHUSÖÖTADES JA SELLE MÕJU ORGAANILISE AINE SEEDUVUSELE

Rohusöötade koristamine toimub ajal, mil heintaimed kasvavad ja arenevad hoogsalt. Nende keemiline koostis, vegetatiivmass ja saadava sööda kvaliteet muutuvad pidevalt, kusjuures massi suurenemine ja sööda toiteväärtus on pöördvõrdelises seoses.

Keemilise analüüsi abil on võimalik kindlaks teha söötmisel kasutatavate rohusöötade väärtus. Söötade zootehnilise analüüsi (Weende skeem) oluliseks näitajaks on toorkiusisaldus, olles toiteväärtuse põhinäitajaks ja abivahendiks seedumatute ainete hindamisel söödas. Toorkiu fraktsioon koosneb põhiliselt ligniinist ja taimerakukesta polüsahhariididest (Oll, 1994). Vananenud taimes on ligniin seotud tselluloosiga ning see takistab viimase omastuvust, vähendades seega üldist orgaanilise aine seeduvust. Kõiki söötades leiduvaid toitefaktoreid omastavad loomad vaid osaliselt. Toorkiu seedekoefitsient sõltub suurel määral taime arengufaasist ning liigilisest koosseisust.

Söötade ja selles leiduvate toitefaktorite seeduvuse määramiseks viiakse läbi seedekatsed. Need on väga töömahukad ja seepärast on laiemalt levinenud seeduvuse määramine laboratoorsel teel (*in vitro* meetod). Selle meetodi rakendamiseks tuleb pida fistuliga varustatud loomi, et saada vatsavedelikku. Fistuleeritud loomade olemasolul on võimalik neid kasutada ka otseselt söötade näilise seeduvuse määramiseks (*in sacco* meetod).

Toiteväärtuse hindamiseks laboratooriumis on XX sajandi lõpus võetud kasutusele uus söötade fraktsioneerimise skeem. Van Soesti skeemis eristatakse kahesugust kiudu - happekiud (ADF) ja neutraalkiud (NDF), mis võimaldab saadud tulemuste alusel arvutada seeduvuse, söömuse ja relatiiivse söödaväärtuse. Vaatamata meetodite paljususele on rohusöötade seeduvuse kohta andmeid vähe. Pealegi ei lange erinevate meetoditega saadud tulemused kokku.

Tingimused ja meetodika

Uurimuses on kasutatud viie aasta (1993...1997) rohusöötade analüüsandmeid. Üksikute küsimuste täiendamiseks on juurde võetud ka autori poolt läbiviidud pikaajaliste katsete tulemusi. Kokku analüüsiti üle vabariigi kogutud 1160 rohusööda proovi. Kõikidest proovidest tehti zootehniline täisanalüüs EMVI keemialaboratooriumis. Samadest proovidest määrati orgaanilise aine seeduvus *in sacco* meetodil Juuliku katsefarmis. Proovi inkubeerimisaeg oli fistuleeritud lüpsilehma vatsas 24 tundi. Korraga inkubeeriti proov kahel lehmal.

Söötade toiteväärtuse analüüsid van Soesti skeemi järgi tehti EPMÜ taimebiokeemia laboratooriumis. Rohusöötadest analüüsiti karjamaarohtu, rohusilo ja heina. Kõige rohkem oli rohusilo proove, sest selle söödaliigi kohta on vabariigis andmeid veel vähe.

Saadud andmed süstematiseeriti botaanilise koosseisu järgi ja kasutati rohusöötade toorkiusisalduse muutuste selgitamisel. Orgaanilise aine seeduvuse ja toorkiusisalduse vaheliste seoste väljatoomiseks tehti andmete regressioonanalüüs, kus kasutati ruutfunktsiooni.

Uurimistöö tulemused

Karjamaarohu väärtus sõltus külvatud heinaseemnesegust, ilmastikust, väetamisest, karjamaa kasutamisest ja hooldamisest. Väärtusliku karjamaarohu kuivaines oli katseandmetel 17...22% proteiini ja 20...24% toorkiudu. Orgaanilise aine seeduvus ületas 70% ja metaboliseeruva energia sisaldus oli kõrreliesterohkel karjamaal 10,0...10,5 MJ/kg, valge ristiku- kõrreliste karjamaal 10,5...11,0 MJ/kg.

Analüüsitud söödaproovide keskmised näitajad nii häid tulemusi ei andnud (tabel 2).

Halvemad tulemused saadi seetõttu, et rohukamara botaanilises koosseisus oli vähe liblikõielisi, väetamine oli tagasihoidlik ja karjatamisperioodil söödeti loomi sageli vananenud karjamaarohuga. Andmete varieeruvus oli proteiinil 2,6 kordne

(10,6...27,2%), toorkiusisaldusel 1,6 kordne (18,2...288,8%), orgaanilise aine seeduvusel 1,4 kordne (57,8...81,0%).

Tabel 2. Analüüsitud rohusöötade keskmised näitajad

Näitajad	Aasta	Rohusöödad		
		karjamaarohi	rohusilo	hein
Kuivaines, %				
proteiin	1993	18,1	14,5	8,6
	1994	16,8	15,0	8,8
	1995	17,9	13,8	7,8
	1996	16,9	14,1	7,9
	1997	16,3	14,4	8,6
toorkiud	1993	24,2	27,0	29,6
	1994	23,4	27,6	28,4
	1995	24,4	29,8	30,4
	1996	24,2	28,2	30,9
	1997	24,9	30,6	33,4
seeduvus	1993	65,6	62,6	56,6
	1994	67,0	61,2	58,8
	1995	65,5	59,4	55,2
	1996	65,8	61,2	54,3
	1997	64,8	58,4	49,5

Kõrgema toorkiusisaldusega oli kõrrelisterohe karjamaarohi. Lämmastikväetiste vähesest kasutamisest tingituna kasvas rohi karjatamisküpseks liiga kaua. Kõrrelisterohe rohi vananeb märksa kiiremini kui valge ristiku- kõrreliste karjamaarohi. Viimase väärtus halveneb alles ristiku täisõitsemisel.

Karjamaarohu asendab talveperioodil rohusilo. Tabelis 2 esitatud keskmisi näitajaid iseloomustab väga suur varieeruvus, proteiinisaldusel 3 kordne (7,0...21,5%), toorkiusisaldusel 2,5 kordne (16,5...40,7%) ja orgaanilise aine seeduvusel 2 kordne (38,8...77,1%). Ülekaalukalt oli rohusilo tehtud vananenud materjalist, kus toorkiusisaldus oli liialt kõrge, proteiini vähe ja seeduvus madal.

Analüüsitud silod olid valdavalt madala kuivainesisaldusega (<30%). Väiksemad farmid kasutavad silo tegemiseks kasvava massi koristamise tehnikat. Rullsilotehnoloogia levikuga on viimastel aastatel rohusilode kuivainesisaldus suurenenud, sest selle tehnoloogia puhul närbub haljasmass vaalus enne pressimist.

Heinaks niidetakse heintaimi hilisemas arengufaasis (õitsemise algus või täisõitsemine). Kuigi toitainete sisaldus on sel ajal väiksem, kuivab see põllul hästi. Heinategu sõltub otseselt ilmast ja kui sobiv periood saabub liiga hilja (näit. 1996.a.) tuleb paratamatult koristada puitunud massi, kus kiusisaldus on kõrge.

Uurimisperioodi ilmastik ei soosinud varasemat heinategu ja seetõttu oli heina toiteväärtus tagasihoidlik. Keskmiste näitajate varieeruvus oli proteiinil 2,6 kordne (4,9...12,8%), toorkiul 1,5 kordne (23,5...36,3%) ja orgaanilise aine seeduvusel 1,4 kordne (42,4...61,5%). Võrreldes neid andmeid rohusilo näitajatega selgub, et ka kõige paremas heinas oli proteiini alla 13%, toorkiudu üle 23% ja seeduvus alla 62%, mis jääb rahuldava väärtusega rohusilo toiteväärtusest maha.

Kiusisalduse sõltuvus liigist

Rohusöötade tootmiseks kasutatakse meil peamiselt külvi teel rajatud mitmeaastaste heintaimede rohukamaraid ja sellest tulenevalt on võimalik rohumaade ümberrajamisel muuta nende liigilist koosseisu.

Karjamaadel on kasutusel põhiliselt kahte tüüpi rohukamaraid; need on valge ristiku -kõrreliste ja kõrreliste-rohked taimikud. Valge ristik avaldab suurt mõju karjamaarohu keemilisele koostisele. Üldtuntud on valge ristiku positiivne mõju proteiinisaldusele.

Toorkiusisaldus on valges ristikus tunduvalt väiksem (kuivaines 13...20%) kui kõrrelistes heintaimedes. Valge ristiku mõju karjamaarohu keemilisele koostisele ei ole vegetatsiooniperioodi vältel ühesugune. Massilisema levikuga on valge ristik kolmanda ja neljanda karjatamisringi ajal ning kui sel ajal esineb piisavalt sademeid on tema mõju karjamaarohu toorkiusisaldusele suve teisel poolel ligikaudu kaks korda suurem kui suve esimesel poolel.

Valge ristiku optimaalne sisaldus (30...50%) pidurdab rohu kiiret vananemist ja sellega kaasnevat seeduvuse langust. Katsetes vähenes seeduvus kevadise karjatamise hilinemisel valge ristiku-kõrreliste karjamaal 76% lt 73% le, kõrreliste karjamaal aga 73% lt 64% le.

Rohusöötade toiteväärtuse hindamisel van Soesti skeemi järgi oli uuritud heintaimedest kõige väärtuslikum valge ristik (tabel 3). Keemilise koostise alusel peaaegu samaväärseks võib pidada ka hilise punase ristiku ädalat, kuid kõrgema neutraalkiu (NDF) sisalduse tõttu jääb toiteväärtus veidi väiksemaks.

Tabel 3. Heintaimede toiteväärtus van Soesti skeemi järgi

Heintaime liik	Arengu faas	Kuivaine koostis, %			
		proteiin	NDF	ADF	seeduvus
Valge ristik	Õitsemine	18,9	31,8	27,2	67,7
Hiline p ristik	Õitsem algus	14,8	38,6	25,5	69,0
Hiline p ristik	2. niide	18,6	35,0	27,0	67,8
Varane p ristik	Õitsemine	13,3	47,8	33,4	62,8
Varane p ristik	2. niide	14,5	41,7	28,8	66,5
Timut	Õitsemine	6,1	57,3	34,8	61,8
Timut	2. niide	16,1	53,2	31,0	64,8

Varajase punase ristiku toiteväärtus on väiksem, sest kiirema arengu tõttu läheb ta hilisest punasest ristikust varem õitsema. Koristus toimub enamasti täisõitsemisel ja siis on kuivaines NDF ja ADF sisaldus suurem. Varane punane ristik õitseb ka ädalas ja kiudaineid on siis rohkem. Timuti koristamisel õitsemise faasis saadi rahuldava väärtusega sööt, toorkiusisaldus ja NDF olid kõrgemad ning seeduvus madalam kui liblikõielistes heintaimedes.

Toorkiuisalduse optimaalseks näitajaks peetakse rohusöö-tade kuivaines 14...26%. Nimetatud tase oli karjamaarohus. Rohusilodest oli optimaalse toorkiuisaldusega lutserni ja punase ristiku silod kui need tehti õiepungade moodustumise faasis või õitsemise algul. Kõrrelistest valmistatud rohusilode toorkiuisaldus ületas optimaalse taseme ja oli sageli üle 30%. Kõrreliste taimikud annavad madalama toorkiuisaldusega silo siis kui koristustööd toimuvad juuni esimesel dekaadil (Kaldmäe jt. 1997). Optimaalse aja ületamisel tuleb arvestada sellega, et heintaimede vananedes suureneb toorkiuisaldus liblikõielistes 0,4% ja kõrrelistes 0,5% päevas.

Lutsern on tuntud kõrge toiteväärtuse poolest, kuid toorkiuisaldus suureneb ka selles taimes kiiresti. Juba õiepungade moodustumise faasis võib mõnel aastal lutserni kuivaine toorkiuisaldus ületada 26% piiri (Lillak,1994).

Kõrge toiteväärtusega rohusööda saamiseks ädalast ei tohiks kõrreliste kasvuperiood II niite ees ületada 45...60 päeva, sõltuvalt liigist. Ristikurohkeid ädalaid võib koristada kuni 70 päeva pärast. Toorkiuisaldust hinnates peaks kasvuperiood olema lühem. Juuliku katsefarmi söötmiskatseteks sileeriti varase punast ristikut, mis kasvas ainult 50 päeva pärast esimest niidet ja siis oli toorkiuisaldus alla 26% (Tamm,1997).

Seeduvuse määramisest selgus, et vähese toorkiuisaldusega noorest rohust saadud söödad (karjamaarohi, liblikõielisterohke silo) seedusid paremini kui vanematest heintaimedest varutud söödad (hein, kõrreliste silo). Sellest tulenevalt on regressioonanalüüsil muutuva suurusena (x) kasutatud rohusöötade toorkiuisaldust (kuivaines %). Viimast on tugeva faktorina tunnustanud ka teised teadlased.

Regressioonanalüüsiks rühmitati rohusöötade toorkiu ja seeduvuse näitajad söödaliigist ning liigilisest koosseisust lähtudes. Regressioonivõrrandid on esitatud tabelis 4.

Tähelepanuvääriv on see, et kõikidel liblikõielistest saadud söötadel saadi regressioonvõrrandite positiivne ruutfunktsiooni kordaja, kuid kõrrelistel oli see negatiivne. Tugeva seose andis toorkiuisaldus orgaanilise aine seeduvusega karjamaarohu, kõrrelisterohke rohusilo ja heina korral ($R^2=0,7$). Veidi nõrgem oli seos ($R^2=0,5$) liblikõielistest saadud rohusilo korral. Van

Soesti skeemi rakendamisel arvutatakse seeduvus ADF näitaja järgi.

Tabel 4. Rohusöötade orgaanilise aine seeduvuse sõltuvus nende toorkiisisaldusest (TK)

Rohusöödad	Regressiooni- võrrandid	R ²
Karjamaarohi: valge ristiku-kõrrel	132,8-4,107 TK + 0,055 TK ²	0,76
kõrrelisterohke	85,6-0,491 TK - 0,013 TK ²	0,75
Rohusilo:		
lutsern	130,2-3,823 TK + 0,050 TK ²	0,53
punane ristik	122,0-3,521 TK + 0,051 TK ²	0,47
kõrrelised	94,0-1,124 TK - 0,002 TK ²	0,69
Hein	79,5-0,345 TK - 0,015 TK ²	0,70

Kirjandus

Kaldmäe, H., Karis, V., Kärt, O. Optimaalse silotegemise aja määramine heintaimede proteiini- ja toorkiisisalduse alusel. APS-i Toimetised 3. Tartu, 1997. lk. 14-17.

Lillak, R. Hübriidlutsernirohke rohumaa fütoproduktiivsuse kujunemine.- Filosoofiadoktori väitkirja referaat. Tartu, 1994.-23 lk.

Oll, Ü. Söötmissõpetus.- Tallinn, Valgus. 1994. -303 lk.

Tamm, U. Ristikusilo maksimaalne söötmine lehmadele.- APS-i Toimetised 3. Tartu. 1997. lk. 76...79.

RAJAMISVIISI JA VÄETAMISE MÕJU ROHUMAA SAAGILE JA SELLE TOITEVÄÄRTUSELE

Kasutusaastate kestel toimub rohumaadel botaanilise koosseisu muutumine saagi ja söödaväärtuse seisukohalt halvenemise suunas. Kultuurkoosluste hõrenemisel ilmuvad taimikusse mitmesugused kõrreliste vähemväärtuslikud looduslikud madalamasaagilised liigid ja umbrohud. Taimikud, kus rohundite osakaal ületab juba 30%, on otstarbekas uuesti rajada (Selge, 1999).

Rohumaade rajamisviise on kasutusel mitmeid, kuid kõige efektiivsemaks on osutunud uuskülv (Selja, 1939, Viiralt, 1996). Vana rohukamara hävitamiseks ja mulla ettevalmistamiseks heinaseemnete uuskülviks on soovitatud kündi (Selge, Viiralt, 1999), mille kõrval on hakanud levima üldhävitava toimega glüfosaate sisaldavate herbitsiidide kasutamine.

Määrav osa rohumaade saagi kujundamisel on väetamisel, kusjuures olulist mõju saagi kvaliteedile avaldab rohukamara botaaniline koosseis. Kõrreliesterohked rohumaad vajavad saagi moodustamiseks palju lämmastikku, mille kõrval ka teised väetised on vajalikud (Tamm, 1992). Käesolev uurimus käsitleb ümberkänniga ja künnita uuskülvi, kõrreliste liikide ja segude ning väetamise hindamist rohumaade saagi ja sealt varutud rohusööda toiteväärtuse alusel.

Tingimused ja meetodika

Uurimuses on kasutatud Olustvere katsejaamas 1998-2000. aastal mineraal- ja turvasmullal läbiviidud komplekskatsete tulemusi. Üks katse rajati nõrgalt leetunud liivsavi mullal, mille huumusesisaldus künnikihis oli 2,0%, pH_{KCl} 5,6, laktaatlahustuva P sisaldus 39 ja K sisaldus 104 mg 1 kg mullas. Teine katse korraldati hästilagundunud madalsoomullal, kus pH_{KCl} 5,7, laktaatlahustuva P sisaldus oli 36 ja K sisaldus 210 mg 1 kg mullas. Ümberrajamisele võetud rohukamaad olid umbrohtunud ja vähese arvu kultuurliikide sisaldusega. Mineraalmullal (vanus 6 a.) oli külvatud liikidest taimikus vähesel määral timutit ja harilikku aruheina, rohkesti levis harilikku orasheina. Rohundid (võilill, raudrohi, sügisene seanupp, hanijalg jt.) andsid üle 40% saagist.

Turvasmullal paiknenud rohumaad kasutati niiduna juba 10 aastat. Ülekaalukalt oli rohustus aasurmikat ja harilikku orasheina, millele lisandus üle 50% rohundeid (kõrvenõges, tulikas, harilik kollakas jt.).

Rohumaa rajamise viisidest olid võrdluses uuskülv pärast vana rohukamara ümberküüdi ja uuskülv pärast herbitsiidiga Raundup (4 l/ha) pritsimist (ümberkünnita). Külvieelsel mullaharimisel kasutati nuga-äket, kultivaatorit koos libisti ja rulliga ning turvasmullal randaali. Külv tehti kitsarealise külvikuga 13. juulil 1998. a.

Mineraalmullal külvati karjamaa raiheina sordid (Montagne ja Moronda) võrdluse timuti (*Jõgeva 54*) ja hariliku aruheina (*Jõgeva 47*) seguga. Turvasmullal kasvatati päideroogu (sordid Venture ja Palaton) puhaskülvis.

Väetisfoonidest oli katses kõikidel rohukamaratel ja rajamisvõtetel kasutusel väetamata, lämmastikväetise (N_{100+60}) ja kompleksväetise ($N_{100+60} P_{22} K_{42}$) foon. Väetisteks olid ammooonium salpeeter ja Kemira POVER 18.

Kõik katsevariandid koristati üheaegselt kaheniitelisena. Esimene niide toimus juuni II dekaadil, teine niide tehti 70 päeva pärast s.o. augusti III dekaadil. Rohuproovid kuivainesisalduse ja keemilise koostise määramiseks võeti nelja korduse keskmisena. Rohuproovidest tehti zootehniline täisanalüüs (Weende skeem) EMVI laboris. Lisaks sellele määrati kõikidest proovidest orgaanilise aine seeduvus *in sacco* meetodil Juuliku katsefarmis. Saadud andmete alusel arvutati metaboliseeruva energia (ME) sisaldus (Oll, Tõlp, 1997).

Ilmastikutingimused olid katseaastatel erinevad. Külviaasta oli sademeterohke ja suvise külvi jaoks soodus (sademeid juulis 108 mm). Külvijärgsed talvitumistingimused olid jaanuaris sulanud lume ja seejärel tekkinud jääkooriku tõttu heintaimede ebasoodsad.

1999. aasta vegetatsiooniperiood oli põuane (sademeid 76% paljuaastate keskmisest). Mais oli soojust ja sademeid vähe. Juunis tulnud soojuse mõjul heintaimede kasv ja areng hoogustus, kuid I niite saak jäi väikeseks. Juuli ja augusti põua tõttu (sademeid 56% paljuaastate keskmisest) jäi ädalakasv väheseks. Sademete vähesusele lisandus paljuaastate keskmisest 3°C kõrgem

õhutemperatuur ja ädalakasv pidurdus ka madalsoos. 2000. aastat võis lugeda soodsaks, sademeid tuli vähe (85% paljuaastate keskmisest), kuid ühtlaselt ja põuaperioodid olid lühikesed (mai I dek., augusti II dek.). Rohkesti oli sademeid juulis (133% paljuaastate keskmisest), mis soodustas ädalakasvu teise niite saamiseks.

Katsetulemused ja nende arutelu

Rajamisviisist tulenevad saagi erinevused ei olnud katseandmete alusel mineraalmullal usutavad (tabel 5). Karjamaa raiheina talvekahjustused vähendasid saaki, seepärast oli timuti - hariliku aruheina segukülv saagikam.

Väetamine oli rohumaal tugeva mõjuga. Väetisi kasutamata jäi kõrreliste taimik kiduraks ja umbrohtus kiiresti. Loodusliku mullaviljakuse arvel saadi mineraalmullal rohumaalt katsete keskmisena 2,4 t/ha kuivainet.

Tabel 5. Rohumaa saak sõltuvalt väetamisest mineraalmullal ümberkänniga rajamisel

Väetamine	Aasta	KA t/ ha	TP kg/ ha	ME GJ/ha
		<i>Karjamaa raihein / Lolium perenne</i>		
Väetamata	1999	1,74	169	16,1
	2000	2,38	242	22,4
N ₁₆₀	1999	4,19	507	36,4
	2000	6,51	807	58,3
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	1999	5,18	658	46,8
	2000	8,06	1032	72,7
Keskmine		4,68	569	42,1

Timuti ja hariliku aruheina segukülv/ *Phleum pratense*+
Festuca pratensis

Väetamata	1999	3,18	267	25,9
	2000	3,10	301	28,7
N ₁₆₀	1999	7,03	752	59,0
	2000	8,52	938	75,7
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	1999	7,81	914	70,7
	2000	10,93	1224	99,4
Keskmine		6,76	733	59,9

Lämmastikväetise mõjul suurenes saak 2,7 korda (6,6 t/ha) ja kompleksväetise toimetel 3,3 korda (8,0 t/ha), kusjuures katses olnud rohukamarad reageerisid väetamisele suhteliselt samaväärselt. Väetiste efektiivsus oli kõrge (26 kg KA 1kg N kohta ja 24,9 kg KA 1 kg NPK kohta).

Tabel 6. Rohumaa saak sõltuvalt väetamisest mineraalmullal rajamisel ilma künnita

Väetamine	Aasta	KA t/ha	TP kg/ha	ME GJ/ha
<i>Karjamaa raihein / Lolium perenne</i>				
Väetamata	1999	1,65	165	15,5
	2000	2,42	249	22,7
N ₁₆₀	1999	4,76	557	43,3
	2000	6,10	738	55,6
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	1999	5,57	641	50,1
	2000	8,54	982	77,4
Keskmine		4,84	555	44,1

Timuti ja hariliku aruheina segukülv/ *Phleum pratense*+ *Festuca pratensis*

Väetamata	1999	2,32	222	20,3
	2000	2,40	235	21,1
N ₁₆₀	1999	6,58	704	58,2
	2000	8,36	920	77,3
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	1999	7,09	752	59,4
	2000	10,74	1246	96,7
Keskmine		6,25	680	55,5

Turvasmullal oli päideroo taimikuga rohumaa saak võrreldes liivsavi mulla timuti ja hariliku aruheina segukülviga ümberkänniga rajamisel madalam, kuid künnita harimisel samaväärne (tabel 7 ja 8).

Tabel 7. Rohumaa saak sõltuvalt väetamisest turvasmullal ümberkänniga rajamisel

Väetamine	Aasta	KA t/ha	TP kg/ha	ME GJ/ha
Väetamata	1999	3,43	631	32,2
	2000	4,25	800	40,8
N ₁₆₀	1999	4,20	882	41,2
	2000	5,26	1126	52,9
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	1999	5,84	1168	57,0
	2000	9,36	1891	92,2
Keskmine		5,39	1083	52,7

Tähelepanuväärne on turvasmullal paikneva rohumaa suurem saak väetamata alal (keskmiselt 4,0 t/ha). Võrreldes mineraalmullaga oli väetiste efektiivsus turvasmullal madalam. Eriti väike efektiivsus oli turvasmullal lämmastikväetisel, mille mõjul suurenes saak 1,2 korda (6,2 kg KA 1kg N kohta). Kompleksväetis oli lämmastikväetisega võrreldes seevastu suurema mõjuga (18,7 kg KA 1 kg NPK kohta).

Rajamisviisist (küнд ja künnita harimine) tulenev erinevus ei olnud saagiandmete alusel usutav. Rohumaa kaheniitelisel kasutamisel jäi sööda toiteväärtus esimeses niites mineraalmullal väiksemaks kui 9 MJ/kg, kuid turvasmullal ületas seda (tabel 9). Teise niite rohi oli parema seeduvusega ja kõrgema toiteväärtusega, sest ädalad on kõrtevaesed ning sisaldavad vähem kiudu.

Tabel 8. Rohumaa saak sõltuvalt väetamisest turvasmullal ilma künnita rajamisel

Väetamine	Aasta	KA t/ha	TP kg/ha	ME GJ/ha
Väetamata	1999	4,11	629	38,8
	2000	4,40	757	42,5
N ₁₆₀	1999	4,98	946	48,2
	2000	5,70	1140	57,3
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	1999	7,61	1294	73,8
	2000	10,10	1959	99,0
Keskmine		6,15	1121	59,9

Karjamaa raihein on teistest kõrrelistest parema seeduvusega ja kõrgema toiteväärtusega, kuid selles katses realiseerus see vähemal määral. Põhjuseks oli oluline taimiku talvekahjustus ja ekstensiivne kasutus. Väetamata alal ilmnis parem seeduvus ja kõrgem toiteväärtus kiuvaesemate rohundite ja loodusliku valge ristiku mõjul.

Tabel 9. Rohusööda toiteväärtus sõltuvalt väetamisest ja liigilisest koosseisust künniga rajamisel

Väetamine	Niide	TP%	Seed %	ME MJ/kg
<i>Karjamaa raihein/Lolium perenne</i>				
Väetamata	I	9,2	60	9,2
	II	9,9	61	9,4
N ₁₆₀	I	12,8	55	8,6
	II	10,0	63	9,0
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	I	13,4	57	8,8
	II	11,0	64	9,7
<i>Timuti-hariliku aruheina segu/Phleum pratense+Festuca pratensis</i>				
Väetamata	I	8,1	51	7,8
	II	9,1	60	9,1
N ₁₆₀	I	10,8	52	8,0
	II	10,2	64	9,8
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	I	10,1	51	7,8
	II	10,6	64	9,9
<i>Päideroog/Phalaris arundinacea turvasmullal</i>				
Väetamata	I	19,4	57	9,1
	II	17,5	63	10,1
N ₁₆₀	I	21,4	59	9,4
	II	19,3	67	10,7
N ₁₆₀ P ₂₂ K ₄₂	I	20,4	58	9,3
	II	19,8	67	10,5

Proteiinisisaldus paranes väetamise mõjul, kuid oli mineraalmullal suhteliselt madal. Kasutatud lämmastikuannused (N 100+60) suurendasid küll saaki, kuid pika kasvuaja (60...70 päeva) jooksul rohi vananes ja proteiinisisaldus langes. Turvasmullal, mis oli lämmastiku poolest rikkam kui mineraalmuld, oli rohu proteiinisisaldus märgatavalt kõrgem ja suurenes väetamise mõjul veelgi.

Mineraalmullal ei avaldanud rajamise erinevad võtted (küнд võrreldes Raundupiga) usutavat mõju rohusööda proteiinisisaldusele ja toiteväärtusele. Turvasmullal oli proteiinisisalduse erinevus rajamisviisist tulenevalt olemas. Ümberkänniga alal oli lämmastiku vabanemine turbast parem kui künnita alal ja see suurendas ka rohu proteiinisisaldust.

Mineraalainete sisaldus oli väetamata rohumaa saagis madal (P 2,0...2,4, K 11...19, Ca 8...9 mg/kg) ega muutunud oluliselt ka lämmastikväetise mõjul. Kompleksväetise toimel suurenes sööda fosfori ja kaaliumisisaldus (P-2,5...2,9, K-15...25 mg/kg). Turvasmullal, mis on mineraalainete poolest vaesem kui liivsavi-muld, olid muutused määratud elementide sisalduse osas rohusöödas väetamise mõjul ulatuslikumad.

Olustvere katsejaamas 1998...2000. a. korraldatud rohumaa rajamisviiside ja väetamise komplekskatsete tulemustest selgus järgmist.

1. Rajamisviisist tulenevad rohumaa saagi erinevused ei olnud mineraal- ja turvasmullal katseandmete alusel usutavad.
2. Rohumaa saagi usutav erinevus avaldus kõrreliste liigilise koosseisu mõjul. Parima tulemuse andis timuti-hariliku aruheina segukülv kompleksväetise kasutamisel (kuivaine saak 9,1 t/ha). Karjamaa raiheina saaki vähendasid talvekahjustused (saak 6,8 t/ha).
3. Väetiste efektiivsus oli rohumaal kõrge. Huumusevaesel liivsavimullal suurenes saak N₁₆₀ mõjul 2,7 korda (26 kg KA 1 kg N kohta) ja kompleksväetise toimel 3,3 korda (24,9 kg KA 1 kg NPK kohta). Turvasmullal oli väetiste efektiivsus väiksem (1 kg N kohta 6,2 kg ja 1 kg NPK kohta 18,7 kg).

4. Karjamaa raiheina proteiinisaldus ja toiteväärtus olid paremad kui timuti-hariliku aruheina segukülvil. Rohusööda metaboliseeruva energia sisaldus oli väetatud mineraalmullal esimeses niites alla 9 MJ/kg, turvasmullal aga kõrgem (9,3 MJ/kg). Ädalate söödaväärtus oli esimese niite omast kõrgem.
5. Proteiinisaldus oli kõige kõrgem turvasmullal ümberkänniga rajatud rohumaal kasvanud taimedes (19...21%). Ilma künnita rajamisel oli proteiinisaldus söödas väiksem (17...20%).
6. Kompleksväetise kasutamisel suurenes rohusöödas mineraalainete sisaldus, kuid neid oli turvasmulla rohumaasaagis siiski vähem kui mineraalmullal kasvamisel.

Kirjandus

- Oll, Ü., Tõlp, S. Söötade energiasalduse arvutamise juhend koos abitabelitega. – Tartu, 1997. – 83 lk.
- Selja, H. Mida teha põua all kannatanud rohumaadega? – Põllumajandus nr. 37, lk. 787...789, 1939.
- Selge, A. Olemasolevate rohumaade seisukorra hindamine ja enamlevinud rohundid. – Loodushoidlikud rohumaad, lk. 67...74, Jäned, 1999.
- Selge, A., Viiralt, R. Rohumaade rajamine uuskülviga. – Loodushoidlikud rohumaad, lk. 91...97, Jäned 1999.
- Tamm, U. Rohumaade väetamine. – Väetised ja nende kasutamine, lk. 78...82. Tallinn, 1992.
- Viiralt, R. Rohumaade rajamine, väetamine ja kasutamine. – Sööda tootmine piimakarjale, lk.15...45, Tartu, 1996.

LÄMMASTIKVÄETISE MÕJU ROHUSÖÖTADE TOITEVÄÄRTUSELE

Rohusöötasid kasutatakse veiste, lammaste ja hobuste söötmisel aastaringselt. Rohusöötade toiteväärtus varieerub väga ulatuslikult ja sõltub paljudest faktoritest. Olulisemad nendest on liigiline koosseis, heintaimede vegetatiivosade vanus ja väetusfoon.

Viimastel aastatel on suurt rõhku pööratud liblikõieliste heintaimede viljelemisele. Ristikute ja lutsernide kasvatamisel saadakse ilma lämmastikväetisi kasutamata väärtuslikku rohusööta nii suveks kui talveks.

Nende kõrval kasutatakse ulatuslikult ka kõrrelisterohkaid rohukamaraid. Kõrrelised heintaimed saavad oma lämmastikutarvet katta mullavarudest vabaneva lämmastiku ja mineraal- ning orgaaniliste väetistega antava lämmastikuga.

Eesti mullad on valdavalt toitainetevaesed ja ilma lämmastikväetisteta saadakse kõrrelisterohketelt rohumaadelt väike ja madala toiteväärtusega saak. Lämmastikväetiste kasutamisel, eriti suuremates annustes on kujunenud probleemtekitavaks rohu kvaliteedi säilitamine.

Arvukates uurimustes lämmastikväetiste kasutamise kohta esitatakse põhiliselt andmed saagi suuruse muutuste kohta, millele lisandub kvaliteedinäitajadena proteiini-, toorkiu- ja üksikute mineraalelementide sisaldus.

Lämmastikväetiste kasutamisega seondub ka toorproteiini aminohappelise koostise ja mittevalguliste lämmastikuühendite uurimine. Nimetatud küsimuste kohta on andmeid suhteliselt vähe ja määramised on tehtud põhiliselt põllukultuuride või kultuurniitude osas. Karjamaarohu kasutatakse võrdlemisi noorelt ja seal on nende küsimuste uurimine vajalikum. Kõiki rohusöötades leiduvaid toitefaktoreid omastavad loomad vaid osaliselt. Keemilisel analüüsil määratud toitainete sisaldusele lisaks on vaja teada kui palju loom söötades olevatest toitefaktoritest ära seedib. Selle tarvis kasutatakse kirjanduses avaldatud seedekoeffitsiente (Oll jt. 1974). Kuidas mõjub lämmastikväetis rohusöötade toiteväärtusele, selle kohta puudub ühtne arvamus. Nimetatud küsimuses püüabki alljärgnev uurimus täiendust anda.

Materjal ja meetodika

Uurimuses on kasutatud 1993...1997.a. EMVI rohumaaviljeluse ja söötade osakonnas läbiviidud pikaajaliste katsete tulemusi. Aluseks on võetud karjamaal ja niidul lämmastikväetisega (ammooniumsalpeeter) läbiviidud mitmefaktoriliste väetuskatsete andmed. Kõrrelisterohkel karjamaal uuriti lämmastikväetise erinevate annuste (N60 ja N100 kolmel korral) mõju karjamaarohu saagile ja selle toiteväärtusele sõltuvalt karjatamise algusest kevadel.

Esimene karjatamise algus tehti heintaimede võrsumise faasis kui kuivaine saak oli 1,2...1,8 t/ha. Teine karjatamise algus oli esimesega võrreldes 7 päeva hiljem (kuivainet 2,0...2,8 t/ha) ning kolmas 14 päeva hiljem (kuivainet 3-3,7 t/ha). Järgnevatel karjatamisringidel määrati saak karjatamiseks vajaliku rohutagavara (kuivainet 1,4...2,5 t/ha) olemasolul. Esimese karjatamise erineva alguse tõttu toimus saagi määramine eri aegadel, kuid väetusfoonide osas samal ajal. Varajane karjatamise algus võimaldas teha viis karjatamisringi, keskmise ja hilise alguse korral neli ringi.

Karjamaakatsed viidi läbi Juulikul tüüpilisel kamar-karbonaadmullal. Kultuurkarjamaa rohukamar koosnes kõrrelistest heintaimedest, kus ülekaalus olid kerahein ja karjamaa raihein. Katsealale loomad ei pääsenud ja saagiarvestust tehti niiteliselt.

Kultuurniidul rohusaagi toiteväärtusele lämmastikväetise erinevate annuste mõju uurimisel kasutati Olustvere katsejaamas vanemteadur T. Valguse poolt läbiviidud ammoniumsalpeetri ökoloogiliselt lubatavate normide katsetest saadud proove. Katsetes olid kasutuses ühekordsed annused (N 30-120) ja jaotatud kogused (N 30-120 iga niite eel). Põldtimuti taimikul tehti kõikide väetusvariantide saagiarvestus samaaegselt. Kokku koristati kolm niidet. Üks katse paiknes mineraalmullal, teine sama skeemi kohaselt aga turvasmullal.

Kõikidest rohuproovidest tehti zootehniline täisanalüüs (Weende skeem) EMVI keemialaboratooriumis. Lisaks sellele määrati kõikidest proovidest ka orgaanilise aine seeduvus *in sacco* meetodil Juuliku katsefarmis. Proovi inkubeerimisaeg oli fistuleeritud lüpsilehma vatsas 24 tundi. Korruga inkubeeriti proove kahel lehmal.

Uurimuses käsitletakse ka kõrrelisterohke karjamaarohu lämmastikuvormide muutusi suvekuudel sõltuvalt lämmastikväetise kogusest. Magister P. Rausbergi poolt määrati mitmete lämmastikühendite, kaasaarvatud aminohapete sisaldus ja nende muutumine rohu erinevas vanuses. Proovide üldine lämmastikusisaldus leiti toorproteiini ja nitraatlämmastiku summeerimise teel. Mittevalguline lämmastik ja teised lämmastikühendid saadi toorproteiini ja aminohapete lämmastiku vahest. Kõik analüüsitulemused on väljendatud kuivaine kohta.

Katsetulemused

Kultuurkarjamaadel kasutatakse rohtu põhiliselt heintaimede võrsumise faasis (rohu vanus 15-30 päeva sõltuvalt ädala kasvukiirusest). Rohumassi kasvukiirus on alati suurem suve esimesel poolel. Rohu juurdekasvu saab mõjutada lämmastikväetiste kasutamisega, lämmastikväetised mõjutavad rohukamara botaanilist koosseisu, muutub saagi keemiline koostis ja suureneb produktiivsus.

Karjamaarohu toiteväärtus on kõrge, see sisaldab kõiki loomadele vajalikke toitefaktoreid. Eriti hinnatav on karjamaarohu kõrge proteiinisaldus. Varajane karjatamise algus (I) võimaldas saada kogu suveks hea proteiinisaldusega karjamaarohu (tabel 10). Karjatamise alguse hilinemisel (II ja III) vähenes proteiinisaldus rohus.

Lämmastikväetise mõõdukate annuste (N60) kasutamisel suurenes kuivaine saak üle 2 korra, kuid proteiinisaldus eriti ei muutunud. Tugevamal väetamisel (N100) suurenes kuivaine saak 2,5...3,1 korda, kusjuures sellega kaasnes ka proteiinisalduse tõus. Lämmastikväetise mõjul toimunud toorkiusalduse mõningane tõus oli tingitud rohukamara botaanilise koosseisu muutustest. Lämmastikväetise mõjul kujunes kõrrelisterohke rohukamar, millest kadusid liblikõielised ja vähenes rohundite osatähtsus. Nimetatud liikiderühmad on toorkiuvaesemad.

Tabel 10. Karjamaarohu saak, keemiline koostis ja toiteväärtus sõltuvalt karjatamise algusest ja lämmastikvætisest

Saak ja kvaliteedinäitajad	Esimese karjatamise aeg ja väetamine								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	N ₀			N ₁₈₀ (3 X 60)			N ₃₀₀ (3X 100)		
Kuivaine saak, t/ha	3,9	3,7	4,3	8,3	8,9	9,8	9,9	11,6	12,1
Proteiin, %	16,6	13,4	13,3	14,0	13,8	13,2	15,7	14,9	14,4
Toorkiud, %	22,7	23,4	24,0	25,8	26,0	27,9	24,5	25,8	27,0
Orgaanilise aine seeduvus, %	68,5	67,0	65,0	67,1	63,1	60,9	66,6	64,8	63,5
Metabolis. energia, MJ/kg KA	10,1	9,8	9,7	10,4	9,8	9,6	10,5	10,1	9,9

Katseandmetest selgus, et esimese karjatamise aeg oli kvaliteedinäitajatele suurema mõjuga faktor kui lämmastikväetise annus. Orgaanilise aine seeduvus vähenes kevadise karjatamise hilinemisel, kusjuures lämmastikväetise erinevate annuste kasutamine (N60 või N100 kolmel korral) ei mõjutanud oluliselt karjamaarohu seeduvust. Üksikuid erinevusi saab seostada samuti muutustega rohukamara botaanilises koosseisus.

Karjamaarohu kuivaine metaboliseeruva energia sisaldus oli varajase karjatamise alguse korral suhteliselt kõrge ja ei erinenud mõõdukalt väetamisel kirjanduses avaldatud andmetest (Oll, 1993). Tugevasti väetatud karjamaarohu kuivaine metaboliseeruva energia sisaldus oli praktiliselt samaväärne mõõdukalt väetatud rohuga, kuigi kirjanduses märgitakse energiasisalduse tõus. Lahkuminekuud võivad olla tingitud määramiseks võetud rohu erinevast vanusest. Selle katse andmetel vähenes karjatamise hilinemisel kuivaine metaboliseeruva energia sisaldus, kuid väetamise mõjul tõepäraseid muutusi ei toimunud.

Rohuproovide keemiline analüüs näitas, et aminohapete ja teiste lämmastikuühendite sisaldus kuivaines sõltus oluliselt antud lämmastikväetise kogusest ja rohu vanusest (tabel 11).

Võrreldes mõõduka väetamisega suurenes kõrgemal väetamisfoonil kasvanud sama vanusega rohu aminohapete summaarne sisaldus ja ka üldine lämmastikusisaldus võrdväärselt.

Rohu vananedes kahanes kuivaine aminohapete sisaldus 1,4...1,6 korda ja kogu N-sisaldus 1,5...1,7 korda. Nitraatlämmastiku sisaldus oli maksimaalne noores rohus ja see vähenes rohu vananedes. Tugevamal väetamisel (N 100) oli nitraate rohus rohkem ja nitraatide kõrgem sisaldus püsis seal kauem. Samasuunalist nitraatidesisalduse dünaamikat leiti ka varasemas uurimuses (Tamm jt. 1988).

Uurides proteiini koostist selgus, et see ei muutunud olenevalt rohu vanusest ja väetusnormist. Mõlemal lämmastikufoonil oli rohus aminohappeid üldlämmastikust 52,8-54,5%.

Tabel 11. Karjamaarohu lämmstikuvormide sisaldus (N% KA-s) sõltuvalt lämmastikväetise annusest ja rohu vanusest

Lämmastiku vormid	N ₆₀			N ₁₀₀		
	Rohu vanus päevades					
	15	20	27	15	20	27
Toorproteiin	4,3	3,2	2,7	4,4	3,6	3,0
Aminohapped	2,4	1,8	1,5	2,5	2,0	1,9
Amiidid ja teised N ühendid	1,8	1,4	1,2	1,9	1,6	1,1
Nitraadid	0,23	0,03	0,02	0,25	0,20	0,10
N-ühendite summa	4,5	3,2	2,7	4,6	3,8	3,1

Asendamatute aminohapete protsent kõigist määratud aminohapetest oli 40-45%. Aminohapete summaarse sisalduse erinevusi rohu vanuse või lämmastikunormidega seostada ei olnud võimalik. Kultuurniitude alastes uurimustes märgitakse samuti, et rohke lämmastikväetis ei põhjusta soovimatuid muutusi rohu amiinohappelises koostises (Mela, Rand, 1988).

Karjamaarohuga on võrreldavad ka kultuurniitude 2. ja 3. niide. Heintaimed on siis samuti võrsumise faasis, kuid neid niidetakse veidi hiljem (rohu vanus 40-60 päeva). Olustvere katsejaamas korraldatud katsetes, kust analüüsitud rohuproovid võeti, kasvas ädal 2. niiteks 52 päeva ja kolmandaks niiteks 61 päeva. Suhteliselt pikk kasvuperiood oli tingitud sademetevaesest sügisest.

Juulikuust septembri lõpuni tuli sademeid ainult 58% pikaajalisest keskmisest. Esimese niite ajal oli timuti kuivaine juurdekasv päevas mõõdukal väetamisel 79 kg/ha ja tugeval väetamisel 92 kg/ha. Teise niite ajal olid need näitajad vastavalt 44 ja 58 kg/ha ning kolmanda niite 30 ja 41 kg/ha.

Samasuure saagi saamisel kulus tugeval väetamisel esimese niite ajal 8 päeva vähem aega kui mõõdukal väetamisel. Teise niite ajal oli erinevus vastavalt 12 päeva ja kolmanda niite ajal 16 päeva. Noorema rohu toiteväärtus on tunduvalt kõrgem ja selle kaudu avaldub lämmastikväetise mõju rohu toiteväärtusele kõige enam.

Katseandmetest selgub, et mõõdukal väetamisel suureneb lämmastikväetise mõjul peamiselt rohu juurdekasv. Tugeval väetamisel (N100) kaasneb sellega ka proteiinisalduse tõus (tabel 10 ja 12).

Erinevate lämmastikuannuste kasutamine (N60 või N100 igale niitele) ei mõjutanud mineraalmullal usutavalt kuivaine toorkiisisaldust, orgaanilise aine seeduvust ega metaboliseeruva energia sisaldust. Samale järeldusele on jõutud ka varasemates uurimustes (Huokuna jt. 1988).

Turvasmullal kasvanud timuti ädal oli katses võrreldes mineraalmullal kasvanud timutiga kõrgema proteiinisaldusega, madalama toorkiu ja toortuha sisaldusega. Sellest tulenevalt või

Tabel 12. Timutirohu kuivaine toiteväärtus sõltuvalt lämmastikväetise annusest

Näitajad	N ₀		N ₆₀		N ₁₀₀	
	II niide	III niide	II niide	III niide	II niide	III niide
Mineraalmullal						
Toorproteiin, %	14,1	17,2	13,7	18,0	15,3	22,7
Toorkiud, %	26,2	19,3	27,6	17,9	27,9	19,0
Org. aine seed. % /	60,2	67,3	58,5	68,5	58,0	67,6
ME MJ / kg KA	9,3	10,3	9,0	10,5	9,0	10,4
Turvasmullal						
Toorproteiin,%	16,0	19,2	17,5	20,8	20,6	23,9
Toorkiud,%	23,0	17,0	23,3	17,2	23,1	18,1
Org. aine seed.,%	62,7	66,2	61,9	66,0	63,0	66,8
ME MJ / kg KA	9,6	10,1	9,4	10,1	9,6	10,2

eeldada orgaanilise aine kõrgemat seeduvust, kuid katseandmed seda ei kinnitanud. Orgaanilise aine seeduvus on väga tihedas seoses toorkiusisaldusega. Täheldada võis ka seda, et turvasmullal oli kolmanda niite ajal kuivaines metaboliseeruvat energiat vähem kui mineraalmullal. K. Annuki pikaajalised uurimused näitasid, et seda saab seostada sügisel turvasmullal kasvanud taimede lehtede suurema kuhtumisega. (Annuk, 1994).

Kirjandus

- Annuk K. Lammi- madalsoomuldadel paiknevate polderniitude rajamise ja kasutamise iseärasusi. – EPMÜ Teadustööde kogumik nr. 178. Tartu, 1994, lk. 105...108.
- Huokuna E., Rand H., Hakkola H. Kasvutingimuste mõju kõrreliste heintaimede saagile ja kvaliteedile. – EMMTUI Teaduslikud tööd nr. 58. Tallinn, Valgus, 1988, lk. 3...54.
- Mela T., Rand H. Lämmastikväetise ja kasvuaja pikkuse mõju timuti, hariliku aruheina, keraheina ja karjamaa raiheina valgu aminohappelisele koostisele. – EMMTUI Teaduslikud tööd nr. 58. Tallinn, Valgus, 1988, lk. 55...65.
- Oll Ü., Karis V., Sikk V. Söötade toiteväärtuse arvutamise juhend koos abitabelitega. – Tartu, 1974.-100 lk.
- Oll Ü. Söödad. – Tallinn, Valgus, 1993. – 151 lk.
- Tamm U., Niine H., Hein V. Nitraatidesisalduse dünaamika kõrrelisterohkes karjamaarohus. – EMMTUI Teaduslikud tööd nr. 58. Tallinn, Valgus, 1988, lk. 76...88.

PÕLDTIMUTI MÕJU LUTSERNISÖÖDA TOITEVÄÄRTUSELE JA PROTEIINI KVALITEEDILE

Lutsern on suuresaagiline ja kõrge proteiinisaldusega söödakultuur. Selle laiaulatuslikku levikut on takistanud seemnete vähesus ja kasvatamise erinõuded. Jõgeval on aretatud hübriidlutserni (*Medicago varia* Mart.) sorte, hariliku lutserni (*Medicago sativa* L.) sortide seemet tuuakse välismaalt.

Lutsernikasvatases on soovitatud puhaskülve, kuid segud kõrrelistega on andnud suurema kuivainesaagi, võimaldanud vältida lamandumist ja vähendanud koristuskadusid. Timut sobib lutsernisegudesse, sest ta on katteviljale vastupidav, vähese osatähtsuse korral nõrga võistlusvõimega, kasvutingimuste suhtes vähenõudlik ja suhteliselt aeglase arenguga.

Lutserni ja timuti toiteväärtus ning proteiini kvaliteet on erinevad. Suure proteiinisaldusega lutsern sisaldab mittevalgulist osa rohkem kui timuti proteiin. Selline proteiin lõhustub vatsas kiiremini ja täielikumalt ning mikroobse proteiini moodustamisel jääb osa lämmastikust kasutamata. Hästilõhustuvast proteiinist tekkinud ammoniaagi liia tõttu tõuseb piima karbamiidisisaldus, mida ei suutnud normi viia jõusööda lisasöötmine (Rihma, Kärt, 2000). Sageli võib seda esineda lehmade karjatamisel lutsernikarjamaal ja lutsernisilo söötmisel *ad libitum*. Timuti lisamine lutserni seemnesegusse võib olukorda parandada, mida käesolevas töös uuritigi.

Materjal ja metoodika

Kompleksse põldkatse eesmärgiks oli selgitada timuti optimaalne osatähtsus hübriidlutserni ja hariliku lutserni külvides saagi suurusel ning selgitada timuti mõju rohusööda toiteväärtusele ja proteiini kvaliteedile. Katse paiknes Juuliku katsefarmis kamar-karbonaat liivsavi mullal ja selles artiklis kästletakse 2000–2001. aasta tulemusi.

Hübriidlutserni (*Medicago varia* Mart.) Jõgeva sorte ja hariliku lutserni (*Medicago sativa* L.) ameerika sorte kasvatati puhaskülvis ning segus timutiga (2, 4 või 6 kg/ha).

Söödaproovid analüüsiti EMVI keemialaboris. Weende skeemi alusel leiti kuivaine (KA), toorproteiini (TP), toorkiu (TK), toortuha (TT) ja mineraalelementide P, K, Ca, Mg sisaldus. Orgaanilise aine seeduvus määrati *in sacco* meetodil vatsafistuliga lehmade abil. Sööda toiteväärtuse näitajad- metaboliseeruv energia (ME), seeduv proteiin (SP), metaboliseeruv proteiin (MP) ja proteiini bilanss vatsas (VPB) arvutati Weende analüüsitulemuste ja katseliselt leitud parameetrite alusel (Oll, 1994; Oll, Tölp, 1997; Kärt, Ots, 1999).

Arvutused tehti EPMÜ Loomakasvatusinstituudi arvutiprogrammi abil. Katseandmete usutavust hinnati regressioonanalüüsi tulemuste alusel. (R^2 peab olema suurem kui 0,497 $P_{0,05}$).

Tulemused ja diskussioon

Puhaskülvid (ilma timutita) sisaldasid saagis 83-90% lutserni. Erineva timuti külvisenormi ja lutserni liikide valikuga saadi I niites sööt, mis sialdas 60-90% lutserni ja 7-37% timutit. Teise ja kolmanda niite saagis oli timutit 6-17%.

Rohu proteiinisaldus sõltus lutserni liigist ja timuti külvisenormist (tabel 13). Timuti külvisenormi suurenemisel vähenes proteiinisaldus usutavalt I niites ($R^2 = 0,55$), kusjuures harilikul lutsernil oli vähenemine suurima timuti külvisenormi korral ulatuslikum. II ja III niites ei olnud timuti mõju lutserni-saagi proteiinisaldusele usutav ($R^2 = 0,05$ ja $0,03$).

Tabel 13. Proteiinisaldus (% KA) lutserni rohus (2000-2001 keskmine)

Timut kg/ha	1. niide	2. niide	3. niide	keskmine
Hübriidlutsern				
0	17,7	18,1	21,6	18,3
2	18,1	18,6	20,1	18,6
4	15,4	18,5	21,0	17,4
6	15,7	17,7	20,7	17,1

Harilik lutsern				
0	17,8	18,1	20,5	18,5
2	18,6	16,4	21,1	18,1
4	16,5	17,2	20,2	17,5
6	15,0	16,5	20,1	16,6

Toorkiusisaldus ei sõltunud timuti külvisenormist ($R^2=0,04$), vaid tulenes lutserni arengu erinevustest niidete ajal.

Kuivaine Ca-sisaldus oli hübriidlutsernil 13,4-15,2 ja harilikul lutsernil 13,8-20,0 g/kg. Timuti külvisenormi suurenemisel toimus I niites usutav ($R^2=0,58$) Ca-sisalduse vähenemine. Fosforit (2,6-2,8 g/kg) ja kaaliumi (23,6-27,7 g/kg) oli kuivaines lutserni liikide ja niidete lõikes stabiilselt ning timuti külvisenormi suurenemisel see usutavalt ei muutunud ($R^2=0,03$).

Orgaanilise aine seeduvus oli kahe katseaasta keskmisena esimese niite saagis 64-66% ja teises niites 61-62% ning ei sõltunud lutserni liigist ($R^2=0,18$) ega timuti külvisenormist ($R^2=0,04$). Kolmanda niite orgaanilise aine seeduvus oli 69-73%.

Metaboliseeruva energia sisaldus kuivaines oli esimeses niites 9,9-10,2 MJ/kg. Timuti külvisenormi muutus ei mõjutanud kuivaine metaboliseeruva energia sisaldust ($R^2=0,09$). Teise niite saak koristati veidi vanemas arengufaasis ja seetõttu oli kuivaine toiteväärtus madalam (9,3-9,6 ME MJ/kg). Kolmanda niite saagi toiteväärtus oli eelmiste niidetega võrreldes kõige suurem, hübriidlutsernil 10,9-11,1 ME MJ/kg ja harilikul lutsernil 10,5-10,6 ME MJ/kg.

Seeduva proteiini sisaldus oli rohu kuivaines kõrge. Puhaskülvi esimeses niites hübriidlutsernil 12,4-13,3% ja harilikul lutsernil 13,6-13,7%. Timuti võtmisel segusse vähenes seeduva proteiini sisaldus I niites koos timuti külvisenormi suurenemisega nii hübriid kui ka harilikul lutsernil ($R^2=0,56$ ja $0,65$). Kolmanda niite seeduva proteiini sisaldus oli hübriidlutsernil 17-19% ja harilikul lutsernil 15-17%, kuid timuti mõju puudus nii II-s ($R^2=0,13$) kui ka III niites ($R^2=0,01$).

Mäletsejaliste söötmisel on proteiini kvaliteeti õigem hinnata metaboliseeruva proteiini (MP) ja vatsa proteiini bilansi (VPB) järgi. Metaboliseeruv proteiin koosneb põhiliselt kahest proteiini-

nist, so vatsas moodustunud mikroobsest proteiinist ja vatsas lõhustamata jäänud seeduvast proteiinist. Kokkuvõttes on see omastatud amiinohapete summa.

Katsetulemustest selgus, et esimese niite MP sisaldus oli 80-83 g/kg ja teisel niitel 77-80 g/kg. Olulisi erinevusi katsevariantide vahel ei olnud ($R^2=0,08$). Kolmandas niites saadi suurem MP sisaldus - hübriidlutsernil 85-96 ja harilikul lutsernil 82-91 g/kg.

Proteiin bilanss vatsas (VPB) näitab täpsemalt mikroobse proteiini sünteesiks vajaliku lõhustunud proteiini liiga või defitsiiti. Katseandmete alusel oli VPB positiivne, kuid esimeses niites timuti suurema osatähtsuse korral hübriidlutsernil nullilähedane (tabel 14).

Tabel 14. Proteiini bilanss vatsas, (g/kg) lutsernirohus sõltuvalt timuti külvisenormist (2000-2001 keskmine).

Timut kg ha ⁻¹	Hübriidlutsern			
	1. niide	2. niide	3. niide	keskmine
0	30,4	44,1	64,6	40,4
2	34,5	45,8	50,9	41,8
4	11,9	44,6	56,6	31,3
6	1,8	34,6	52,1	21,9
	Harilik lutsern			
	1. niide	2. niide	3. niide	keskmine
0	36,4	41,3	55,0	42,3
2	41,7	27,6	60,1	39,2
4	24,1	34,6	51,6	34,0
6	9,5	24,6	50,6	23,9

Timuti osatähtsus, mis oluliselt vähendas lutsernisegu sööda VPB näitajat oli 2000. a. 25-30% ja 2001. a. 30-37%. Jaheda ilma tõttu oli 2000. a. toorproteiini sisaldus lutsernis väike. Timuti mõju VPB-le tuleneb väiksemast proteiinisaldusest ja teiselt poolt sellest, et kõrrelistel on lutsernidega võrreldes proteiini lõhustuvus eesmaos väiksem. VPB oluline vähenemine ilmnes alates timuti külvisenormist 4 kg/ha ($R^2=0,61$).

Kokkuvõttes timuti lisamisel lutserni puhaskülvile (2, 4, või 6 kg/ha) vähenes rohu proteiinisaldus, eriti esimeses niites. Toorkiusisalduse muutus timuti mõjul ei olnud usustav.

Hariliku lutserni kuivaine oli suurema Ca sisaldusega kui hübriidlutsernidel. Timuti osatähtsuse suurenemisel vähenes Ca sisaldus I niites, kuid P ja K sisaldus usutavalt ei muutunud.

SP sisaldus oli I ja II niite lutsernisöödas 12,4-13,8%. Timuti võtmisel segusse see vähenes 10,5%-ni. Varases arengufaasis niidetud kolmas saak oli väga suure SP sisaldusega (15-19%) ja timuti mõju siin puudus. Timut ei mõjutanud usutavalt ka sööda MP sisaldust.

Proteiini bilanss vatsas oli lutserni-timuti segude söödas positiivne. Timuti külvisenormi suurenemisel see vähenes ja langes esimese niite saagis timuti 25-37% osatähtsuse korral nullilähedaseks.

Kirjandus

- Kärt, O., Ots, M. Metaboliseeruva protreini hindamise süsteemide arendusi eri riikides. – Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatuse instituudi teadustöid 70, lk. 18-28, 1999.
- Oll, Ü. Söötmisõpetus I. Tln. 1994. 302 lk.
- Oll, Ü., Tõlp, S. Söötade energiasisalduse arvutamise juhend koos abitabelitega. Tartu, 1997. 83 lk.
- Rihma, E., Kärt, O. Dairy cows' intake of silage prepared from different grass. - Proceedings of the Animal Nutrition Conference, pp. 22-29, 2000.

KÜLVIAASTA PUNASE RISTIKU SAAK JA TOITEVÄÄRTUS SEGUS KÕRRELISTEGA

Punane ristik talub kattevilja hästi, kuid kõrgemal agrofoonil suurte teraviljasaakide korral on esinenud sageli allakülvide ebaõnnestumist. Tuginedes eeltoodule on kasutusel punase ristiku katteviljata külvid, kus külviaasta saak kasutatakse loomasöödaks. Otstarbekas on sellisel juhul kasvatada varajase punase ristiku sorte. Ristikute puhas- ja segukülvide külviaasta saaki on varem uuritud Olustveres (Soosaar, 1981) ja Eerikal (Viiralt; Kabanen, 2001) põhiliselt optimaalse külvisenormi täpsustamiseks.

Varajane punane ristik areneb suvetüübiliselt ja annab juba külviaastal õitsevaid varsi. Katteviljata külvides hakkab punane ristik kuu aega pärast tärkamist võrsuma ja kevadise külvi korral moodustab õisikud juuli lõpus. Niites esimest korda õienuppude moodustumise faasis, saab septembri lõpus teha ka teise niite.

Põldheinasegudes lisatakse punasele ristikule põldtimutit, et parandada taimiku seisukindlust, vältida tühikute umbrohtumist ja pikendada kasutusiga. Katteviljata külvide korral on otstarbekas võtta seemnesegusse külviaasta saagi suurendamiseks kiirestiarenevaid ja lühema kestusega kõrrelisi (üheaastane raihein või itaalia raihein).

Noores arengufaasis punane ristik on väga mahlakas, väikese kuivainesisaldusega, kuid suure toiteväärtusega. Kõrreliste osatähtsuse tõus punase ristiku saagis suurendab kuivaine- ja kiuisaldust, vähendab proteiinisaldust ning muudab seejuures proteiini bilansi vatsas soodsamaks. Segusse sobivate kõrreliste liikide valikul tuleb arvestada arengukiirusega, kestusega ja toiteväärtusega ning nende mõjuga saagile. Nimetatud näitajatele tuginedes püüti käesolevas uurimuses selgitada punase ristiku segukülvides sobivamad kõrrelised heintaimed.

Materjal ja meetodika

Kasutatud on 2000. aastal Juulikul ja 2001. aastal Olustveres ühise skeemi alusel läbiviidud katsetulemusi. Juulikul rajati katse eelvilja kartuli järel sügavale kamar-karbonaatmullale, mille ag-

rokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,9, huumus 3,6%, P 132, K 146 mg/kg. Olustveres paiknes katse rapsi järel nõrgalt leetunud kamar-leetmullal, mille pH_{KCl} 6,1, huumusesisaldus 2,1%, P 38 ja K 104 mg/kg. Fosfor-kaaliumväetist ($\text{P}_{19} \text{K}_{66}$) anti katses sügisel. Väetamisel kasutati Kemira PK sügisväetist, mis sisaldas vähesel määral ka mikroelemente (B, Cu).

Punase ristiku (Juulikul sort 'Jõgeva 433' ja Olustveres 'Varte') puhaskülvimääradele (15 kg/ha) külvati lisaks vastavalt variandile pool normi puhaskülvimäärast järgmisi kõrrelisi: üheaastane raihein 'Varpe', itaalia raihein 'Ajax', põldtimut 'Goliath' ja ohtetu püsigluste 'Lincoln'. Kõrreliste mitmekülgne valik (ühe-, kahe- ja mitmeaastased) võimaldab uurida saagi ja toiteväärtuse kujunemist kõrreliste mõjul ka järgnevatel aastatel.

Ilmastikutingimused olid heinaseemnete külvijärgselt rahuldavad. Kuigi 2000. a. mai algus oli jahe ja põuane idanesid seemned hästi ja tärkasid kahe nädalaga. Juunis olid kasvutingimused normaalsed (sademeid 63 mm, keskmine t° 13,7 $^{\circ}\text{C}$) ja juulis ning augustis soodsad. Olustveres oli 2001. a. külvijärgselt sademeterohke (mai II dek. 32,4 mm) ja ristik tärkas 11 päeva pärast. Juunis olid kasvutingimused normaalsed, juulis tuli rohkesti sademeid (156% paljuaastasest keskmisest) ja seejuures püsis õhutemperatuur üle 20 $^{\circ}\text{C}$. Niiske ja soe ilmastik soodustas heinetaimedel ädalakasvu.

Analüüsid. Esimene niide tehti Juulikul 72 päeva ja Olustveres 76 päeva pärast külvi (1 kuu pärast külvi toimus hooldusniitmine umbrohtude tõrjeks). Kasvuperioodi pikkus teise niite saamiseks oli vastavalt 57 ja 63 päeva. Rohu keemilise koostise iseloomustamiseks tehti EMVI keemialaboris zootehniline täisanalüüs (Weende skeem), millele lisandus tähtsamate mineraal-elementide (P, K, Ca, Mg) määramine.

Orgaanilise aine seeduvus määrati Juulikul fistuleeritud lehmade abil *in sacco* meetodil. Proovi inkubeerimisaeg vatsas oli 24 tundi. Seedekoefitsientide abil (Oll, Tõlp, 1997) on arvatud rohu seeduva proteiini sisaldus. Proteiini paremaks hindamiseks kasutati vatsa proteiini bilansi (VPB) näitajat (Oll, 1994). Katsetes analüüsitud sööda metaboliseeruva proteiin ja VPB leiti keemilise koostise analüüsitulemuste ja kirjanduses avaldatud koefitsientide alusel arvutuslikult.

Katsetulemused ja arutelu

Külviaasta saagi moodustas põhiliselt punane ristik, mis kasvas tihedalt ja lopsakalt. Umbrohtude osa oli esimeses niites 10...24%, teises niites aga 2...7%. Kõrrelistest arenes kõige kiiremini üheaastane raihein, mis moodustas esimese niite saagis 37...41% ja teises niites 17...20%. Itaalia raiheina osatähtsus oli suur mõlemas niites (36...40%), kuid arengus jäi ta üheaastasest raiheinast maha ja andis leherikkama massi. Timuti kasv ja areng oli külviaastal märksa aeglasem kui raiheintel ning selle liigi osatähtsus oli botaanilises koosseisus 26...30%. Ohtetu püsikluste kasv ja areng oli timutist veelgi aeglasem (esimeses niites 15%), kuid teises niites käitus timutiga võrdväärselt (27%). Kõrreliste lisamine punase ristiku külvisele mõjutas saaki (tabel 15).

Katsesse valitud kõrrelised andsid nii Juulikul kui ka Olustveres usutava enamsaagi (0,64-1,32 t/ha). Üheaastase raiheina mõju saagi suurenemisele oli kõige suurem (26-32%) esimese niite arvel. Teise niite saakidel ei olnud usutavat erinevust katsevariantide lõikes. Juuliku katse paiknes viljakamal mullal ja vaadatamata 2001. aasta soodsamatele ilmastikutingimustele jäi saak Olustveres väiksemaks. Külviaasta ristiku-kõrreliste segukülvide kuivaine kogusaak oli 4,9-6,4 t/ha, mis laekus suve teisel poolel.

Proteiinisaagi andmete alusel ei suurendanud itaalia raihein ja timut usutavalt punase ristiku segukülvides proteiini kogusaaki. Kõrgema proteiinisaagiga oli Juulikul punase ristiku segu ohtetu püsiklustega (1041 kg/ha) ja Olustveres segu üheaastase raiheina (923 kg/ha).

Esimese niite ajal (juuli keskel) oli punasel ristikul saaki andvaid võrseid vähem ja sellest tulenevalt kõrreliste mõju tugevam kui teise niite ajal. Kõrrelised toimisid vastupidiselt, kõrsumine oli tugevam esimeses niites ja see vähendas segukülvi kuivaine proteiinisisaldust rohkem (tabel 16).

Tabel 15. Punase ristiku kuivaine saak, t/ha olenevalt segusse võetud kõrrelistest

Katsevariant	Juuliku 2000			Olustvere 2001		
	Niited		Kokku	Niited		Kokku
	1.	2.		1.	2.	
Punane ristik (Pr)	1,70	3,33	5,03	1,27	2,64	3,91
Pr + ühea. raihein	2,82	3,54	6,36	2,64	2,55	5,18
Pr + itaalia raihein	2,32	3,54	5,86	2,56	2,50	5,07
Pr + timut	2,27	3,41	5,68	2,69	2,21	4,90
Pr + ohtetu p. luste	2,45	3,60	6,05	2,72	2,16	4,88
PD ₀₅			0,36			0,50

Kõige tugevam mõju proteiinisalduse vähenemisele oli raiheintel. Kõrreliste 40%-line osatähtsus saagis viis proteiinisalduse soovitatud miinimumtasemest (14%) väiksemaks. Teise niite ajal oli kõrrelistest kõige suurem osatähtsus itaalia raiheinal ja sellest tulenevalt jäi nimetatud katsevariandi saagi kuivaine proteiinisaldus teistest väiksemaks. Mitmeaastaste kõrreliste (timut, ohtetu püsikluste) mõju proteiinisaldusele avaldus põhiliselt esimese niite ajal, sest ädalas oli nende kõrsumine nõrk. Juuliku ja Olustvere katsetulemuste erinevus tulenes kasvutingimustest.

Punase ristiku segukülvi toorkiusisaldus oli külviaastal enamasti alla 26%, mis vastab rohusöötadele esitatud kriteeriumile. Nimetatud taseme ületas toorkiusisaldus esimeses niites üheaastase raiheina ja ohtetu püsikluste mõjul.

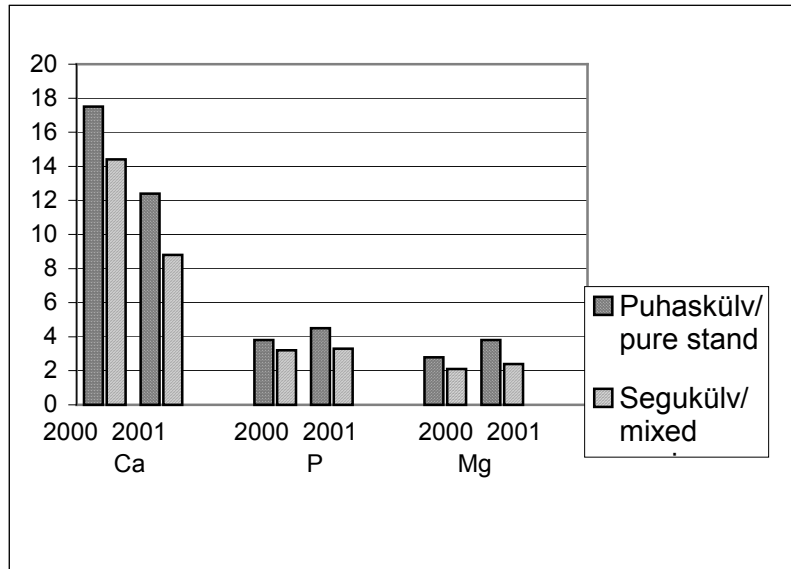
Tabel 16. Punase ristiku rohu proteiinisaldus (kuivaines, %) sõltuvalt segusse valitud kõrrelisest

Katsevariant	Juuliku 2000			Olustvere 2001		
	Niited		Keskmine	Niited		Keskmine
	1.	2.		1.	2.	
Punane ristik (Pr)	21,3	17,7	18,9	19,9	21,1	20,7
Pr + ühea. raihein	12,2	15,4	14,0	15,2	20,5	17,8
Pr + itaalia raihein	17,8	15,0	16,1	12,9	18,8	15,8
Pr + timut	17,8	16,1	16,8	13,9	21,6	17,4
Pr + ohtetu p. luste	18,8	16,1	17,2	12,4	21,0	16,2

Mineraalelementide sisaldus on taimedes varieeruv. Rohusöödas sõltub see liigilisest koosseisust, mullastikust, väetamisest ja koristusajast. Kaltsium, fosfor ja magneesium esinevad mitmesugustes lahustumatutes ühendes, kaalium aga liikuvate ionidena. Liblikõielised heintaimed on kõrrelistega võrreldes kaltsiumi- ja magneesiumirikamad. Fosfori- ja kaaliumisisaldus on mõjutav teiste agrotehniliste võtetega.

Uuritud mineraalelementidest oli rohusöödas kaaliumi küllaldaselt (>30 g/kg) ja fosforit enamasti vähe (2-4 g/kg), kaltsiumi (12-20 g/kg) ning magneesiumi (2,4-3,8 g/kg) piisavalt. Usutav muutus mineraalelementide sisalduses oli katse esimeses niites (joonis 2).

Võrreldes punase ristiku puhaskülviga vähenes segus kõrrelistega sööda kaltsiumi- fosfori- ja magneesiumisisaldus. Teises niites vähenes Ca-sisaldus vaid Juuliku katses üheaastase raiheina ja itaalia raiheina segusse võtmisel (puhaskülvis 15,6, segus 12,6 g/kg).



Joonis 4. Kaltsiumi- (Ca), fosfori- (P) ja magneesiumisisalduse (Mg) muutused (g/kg) esimeses niites Juulikul (2000) ning Olustveres (2001) segusse võetud kõrreliste mõjul

Olustvere happelisel mullal oli rohusööda Ca-sisaldus väiksem ja Mg-sisaldus suurem kui karbonaatsel mullal Juulikul, kusjuures punasele ristikule lisaks külvatud kõrreliste mõju oli Olustveres suurem kui Juulikul (vähenemine Olustveres 28-37% ja Juulikul 16-25% võrra).

Toiteväärtuse määravaks faktoriks on orgaanilise aine seeduvus, mis katseandmete alusel oli esimeses niites 62-70%. Variantides, kus kuivaine toorkiusisaldus ületas 26% oli seeduvus 65%-st väiksem. Mainitud tulemus esines vaid üheaastase raiheina ja ohtetu püsikluste mõjul. Teise niite orgaanilise aine seeduvus oli ristiku suurema osatähtsuse mõjul kõrgem (66-73%).

Metaboliseeruva energia sisaldus kuivaines vähenes kõrreliste mõjul (tabel 17) ja langes üheaastase raiheina segusse võtmisel

alla 10 MJ/kg. Kõige vähem alandas katses rohusööda energisisaldust timut.

Seeduva proteiini sisaldus vähenes segukülvis kõrreliste mõjul rohkem kui metaboliseeruva proteiini sisaldus, sest punase ristiku puhaskülvis ei ole proteiin energiaga tasakaalustatud.

Proteiini bilanss vatsas näitas, et punase ristiku puhaskülvi korral ületas vatsas lõhustunud proteiini kogus vatsas moodustunud proteiini koguse. Segukülvides muutsid kõrrelised bilansi soodsamaks.

Tabel 17. Punase ristiku kuivaine toiteväärtus sõltuvalt segusse võetud kõrrelistest

Katsevariant	Katsete keskmised andmed			
	ME MJ/kg	Seed. proteiin, %	Metab. proteiin, %	PBV g/kg
Punane ristik (Pr)	10,6	14,8	8,9	40,9
Pr + ühea. raihein	9,8	11,5	8,3	14,2
Pr + itaalia raihein	10,0	11,6	8,4	11,8
Pr + timut	10,4	12,6	8,7	19,8
Pr + ohtetu p. luste	10,0	12,0	8,5	19,4

Kokkuvõttes määras punase ristiku kõrreliste segukülvides rohusööda toiteväärtuse ja proteiini kvaliteedi segusse valitud kõrrelise areng. Katsetulemustest selgus, et segukülvides arenes kõrrelistest kõige kiiremini üheaastane raihein, mille osatähtsus oli esimeses niites 37-41% ja teises niites 17-20%. Itaalia raihein jäi arengus eelmisest maha, kuid moodustas mõlema niite saagist 36-40%. Timuti ja ohtetu püsikluste osatähtsus oli saagis 15-30%.

Segukülvide külviaasta saak ületas punase ristiku puhaskülvi saaki (4,9-6,4 t/ha) üheaastase raiheina segusse võtmisel 26-32%,

itaalia raiheina mõjul 16-30%, ohtetu püsilustega 20-25% ja timutiga 13-25%.

Proteiini suuremad saagid saadi Juulikul segus ohtetu püsilustega (1041 kg/ha) ja Olustveres segus üheaastase raiheina (923 kg/ha). Teistel variantidel puudus proteiinisaakide usutav erinevus.

Kõrreliste võtmine segusse vähendas rohu proteiinisisaldust. Kõige suurem mõju oli raiheintel (proteiini esimeses niites < 14%). Segukülvide kuivaine toorkiusisaldus oli külviaastal enamasti alla 26%, mis vastab rohusöödale esitatud nõuetele. Ainult üheaastase raiheina ja ohtetu püskluste segude puhul oli esimeses niites toorkiusisaldus sellest suurem (29-30%).

Metaboliseeruva energia sisaldus oli punase ristiku puhaskülvis keskmiselt 10,6 MJ/kg, mis kõrreliste lisamisel vähenes ja oli segus üheaastase raiheina 9,8 MJ/kg. Kõrreliste mõjul vähenes ka rohu seeduva- ja metaboliseeruva proteiini sisaldus. Proteiini bilanss vatsas oli punase ristiku puhaskülvis kõrge (41 g/kg), kuid muutus segus kõrrelistega soodsamaks (12/20 g/kg).

Kirjandus

Oll, Ü. Söötmisõpetus.– Tallinn, 1994.– 303 lk.

Oll, Ü., Tõlp, S. Söötade energisisalduse arvutamise juhend koos abitabelitega.– Tartu, 1997.– 83 lk.

Soosaar, J. Heintaimiku rajamise agrotehnikast.– Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi pm-s, nr 22, lk 14-18. Tallinn, 1981.

Viiralt, R., Kabanen, N. Seemnesegude optimeerimine rohumaade rajamisel.–EPMÜ Teadustööde kogumik 212, lk 45-54. Tartu, 2001.



Joonis 5. Punase ristiku tetraploidsed sordid on leherikkad ja väikese kuivainesisaldusega



Joonis 6. Segukülv on optimaalse proteiinisaldusega

PUNASE RISTIKU SEGUKÜLVIDE TOITEVÄÄRTUS KÜLVIJÄRGSEL AASTAL

Rohusöödale baseerivas veisekasvatuses suureneb liblikõieliste-kõrreliste segukülvide roll tänu nende ökoloogilistele, ökonoomilistele ja kvalitatiivsetele omadustele. Kõrreliste mõõdukas esinemine punase ristiku segukülvides tõstab saagi kuivaine- ja kiuisaldust, vähendab proteiinisaldust, kuid muudab seejuures proteiini bilansi mäletsejaliste vatsas soodsamaks. Ristiku-kõrreliste segukülvide rohusööda söömus on suurem ja piima saadakse rohkem kui puhaskülviga (Bertilsson, Murphy, 2003).

Segusse võetavate kõrreliste valikul tuleb arvestada liigi arengukiirusega, kestusega ja selle mõjuga toiteväärtusele. Varem avaldatud uurimisest selgus, et punase ristiku segukülvides andsid külviaastal paremaid tulemusi üheaastane ja itaalia raihein (Tamm jt, 2002). Käesolevas uurimuses esitatakse punase ristiku segukülvidesse valitud kõrreliste mõju toiteväärtusele külvijärgsetel aastatel.

Materjal ja meetodika

Kasutatud on Juulikul ja Olustveres rajatud katsete kahe külvijärgse aasta tulemusi. Juulikul paiknes katse kamar-karbonaatmullal ja Olustveres nõrgalt happelisel kamarleetmullal. Väetist (P₁₉ K₆₆) anti igal sügisel. Punase ristiku puhaskülvimääradele (15 kg/ha) lisati pool normi vastava kõrrelise puhaskülvimäärast. Planeeritud oli kolmeniiteline kasutus varajase punase ristiku õitsemise algul. Enne niitmist tehti liikide kaupa botaaniline kaalanalüüs. Rohu keemiline koostis määrati TMKK laboris Weende skeemi järgi, millele lisandus mineraalelementide (P, K, Ca, Mg) analüüs.

Orgaanilise aine seeduvus määrati fistuleeritud lehmadega *in sacco* meetodil Juuliku katsefarmis. Seedekoefitsientide abil (Oll, Tõlp, 1997) arvutati toiteväärtus. Proteiini kvaliteeti hinnati metaboliseeruva proteiini ja vatsa proteiini bilansi alusel (Kärt jt, 2002).

Uurimistöö tulemused ja arutelu

Käesolevas uurimuses esitatakse esimese ja teise niite tulemused (tabel 18). Põua tõttu jäi 2002. aastal kolmas niite tegemata. Katses olnud kõrreliste osatähtsus oli esimeses niites 20-33%, teises niites sõltus rohkem kõrreliste liigist. Ädalakasv oli itaalia raiheinale hea (23-40%), ohtetel püsiklustel rahuldav (18-23%) ja timutil nõrk (10-16%). Segusse võetud kõrreliste mõjul suurenes kuivaine saak 11-12%.

Tabel 18. Punase ristiku ja segude kuivaine toiteväärtus

Katsevariant	Katsete keskmised andmed					
	ME MJ/ kg		Metab. proteiin, %/		VPB g/ kg	
	1. niide	2. niide	1. niide	2. niide	1. niide	2. niide
2001. a						
Punane ristik (Pr)	10,3	10,6	8,6	8,8	20,0	32,5
Pr + itaalia raihein	10,0	10,3	8,3	8,6	5,8	22,8
Pr + timut	10,1	10,4	8,4	8,7	11,2	33,1
Pr + ohtetu luste	9,5	9,9	7,9	8,6	0,0	28,0
2002.a						
Punane ristik (Pr)	10,6	10,5	8,7	8,8	10,0	27,1
Pr + itaalia raihein	10,3	10,1	8,3	8,4	-14,4	12,3
Pr + timut	10,2	10,4	8,3	8,7	-18,5	23,8
Pr + ohtetu luste	9,9	9,9	8,0	8,3	-23,0	19,4

Itaalia raihein oli kiire arenguga ja jõudis loomise faasi nii esimeses kui ka teises niites. Ohtetu luste oli esimeses niites loomise faasis, kuid teises niites andis rohkesti vegetatiivseid pikk-

võrseid. Timut oli hilise arengu tõttu esimeses niites loomise alguse ja teises niites kõrsumise faasis. Varajase punase ristikuga sobivad segusse keskmise arengukiirusega kõrrelised.

Punase ristiku puhaskülv andis hea toiteväärtusega proteiini-rikka rohusööda, mille söötmisel on VPB tugevalt positiivne. Segusse valitud kõrreliste mõjul vähenes küll rohusööda ainevahetusenergia ja metaboliseeruva proteiini sisaldus, kuid ületas siiski hea rohusööda miinimumnõude. Kõrreliste mõju kuivaine toiteväärtusele oli esimeses niites suurem kui teises niites. Ohtetu püsikluste mõjul oli rohusööt rahuldava väärtusega. Metaboliseeruva energia sisaldus vähenes võrreldes punase ristiku puhaskülviga ohtetu püsikluste mõjul 0,6-0,8 MJ, itaalia raiheina ja timuti mõjul 0,2-0,4 MJ võrra ning metaboliseeruva proteiini sisaldus vastavalt 0,2-0,7% ja 0,1-0,4% võrra.

Vatsa proteiini bilanss muutus esimeses niites itaalia raiheina ja timuti mõjul 2001. aastal nõrgalt positiivseks, ohtetu püsikluste mõjul aga nulliks. 2002. aastal oli põua tingimustes segukülvide vatsa proteiini bilansi esimeses niites negatiivne. Teises niites oli rohusööda VPB siiski mõõdukalt positiivne.

Järeldused

Punase ristiku-kõrreliste segukülvides sõltus rohusööda toiteväärtus kõrreliste osatähtsusest ja liigist. Väga tugeva mõjuga oli ohtetu püsikluste, mille mõjul segukülvi saak ei olnud hea rohusööda kriteeriumile vastav. Põua tingimustes oli segukülvi rohusööda vatsa proteiini bilanss esimeses niites negatiivne. Teisest niitest saadud sööt oli suurema proteiinisisaldusega ja vatsa proteiini bilanss mõõdukalt positiivne. Timuti mõju teise niite saagile oli selle liigi tagasihoidliku ädalakasvu tõttu väike. Sobivaks kõrreliste osatähtsuseks punase ristiku segukülvis võib lugeda 20-25%, mis kindlustab suurema saagi ja annab sealjuures täisväärtusliku rohusööda.

RAIHEINTE VÄÄRTUS JA KASVATUSVÕIMALUSED

Raiheinad on Lääne-Euroopas suure saagi ja kõrge toiteväärtuse tõttu tähtsaimad söödakõrrelised. Eestis kasvatatakse põhiliselt karjamaa raiheina, itaalia raiheina, üheaastast raiheina ja põld-raiheina.

Rohusöödale baseeruvast veisekasvatustes suureneb liblikõieliste ja kõrreliste segukülvide roll tänu nende ökoloogilistele, ökonoomilistele ja kvalitatiivsetele omadustele. Kõrreliste mõdukas esinemine punase ristiku segukülvides tõstab saagi kuivaine- ja kiusisaldust, vähendab proteiinisaldust, kuid muudab seejuures proteiini bilansi mäletsejaliste vatsas soodsamaks. Ristiku-kõrreliste segukülvide rohusööda söömatus on suurem ja piima saadakse rohkem kui puhaskülviga. Segusse võetavate kõrreliste valikul tuleb arvestada liigi arengukiirusega, kestusega ja selle mõjuga toiteväärtusele.

Sordiaretusega on loodud väga suur valik kõikide raiheintele sorte erineva arengu kiiruse ja kasutusotstarbe (muru, karjamaa, niit) järgi. Neile lisanduvad liikidevahelise ristamisega saadud hübriidsordid.

Karjamaa raihein (*Lolium perenne L.*) on kiirekasvuline aluskõrreline, mis annab kõrge toiteväärtusega sööda karjamaadel ja niidetavatel rohumaadel. Karjamaa raiheina seeduvus on parem kui teistel sama arengufaasi ja keemilise koostisega kõrreliste liikidel. Soodsates kasvutingimustes (parasniiske viljakas muld) saab karjamaa raiheina regulaarsel väetamisel suve jooksul karjatada viis-kuus korda või teha neli niidet.

Karjamaa raiheina silmapaistvat söödaväärtust on hinnatud Eestis kultuurrohumaade rajamise algusest alates. Karjamaa raiheina laiaulatuslikku levikut on Eestis takistanud selle liigi nõrk talvekindlus ja sellest tulenev rohukamara lühike kestus. Karjamaa raiheina talvekindlus on olnud parem segukülvides mõõduka osatähtsuse korral.

Eesti taasiseseisvumise järgselt on karjamaa raihein saanud ulatuslikuma leviku importseemnete baasil. Sordilehte 2005 on võetud 33 sorti, millest pooled on muru- ja pooled söödaotstarbelised. Sortidest on võimalik valida nii di- kui ka tetraploidseid

sorte. Taimetoodangu Inspektsiooni põldtunnustamise andmetel oli karjamaa raiheina seemnepõlde 2003. aastal 39,7 ha (kahte sorti) ja 2004. aastal 88,1 ha (nelja sorti). Rõõmustab see, et 45% seemnepõldudest on külvatud Jõgeval aretatud sortidega ('*Raidi*' ja '*Raite*').

Tetraploidsed sordid on laiema lehega, tumedama lehevärvi- ga, suurema haljasmassi saagiga, parema söömusega (rohkem suhkruid) ning kõrgema seeduvusega. Võrreldes diploidsete sorti- dega on tetraploidsetel sortidel väiksem võrsumine. Heinaseemnete müügifirmad pakuvad seemneseid, kus karjamaale või niidule määratud segusse on võetud nii di- kui ka tetraploidseid sorte.

Itaalia raihein (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *italicum* Volkart) on intensiivse viljelemisega niitudel väga suure saagiga. Kaheaastase kasutusega itaalia raihein külviaastal ei kõrsu, kuid vaatamata sellele annab ta intensiivsel väetamisel (N- 200 kg/ha) kolm niidet, kuivaine kogusaagiga 8-10 t/ha.

Külvijärgse aasta saak sõltub talvitumisest. Ebasoodsa talvi- tumise korral (näit. 2002/2003 talv) hävis taimik täielikult, kuid 2000. aasta segukülvis 70% punase ristikuga leidis itaalia raihei- na rohutaimikus 2001. aastal 28% ja 2002. aastal esimeses niites 24% ning teises niites 14%.

Sordilehte on arvatud kuus sorti. Talvekindlam on olnud Jõ- geva sort '*Talvike*'. Tunnustatud seemnepõlde 2003. aastal väga ebasoodsa talve tõttu meil ei olnud, kuid 2004. aastal kasvatati itaalia raiheina kahte sorti, kogupindalaga 60 ha.

Üheaastane raihein (*Lolium multiflorum* Lam. *westervoldicum* Wittm.) on lühiajalise kasutamise korral või ro- humaade vaheskultuurina soovitud liik, kuid iga-aastase külvi tõttu on viljeluskulud mitmeaastaste heintaimedega võrreldes ligi kaks korda suuremad.

Üheaastane raihein on hõredapuhmikuline väga kiire alg- arenguga heintaim. Külvijärgselt tärkab ta seitsme kuni kümne päevaga ja täisõitsemiseni kulub 50-60 päeva. Koristades varajas- tes arengufaasides (kõrsumisel või loomise algul) annab üheaas-

tane raihein kiire ädalakasvu (30-40 päeva) tõttu kolm-neli niidet. Kuivaine kogusaak 8-10 t/ha.

Sordileht sisaldab 11 üheaastase raiheina sorti. Taime- toodangu Inspektsiooni põldtunnustamise andmetel oli üheaastase raiheina seemnepõlde 2003. aastal 264,1 ha ja 2004. aastal 188 ha. Sortide 'Avance' ja 'Labelle' seemnepõldude pind oli üle 100 ha.

Puhaskülvide kõrval leiab üheaastane raihein kasutamist ka mitmeaastaste heintaimede segukülvides külviaasta saagi suurendamiseks. Kiire arengu ja tugeva konkurentsivõime tõttu võib seda liiki segudesse võtta 6-8 kg/ha.

Põld-raihein (*Lolium x boucheanum* Kunth) on hübriid, mis on saadud itaalia raiheina ja karjamaa raiheina ristamisest: suure saagi ja kõrge toiteväärtuse omadused on päritud itaalia raiheinalt, hea talvekindlus ja püsivus karjamaa raiheinalt. Teiste raiheintega võrreldes on põld-raiheinal väga kiire ädalakasv. Soodsates kasvutingimustes saadi 2004. aastal niitekõlbulik ädal juba 20-30 päevaga, kusjuures igas niites oli rohkesti kõrsi (kokku viis niidet).

Põld-raiheina talvekindluse kohta on meil veel vähe andmeid. Külvi järgsel talvel oli talvekahjustusi vähe (16%), kuid esimese kasutusaasta järgselt talvitus halvasti. Puhaskülvi taimedest hukkus viie-niitelise kasutamisega alal 68%, nelja niite korral 52% ning segus liblikõielistega (kolm niidet) 37%.

Põld-raihein on lehtederohke peene kõrrega ja lamandub puhaskülvis kergesti. Segus punase ristiku või lutserniga parandab rohu sileeruvust ja suurendab sööda kvaliteeti.

Katsetulemused

Rohu koristamine taimede erinevas arengufaasis mõjutab oluliselt saaki ja selle toiteväärtust. Hilisel koristamisel saadakse suurem saak, kuid selle lehesus on väiksem, proteiinisaldus madalam, kiusisaldus suurem ja kuivaine seeduvus halvem. Taimede arengufaasist sõltub ka proteiini lõhustuvus mäletsejaliste vatsas, mis vanemas kasvufaasis on väiksem kui noores rohus. Koristusaeg mõjutab samuti rohusilo kvaliteeti ja söötmistulemusi.

Katseid korraldati raiheinte puhaskülvide ja raiheinteliiblikõieliste segukülvidega. Puhaskülvide katsete eesmärk oli leida karjamaa raiheina di- ja tetraploidsetele sortidele sobivam niitesagedus, selgitada selle mõju saagile, sööda toiteväärtusele ja rohukamara kestusele.

Niitesagedus (kaks või neli niidet) mõjutas talvekahjustusi järgnevatel talvedel. Paremini talvitus karjamaa raihein nelja-niitelise kasutuse korral. Talvele vastupidavamad olid tetraploidsed sordid. Kolmas talv (2001-2002) oli karjamaa raiheinale väga ebasoodne: kevadeks hävines diploidsetel sortidel kahe-niitelise kasutuse korral 75% ja nelja-niitelisel kasutusel üle 60% taimedest. Tetraploidsed sordid olid veidi vastupidavamad (kahjustus vastavalt 63 ja 57%). Tugeva kevadise põua tõttu taimik ei paranenud – umbrohtus tugevasti ja katse lõpetati.

Karjamaa raiheina katses saadi talvekahjustuste tõttu 2001. aastal variantide keskmisena 25,7% väiksem saak kui 2000. aastal (tabel 19). Suve esimese poole saak on soodsamate kasvutingimuste tõttu tavaliselt suurem kui suve teisel poolel. Külvi järgsel aastal (2000) saadi kogusaagist suve esimesel poolel kahe-niitelisel kasutusel 59% ja nelja-niitelisel 55%, kuid 2001. aastal oli selline seaduspärasus ainult tetraploidsetel sortidel.

Usutavad erinevused saadi di- ja tetraploidsete sortide kuivaine kogusaakide võrdluses: tetraploidsed sordid ületasid diploidsed kahe-niitelisel kasutusel 19,6% ja nelja-niitelisel 16,4%. Kahe- ja nelja-niitelise kasutuse võrdlus näitas, et 15,3% suurema kuivaine saagiga olid karjamaa raiheina sordid kahe-niitelisel kasutusel.

Leheroostet (*Puccinia sp*) esines mõlemal katseaastal ainult kahe-niitelise kasutuse viimases niites. Diploidsed sordid nakatusid roostehaigustesse rohkem kui tetraploidsed. Nelja-niitelisel kasutusel oli niidetevaheline kasvuaeg lühem, koristatav mass noorem ja roostehaigused ei jõudnud veel levida.

Kuivaine proteiinisaldus ületas neljaniitelisel kasutusel kõikidel sortidel rohusööda 14%-lise miinimumnõude (tabel 20).



Joonis 7. Karjamaa raiheina diploidsete sortide ädal haigestub sügisel roostehaigustesse



Joonis 8. Tetraploidsed sordid on roostehaiguste suhtes resistentsemad.

Tabel 19. Karjamaa raiheina sortide kuivaine saak t/ha

Sort	Kaheniiteline kasutus			Neljaniiteline kasutus		
	2000	2001	Keskmine	2000	2001	Keskmine
'Complim.'	9,12	7,44	8,28	8,16	5,55	6,86
'Moronda'	9,81	7,61	8,71	9,49	6,19	7,83
Diploidsed keskm.	9,46	7,52	8,49	8,82	5,87	7,34
'Elgon'	11,39	9,62	10,50	10,84	6,84	8,84
'Cheops'	11,54	9,70	10,62	10,40	7,03	8,72
Tetraploid. keskm.	11,46	9,66	10,56	10,62	6,94	8,78
PD ₀₅			1,09			1,08

Vaatamata piisavale lämmastikväetise annusele (N₂₀₀) jäi proteiinisaldus kahe-niitelisel kasutusel nii diploidsetel kui tetraploidsetel sortidel väikeseks.

Pikema kasvuaja tõttu oli koristatav mass vanem. Vananemisel muutuvad rakuseinad tugevamaks ja nende suhteline osatähtsus suureneb. Rakuseina moodustavad põhiliselt tselluloos, hemitselluloos ja ligniin. Rakusisene osa (proteiinid, peptiidid, nukleiinhapped jt) vananemisel väheneb. Varases kasvufaasis, kui rakuseinad ei ole kiurikkad, võib rakusisu osatähtsus olla kuni 65% kuivainest ja proteiin on selles tähtsaim komponent.

Katsetulemustest selgus, et kahe-niitelisel kasutusel saadi karjamaa raiheinast rahuldava toiteväärtusega sööt.

Tabel 20. Karjamaa raiheina proteiinisaldus (kuivaines, %)

Sort	Kaheniiteline kasutus			Neljaniiteline kasutus		
	2000	2001	Keskmine	2000	2001	Keskmine
' <i>Compliment</i>	10,3	14,9	12,4	14,6	18,8	16,3
' <i>Moronda</i>	10,4	14,0	12,0	14,9	16,3	15,4
Diploidsed keskm.	10,4	14,5	12,2	14,7	17,5	15,8
' <i>Elgon</i>	10,9	12,9	11,8	14,9	17,3	15,9
' <i>Cheops</i>	9,7	11,3	10,5	15,2	16,2	15,3
Tetraploid keskm.	10,3	12,1	11,1	14,8	16,8	15,6

Niitesageduse suurenemisel rohu toiteväärtus paranes. (tabel 21). Lühema kasvuajaga rohu seeduvus oli >65% ja kuivaine ME sisaldus >10 MJ kg. Nelja-niitelise kasutusega saadud sööda hea toiteväärtuse tulemused langevad kokku varasemate uurimustulemustega.

Vatsa proteiini bilanss (VPB) kujunes kahe-niitelisel kasutusel väikesest proteiinisaldusest tingituna negatiivseks. Sellise sööda söötmisel vajatakse ratsiooni tasakaalustamiseks mõnda proteiinirikast lisaööta. Tavaliselt on kvaliteetne rohusööt ratsiooni proteiiniga rikastajaks. Nelja-niitelisel kasutusel vastas saadud rohi hea sööda kriteeriumi nõuetele ja vatsa proteiini bilanss oli positiivne.

Mineraalelementide sisaldus oli taimedes varieeruv. Kaltsium, fosfor ja magneesium esinevad mitmesugustes lahustumatutes ühendes, kaalium aga liikuvate ionidena.

Tabel 21. Karjamaa raiheina kuivaine keskmine toiteväärtus

Sort	Kaheniiteline kasutus			Neljaniiteline kasutus		
	Seeduvus, %	ME MJ/kg	VPB g/kg	Seeduvus, %	ME MJ/kg	VPB g/kg
<i>Complim</i>	64	9,6	-18	66	10,0	8
<i>Moronda</i>	63	9,4	-20	66	10,0	2
Diplodsed keskm.	64	9,5	-19	66	10,0	5
<i>Elgon</i>	62	9,4	-21	67	10,1	4
<i>Cheops</i>	62	9,3	-31	66	10,1	0
Tetraploid keskm.	62	9,4	-26	67	10,1	2

Katseandmetel sõltus karjamaa raiheina kuivaine mineraal-elementide sisaldus usutavalt niiteajast ja niitesagedusest.

Nooremas arengufaasis koristatud rohus oli mineraalaineid rohkem kui vanemas arengufaasis koristamisel. Sellest tulenevalt sisaldas nelja-niitelise kasutuse korral karjamaa raiheina kuivaine rohkem fosforit, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi kui kahe-niitelisel koristamisel. Di- ja tetraploidsete sortide vahel usutavat erinevust ei leitud.

Uuritud mineraalelementidest oli rohusöödas kaaliumi küllaldaselt (28...30 g/kg) ning fosforit (3,1...3,7 g/kg), kaltsiumi (5,2...6,4 g/kg) ja magneesiumi (1,4...1,6 g/kg) keskmiselt. Esitatud näitajad viitavad katseala mulla heale viljakusele ja piisavale toitainete sisaldusele.

Segukülvid on karjamaadel asendamatud. Erinevate bioloogiliste omadustega liikidest koostatud seemnesegud annavad ühtlasema ädalasaagiga maitsvama rohu ning tallamiskindlama karjamaa.

Lääne-Euroopa riikides kindlustatakse mitmekesisus karjamaa raiheina di- ja tetraploidsete sortide valikuga karjatavate alade seemnesegetesse. Eestis müüakse samuti karjamaa raiheina ülekaaluga imporditud seemnesegeteid. Juuliku katsefarmis korraldatud katses võrreldi neljaliigilisi karjamaa seemnesegeteid, mis erinesid valitud liblikõielise, karjamaa raiheina osatähtsuse ja sordilise päriolu poolest.

Katsetulemustest selgus, et botaanilises koosseisus esinesid liblikõielised, timut ja harilik aruhein ettenähtud osatähtsusega. Karjamaa raihein ületas seemneseget Eestis soovitatud 24%-lise (6,5 kg/ha) esinemise 1,2 kordselt. Lääne-Euroopas soovitatud kahe sordiga karjamaa raiheina 60%-lisest esinemismäärast (16,2 kg/ha) täitus vaid kaks kolmandikku. Halbade talvitumistingimuste mõjul karjamaa raiheina ülekaaluga rohukamar hõrenes ja saak vähenes.

Kokkuvõttes olid parasniiskel mullal suurema saagiga karjamaa seemneseget, kus valgele ristikule lisaks võeti segusse nii pealis- kui ka aluskõrrelisi. Karjamaa raiheina 60%-lise seemnesegeti külvamisel saadi 0,3 MJ/kg võrra suurema toiteväärtusega, kuid 20% väiksema saagiga karjamaa. Jõgeval aretatud sortidega külvatud karjamaa oli väiksemate talvekahjustustega ja stabiilsema saagiga kui välismaa pärioluga heintaimesordid.

PUHAS- JA SEGUKÜLVI LUTSERNISILO TOITEVÄÄRTUSE ERINEVUSI

Lutsern on suuresaagiline ja kõrge proteiinisaldusega söödakultuur, mis on ulatuslikult levinud paraskliimavööndis. Lutserni söödavus on hea ja toiteväärtus kõrge. Põhiliselt kasvatatakse hariliku lutserni (*Medicago sativa L.*) sorte, kuid Eesti asub lutsernikasvatuse põhjapiiril ja seetõttu oli selle liigi kasvatamine sagedaste talvekahjustuste tõttu varem tagasihoidlik (Kotkas, 1956). Talvekindlamad on olnud Jõgeval aretatud hübriidlutserni sordid (Bender, 1997; 2000), kuid nende levikut on pidurdanud seemnete nappus.

Eesti Maaviljeluse Instituudi tootmiskatseteks toodi hariliku lutserni talvekindlamate sortide seemet 1995. a. Heade katsetulemuste ja heinaseemneid sissetoovate firmade huvitatuse tõttu on sinise lutserni kasvupind Eestis laienenud. Sordivõrdluskatsete tulemuste alusel sisaldab 2003. a. sordileht 5 hariliku lutserni sorti.

Lutsernikasvatases on soovitatud nii puhaskülve kui ka segusid. Segud kõrrelistega on andnud 12-15% suurema kuivainesaagi (Sutter, 1969, Freim, 1991). Segud vähendavad umbrohtude invasiooni, võimaldavad vältida lamandumist, vähendavad koristuskadusid ning annavad söödale enam tasakaalustatud toitainesisalduse. Lutsernisegudesse sobib meil timut, sest see liik on katteviljale vastupidav, väikese külvisenormi korral nõrga võistlusvõimega, suhteliselt aeglase arenguga ja kasvutingimuste suhtes vähenõudlik. Puuduseks on timuti nõrk ädalakasv, eriti kolmandas niites (Tamm jt, 2001).

Lutserni ja timuti toiteväärtus, proteiinisaldus ning proteiini kvaliteet on erinevad. Suure proteiinisaldusega lutsern sisaldab mittevalgulist proteiini rohkem kui timut. Selline proteiin lõhustub vatsas kiiremini ja ulatuslikumalt ning mikroobse proteiini moodustamisel jääb osa lämmastikust kasutamata. Hästilõhustuvast proteiinist tekkinud ammoniaagi liia tõttu tõuseb piima karbamiidisisaldus, mida varasemas lutsernisilo söötmiskatses ei suutnud normaliseerida isegi suured jõusööda annused (Rihma, Kärt, 2000). Sageli võib praktikas nii esineda ka lutserni karjajamisel ja lutsernisilo söötmisel *ad libitum*.

Kõrreliste lisamine lutserni seemnese gusse muudab rohusööda toiteväärtust, vähendab proteolüüsi ja parandab silo käärimist (Fycan et al, 2002). Meie katsetes vähenes kõrreliste mõjul rohustu proteiinisaldus, muutus proteiini kvaliteet ja paranes selle bilanss vatsas. Segusse võetud timuti mõjul ei muutunud usutavalt toorkiusisaldus ega energiasaldus (Tamm jt, 2002).

Lutserni haljasmassi suhkruesisaldus on väiksem kui timutil ja proteiinisaldus ning toortuhasisaldus suurem. Nimetatud näitajate tõttu on lutsern halvasti sileeruv ja kvaliteetse silo saamiseks vajatakse kindlustuslisandeid, mida on kinnitanud sileerimiskatsed (Lättemäe, 2000, Lättemäe, Tamm, 2002).

Käesoleva tööga selgitati kas ja millisel määral mõjutavad kõrrelised segus lutserniga silo käärimist ja selle proteiini kvaliteeti. Uurimistöös võrreldi hariliku lutserni puhaskülvi ja lutsernikõrreliste segukülvi haljasmassi sileerumist, silo toiteväärtust ning lehmadega läbiviidud lutsernisilo söötmiskatse tulemusi.

Materjal ja meetodika

Söötmiskatsesse valiti lutsernisilod Teravilja ja Taimse Materjali Labori analüüsitulemuste alusel. Eesmärgiks oli saada võrdväärse seeduvusega, kuid erineva botaanilise koosseisuga silod. Katsesse valitud rullsilodes kindlustuslisandeid ei kasutatud.

Koristus ja sileerimine toimus kaheetapiliselt. Mass niideti rootorniidukiga vaalu ja pressiti seejärel kogur-pessiga *Claas* rulli ilma peenestamata. Rullid kiletati 4 kihiliselt ja paigutati põllu serva. Rulli kaal oli puhaskülvi silol ca 750 kg ja segukülvi silol 700 kg.

Puhaskülvi lutserni rullisilo valmistati oktoobris kolmandast niitest. Põua tõttu (august ja september sademeteta) oli ädalal pikk kasvuaeg ja lutsernivarred puitusid (ligniinisaldus 8%). Happekiudu (ADF) oli tavalisest rohkem ja proteiini vähem (tabel 22).

Lutsernirohu väiksemat proteiinisaldust fikseeriti 2002. a erakordse põuase ilmastiku tõttu kõikides katsetes.

Tabel 22. Silo keemiline koostis ja kvaliteet

Näitajad	Lutserni silo	Lutserni-kõrreliste segasilo	Erinevus
Kuivaine, g/kg	200	311	111
pH	5,8	5,4	-0,4
Kuivaines:			
toorproteiin, g/kg	168	147	-21
seeduv proteiin, g/kg	13,1	9,6	-3,5
lahustuv lämmastik : üld N , %	65	42	-23
metaboliseeruv proteiin, g/kg	7,0	7,4	0,4
ADF, %	40,0	36,6	-3,4
NDF, %	45,2	53,2	8,0
ligniin, %	8,1	5,1	-3
hemitselluloos, %	5,2	16,6	11,4
toortuhk, g/kg	111	74	-37
metab. energia, MJ/kg	8,86	9,21	0,35
Hapete kogusumma, g/kg	68,6	88,6	20,0
Ammoniaak N: üld N, %	12,1	9,7	-2,4
Org. aine seeduvus, %	66	66	0
VPB, g/kg	9,2	5,4	-3,8

Sügisene ilm ei võimaldanud massi närvutamist ja puhaskülvi lutsernisilo saadi väikese kuivainesisaldusega (20%). Silo pH jäi kõrgeks, käärimishappeid esines vähe, kuid tugevasti külmunud mass ei riknenud ning säilis rahuldavalt. Hallitanud laike leiti silorulli keskelt, mille võis põhjustada silorulli puudulik järelpressimine.

Lutserni-kõrreliste segu sileeriti esimesest niitest soodsamates tingimustes, kuid hilinemisega. Segu kõrrelised (32% massist) olid loonud ja lutsern õitses.

Ilmastik soodustas esimese niite ajal närvutamist (kuivainesisaldus 31%). Silomassi käärimine kulges soodsamalt kui puhaskülvi lutsernil. Hapete kogusumma oli suurem ja piimhape moodustas sellest 60%. Võihapet katsesilodes ei olnud. Hallitanud kohti esines rulli südamikus.

Lutserni-kõrreliste segukülvi eesmärgiks oli muuta toiteväärtust, parandada silo käärimist ja vähendada proteolüüsi. Proteiini ulatuslikumale hüdroolüüsile luternisilos osutab kõrgem ammoniaaklämmastiku sisaldus (12,1%) võrreldes lutserni-kõrreliste segasiloga (9,7%). Proteiini lahustuvus on põhiline faktor, mis määrab proteolüüsi ulatuse.

Vatsas lagundavad mikroorganismid suurema osa sööda lämmastiku fraktsioonidest. Põhiline proteolüüsiprodukt on ammoniaak, mida nad kasutavad oma rakuvalgu sünteesiks. Kui aga lõhustuvat proteiini on palju ei suuda mikroorganismid kogu ammoniaaki ära kasutada. Lutserni-kõrreliste segasilo lahustuva lämmastiku osatähtsus oli tunduvalt madalam puhaskülvi lutsernisilo näitajast (tabel 22).

Külmunud silo sulas laudas ühe ööpäeva jooksul, riknenud silo eemaldati enne söötmist. Lutsernisilo toiteväärtuse määramiseks tehti keemialaboris zootehniline täisanalüüs (Weende skeem) ja määrati silomahla hapete koostis (Valio analüüs). Orgaanilise aine seeduvus ja metaboliseeruva energia sisaldus saadi arvutuslikult (Oll, Tölp, 1997).

Söötmiskatse lutsernisilo ja lutserni-kõrreliste segasilo võrdluseks viidi läbi Juuliku katsefarmi lehmadega 2003.a. jaanuaris-vebruaris. Võrdluse valiti analoogpaarid lehmadest, kes olid poeginud 3-4 kuud tagasi. Silo söödeti *ad libitum* ja jõusööta (7 kg söödajahu) normeeritult (kolmes annuses). Heina



Joonis 9. Rohusilo söötmiskatse Juuliku katsefarmis



Joonis 10. Seemnesegude katsetamine Juuliku karjamaal

ei antud. Lehma söödeti kogu katse vältel individuaalselt kaks korda päevas. Söömata jäänud silo kaaluti igal hommikul. Sööda-jääkidest tehti täiendav analüüs.

Katse eelperiood kestis neli nädalat ja arvestusperioodid 7 päeva. Uuele silole üleminekuage oli 1 nädal. Kokku kestis katse 49 päeva. Katsesse valitud lehmade keskmine päevatoodang oli eelperioodi kontroll-lüpsi andmetel 20,9 kg piima, mille rasvasisaldus oli 3,80%, valgusialdus 2,88% ja karbamiidi 139 mg/l. Lehmade söödaratsioon ei taganud enne söötmiskatset energia-ega proteiinivajaduse täielikku katet. Lehmade toodanguvõime vajas taastamist ja seetõttu kestis katse eelperiood tavalisest kauem. Loomade hea tervis säilis kogu katseperioodi vältel. Lehmade indlemist esines lutserni-kõrreliste segasilo söötmise perioodil.

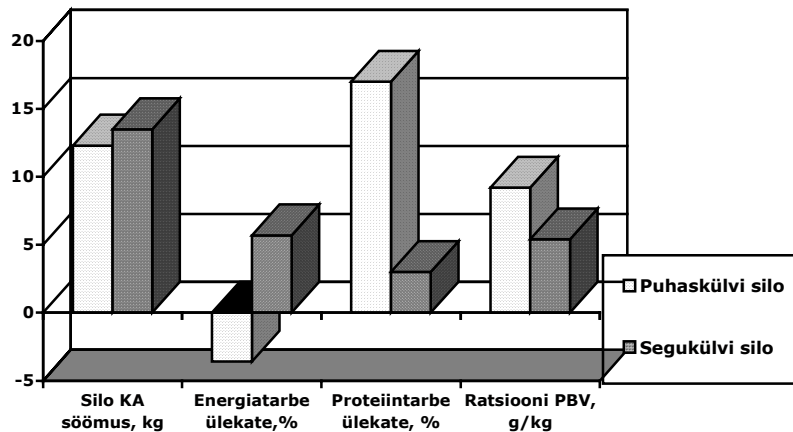
Piimatoodangu arvestamiseks kasutati piimamõõturit *Milko-Scope MK II*. Piimaproovid koguti kahe lüpsi keskmisena ja analüüsiti Jõudluskontrolli laboris "*CombiFoss*" analüsaatoriga. Lehmade kehamass määrati mõõtlindiga iga katseperioodi lõpul.

Katseandmete statistiline analüüs tehti programmi MS Excel abil. Keskmiste erinevuste 95%-lise tõenäosusega piirdiferentsi leidmiseks kasutati Studenti kriteeriumi.

Katsetulemused ja arutelu

Silo potentsiaalse kuivaine söömuse määrab rohustu koosseis, orgaanilise aine keemiline koostis ja seeduvus. Söömust mõjutab peale selle veel süsivesikute ja N fraktsiooni teisendus silo fermentatsiooni käigus.

Katsesilodest söödi lutserni-kõrreliste segasilo suurema kuivainesisalduse tõttu kaaluliselt vähem, kuid ümberarvestatult kuivainele 1,2 kg rohkem kui puhaskülvi lutsernisilo (tabel 23). Lutsernisilo söömust piiravaks faktoriks võib pidada suurt ligniini- ja madalat kuivainesisaldust. Arvutuslik lutsernisilo kuivaine söömuse oli 2,6% elusmassist, tegelik aga 2,0%. Kogu ratsiooni kuivaine maksimaalsest söömusest kasutati ära 96%.



Joonis 11. Söötmitulemused luternisilo katses

Lutserni-kõrreliste segasilo tegelik söömus (2,23% elusmassist) oli arvutuslikule söömusele (2,15%) lähedane. Maksimalne ratsiooni kuivaine loodetav söömus ületati 2,6%. Söodaratsiooni koostamisel arvestati söötmisskatse eelperioodi andmete alusel energia ja seeduva proteiini vajaduse täielik kate, kuid söötmisskatses realiseerus see variantide lõikes erinevalt. Energiavajadus kaeti luternisilo söötmisel 96,4% ja lutserni kõrreliste segasilo korral 106%.

Vatsa mikroorganismid on proteiinirikkad kuid nende paljunemist ei piira proteiinirikka sööda puhul mitte sööda proteiinisaldus vaid kättesaadav energia (täpsemalt ATP energia), mille kogus on proportsionaalne vatsas fermenteeruva orgaanilise aine kogusega (Oll, 1994). Silosööt moodustas metaboliseeruvast energiast luternisilo söötmisel 58% ja lutserni-kõrreliste segasilo korral 61%. Proteiinirikast sööta vatsamikroobid küll lõhustavad kuid energiapuuduse tõttu luternisilo ratsioonis ei suutnud nad proteiinist vabanevat ammoniaaki oma rakuvalgu sünteesiks täielikult ära kasutada, mistõttu piima karbamiidisisaldus tõusis üle 300 mg/l. Segasilo söötmisel püsis nimetatud näitaja normi piires (tabel 23).

Tabel 23. Söötade tarbimine, piimatoodang ja selle kvaliteet

Näitajad	Lutsernisilo	Lutserni- kõrreliste segasilo	Erinevus
Söömus kg/päevas:			
ratsiooni kuivaine	18,3	19,5	1,2
silo	61,3	43,5	-17,8
silo kuivaine	12,3	13,5	1,2
ME, MJ	188	204	16
Metaboliseeruv proteiin, g/päevas	1453	1595	142
Piimatoodang:			
EKM piima kg/päevas	25,4	25,0	-0,4
Piimarasva g/päevas	1064	1052	-12
Piimavalku g/päevas	749	699	-50
Piima koostis:			
Rasv, %	4,40	4,53	0,13
Valk, %	3,10	3,01	-0,09
karbamiid mg/l	310	267	-43

Proteiini bilanss vatsas oli mõlema silosööda söötmisel positiivne, mis lutsernisilo ratsiooni keskmisena oli 419 ja segasilo söötmisel 90 g/kg. Arvutuslik metaboliseeruva proteiini kogus (tõeliselt imendunud aminohapped) oli segasilo söötmisel 1595 g, mis ületas lutsernisilo vastavat näitajat 11% võrra.

Mineraalelementidest on lutsernis rohkesti kaltsiumi ja söötmiskatses said lehmad seda lutsernisilo korral 2,3 korda ning segasilo söötmisel 1,6 korda üle tarbe. Fosforivajadus kaeti seavastu ainult 67%-liselt.

Katsesse valitud lutserni puhaskülvi ja lutserni-kõrreliste segasilo vabalt söötmisel saadi lehmadel kogu katseperioodi keskmisena 25,0-25,4 kg EKM piima päevas. Variantide vahel puudus piimatoodangu ja rasvatoodangu usutav erinevus.

Piima koostises oli märgata mõningat erinevust. Lutsernisilo söötmisel said lehmad vähem metaboliseeruvat energiat ja rohkem toorproteiini kui segasilo söötmisel. Lutserni puhaskülvi silo söötmisel oli piima rasvasisaldus väiksem ja valgu- ning karbamiidisisaldus suurem.

Kokkuvõttes olid katsesse valitud lutsernisilod piimakarja söötmiseks rahuldava väärtusega. Suure kiuisisalduse tõttu oli metaboliseeruvat energiat hea silo nõuetest vähem. Sileerimisel ei kasutatud kindlustuslisandeid. Rohusilo sisaldas vähe happeid ja suhteliselt palju ammoniaaklämmastikku. Lutseri-kõrreliste segasilos olid käärimestingimused soodsamad. Loomadele kahjulikke käärimisprodukte silos ei leidunud.

Söödaratsiooni tasakaalustamiseks ja energiasisalduse suurendamiseks lisati 25 kg päevatoodanguga lehmadele päevas 7 kg söödajahu (ME 13,0 MJ/kg KA). Lutserni puhaskülvi silo kuivainesisaldus oli väike, kiu- ja ligniinisaldus kõrge, seepärast ei ulatunud kuivaine söömumus (12,3 kg) loodetud arvutusliku tasemele.

Puhaskülvi lutsernisilo söötmisel jäi ratsiooni energiasöömumus loomade vajadusest väiksemaks, seetõttu ei suutnud vatsamikroobid proteiinist vabanenud ammoniaaki ära kasutada ja piima karbamiidisisaldus tõusis üle 300 mg/l.

Lutserni-kõrreliste segasilo söötmistulemused osutusid lutserni puhaskülvist paremaks. Silo kuivaine söömumus oli suurem (13,5 kg) ja kuigi piimatoodang usutavalt ei erinenud oli söödaratsioonis energia ning proteiini tasakaal. Piima karbamiidisisaldus oli normis (267 mg/l) ja rasvasisaldus kõrge (4,53%).

Lehmade energiatarbest kaeti lutsernisilo arvel 57,8% ja lutserni-kõrreliste siloga 61,0%, kaltsiumi said loomad vastavalt 2,3 ja 1,6 korda vajadusest rohkem, kuid fosforivajaduse kate oli vaid 67%.

Katsetulemuste alusel on lutserni kasvatamine segus kõrrelistega sööda toiteväärtust ja söötmistulemusi arvestades parem kui lutserni puhaskülvis kasvatamine.

Kirjandus

- Bender, A. Lutserniliikide ja –sortide talvekindlusest. – Agraarteadus nr. 4, lk. 291...310, 1997.
- Bender, A. Lutserni ja punase ristiku sordid, nende omadused. Väitekiri, 2000, 170 lk.
- Frame, J., Charlton, J. F. L., Laidlaw, A. S. Temperate Forage Legumes. Wallingford, UK, 1998.
- Fuchan, R., Roberts, J. E., Theobald, V.J., McConochie, H. R. Effect of ensiling lucerne with ryegrass. Conference Proc. The XIIIth International Silage Conference. Auchincruive Scotland, p. 90-91, 2002.
- Kotkas, H. Lutsernikasvatus. – Põldheinakasvatus. Koost. R. Toomre. Tln., lk. 160...195, 1956.
- Kärt, O., Ots, M. Metaboliseeruva proteiini hindamise süsteemide arendusi eri riikides. – EPMÜ Loomakasvatusinstituudi teadustöid 70, lk. 18...28, 1999.
- Loucka, R., Takahashi, J., Masuko, T. Fermentation quality of silage made from alfalfa-grass or an alfalfa–grass mixture. – Proceedings of the XIIth International Conference in Uppsala, pp. 108...109, 1999.
- Oll, Ü. Metaboliseeruv proteiin söötade proteiinisalduse ja mäletsejaliste proteiinitarbe arvestamise alusena. - Agraarteadus nr. 2, lk. 158...169, 1991.
- Oll, Ü. Söötisõpetus I. Tln. 1994. 302 lk.
- Oll, Ü., Muuga, A. Veiste söötmine. Tln., 1978. 231 lk.
- Oll, Ü., Tõlp, S. Söötade energiasalduse arvutamise juhend koos abitabelitega. Tartu, 1997. 83 lk.
- Rihma, E., Kärt, O. Dairy cows' intake of silage prepared from different grass. - Proceedings of the Animal Nutrition Conference, pp. 22....29, 2000.
- Sikk, V. Piimalehmade söödaratiooni energia- ja proteiinitase ning selle hindamine piima karbamiidi-ja valgusalduse alusel. – Tõuloomakasvatus, 2, lk. 20...23, 1999.
- Sutter, H. Lutserni agrotehnilised katsed. – Lühikokkuvõtteid EPA Agronoomiateaduskonna teadusliku uurimistöo tulemustest 1941...1968. a., lk. 147...160, 1969.

Tamm, U., Põlluste, A. Lutserni kasutusviisi mõju saagile ja sööda toiteväärtusele. – APS Toimetised nr. 11, lk. 79...82, 2000.
Tamm, U., Tamm, S., Põlluste, A. Saagi ja toiteväärtuse muutused lutserni kasvatamisel segus põldtimutiga. - Agraarteadus, nr. 2, lk 116- 124, Tartu, 2001.