

Uno Tamm

LUTSERNIKASVATUS

Saku
2006



Raamatu väljaandmist on toetanud RAK-i meede 3.8

Fotod Johannes Sapas
Kirjastanud Eesti Maaülikool

© Uno Tamm 2006

Raamatus antakse ülevaade lutserni söödakultuurina kasvatamise agrotehnikast. Katseandmetele tuginedes käsitletakse lutsernisortide iseärasusi, toiteväärtuse muutusi arengufaaside lõikes, kasutamise viisist ja niitekordade arvust tulenevat eripära, väetamise mõju ja koos kõrrelistega segukülvis kasvatamise võimalusi. Esitatud on ka lutserni söötmiskatsete tulemusi.

AS Atlex
Kivi 23
51009 Tartu
Tel 734 9099
Faks 734 8915
E-post: atlex@atlex.ee
<http://www.atlex.ee>

ISBN-10: 9949-426-10-3
ISBN-13: 978-9949-426-10-2

Sisukord

EESSÖNA	5
1. LUTSERNIKASVATUSE LEVIK EESTIS	7
2. SORTIDE ISELOOMUSTUS.	11
3. LUTSERNI AGROTEHNIKA ISEÄRASUSI.	15
3.1. Kasvukoha valik	15
3.2. Toitainevajadus	16
3.3. Mullaharimine ja külv	17
3.4. Külvi järgne hooldamine	19
3.5. Väetamine	20
4. LUTSERNI TOITEVÄÄRTUS	25
4.1. Toiteväärtuse muutus kasvuperioodil	25
4.2. Toiteväärtuse muutus segukülvides	27
5. SAAGI JA TOITEVÄÄRTUSE MUUTUSED	
LUTSERNI KASVATAMISEL SEGUS TIMUTIGA.	29
5.1. Metoodika	30
5.2. Katsetulemused ja arutelu	33
5.3. Segukülvi saagi kujunemine	34
5.4. Keemilise koostise muutused	36
5.5. Toiteväärtuse kujunemine	39
5.6. Katsetulemuste kokkuvõte.	42
6. LUTSERNISAAGI KORISTAMINE	45
6.1. Lutserni heinaks koristamine	46
6.2. Lutserni sileerimine	47
7. LUTSERNI KASUTUSVIISI MÕJU SAAGILE JA	
SÖÖDA TOITEVÄÄRTUSELE	51
7.1. Tingimused ja metoodika.	51
7.2. Tulemused ja arutelu	53
7.3. Katsetulemuste kokkuvõte.	59
8. LUTSERNI SÖÖTMINE.	61
8.1. Lutsernisööda omadused	61
8.2. Söötiskatsete tulemusi	64
KIRJANDUS.	67



EESSÕNA

Veiste põhisöödaks olevad rohusöödad võimaldavad liikide ja segude oskuslikul valikul söötmise sellise korralduse, et loomad on terved ja nende toodang tervislik. Kaasajal on rohusöödade kõige olulisemad toiteväärtuse näitajad kuivaines sisalduv energia ja proteiin. Lutsern kui proteiinirikas heintaim võimaldab viimase vähesust rohusöötades vältida.

Lutsernikasvatusega on Eestis tegeletud üle 150 aasta, kuid selle liigi kasvupind oli vaid 12 000 hektarit. 2006. aasta kevadtalve väga tugev külm hävitas Põhja- ja Lääne-Eesti lumekatteta piirkonnas enamiku lutsernikülvidest.

Lutsernikasvatuses on teiste heintaimede kasvatusega võrreldes rohkesti agrotehnilisi iseärasusi, mille kohta kokkuvõtlik trükis puudub. Väärtusliku söödakultuurina väärib lutsern “rohusöötade kuninganna” tiitlit.

Käesolev trükis lutsernikasvatusest on mõeldud õppematerjaliks rohusööda tootjale ja veiste söötjale. Seda saavad kasutada taime- ja loomakasvatuse konsulendid, täiendõppe korraldajad ning üliõpilased.

Raamatus antakse meil kasvatatavate lutsernisortide agronoomiline iseloomustus, selgitatakse kasvatamise agrotehnika iseärasusi, kirjeldatakse lutserni toiteväärtuse kujunemist kasvuperioodil ja segukülvides, käsitletakse lutsernisaagi koristamise eripära ning lutsernisilo söötmisskatsete tulemusi.

Trükise lähteandmeteks on Eesti Maaviljeluse Instituudi rohumaade osakonnas aastatel 1995–2005 korraldatud põldkatsed ja uurimused lutserni kasvatamisest, rohusöötade tootmisest ning piimakarja söötmisest.

Avaldan tänu materjali kogumisel ja läbitöötamisel osutatud ulatusliku abi eest teadur Silvi Tammele. Uurimusi finantseerisid Eesti Põllumajandusministeerium ja Eesti Teadusfond (grandid nr 4175 ja 5774).

Uno Tamm



1. LUTSERNIKASVATUSE LEVIK EESTIS

Lutsern kasvab looduslikult sageli Põhja- ja Lääne-Eesti karbonaatsetel muldadel, mujal harva. Enam levinud liigiks on sirplutsern (*Medicago falcata* L), kuid hajusalt üle Eesti leidub ka naturaliseerunud harilikku lutserni (*Medicago sativa* L). Lääne-Eestis leidub üksikutes kohtades põhjalutserni (*Medicago borealis* Grossh) ja rumeenia lutserni (*Medicago romanica* Prodan). Hübriidlutsern (*Medicago varia* Mart.) on hariliku ja sirplutserni ristand (Kukk 1999).

Kirjandusest leiame teavet Eesti esimesest lutsernikülvist, mille tegi 1853. aastal Fr. Sievers Öisu mõisa põllul. Seeme pärines kirgiiside rohtlatest Hiina piiri ääres. Tartu näitusel 1860. aastal sai seitse aastat kasvatatud lutserni väljapanek kuldauraha. Öisus tehtud lutsernikülvi daatumit peetakse lutserni kultuurkasvatamise alguseks Eestis (Miljan 1932, Mets 1937, Laur 1962, Kuum 1972, Bender 2000).

Esimese lutsernikülvi heade tulemuste (lutserni kestus 12 aastat) ergutusel hangiti lutserniseemet algul Hiinast ja seejärel Prantsusmaalt. Katsetati nii hariliku kui ka sirplutserniga. Sirplutserni söödaväärtus osutus harilikust lutsernist halvemaks. Katsetest saadi väärtuslikke kogemusi lutsernikasvatuse agrotehnika iseärasuste kohta, kuid üksikutes mõisates (Öisu, Raadi, Loosi, Sangaste) tehtud külvidega lutserni levik 19. sajandi lõpul piirduski.

Lutsernikasvatuse uurimistöo hoogustus Jõgeval 1920. aastal Jaan Metsa juhtimisel. Uuriti lutsernikasvatuse agrotehnika küsimusi ja segukülvide võimalusi, alustati lutserni sordiaretusega. Lutsernikasvatus tootmistaludesse laiemalt ei jõudnud, sest külvid tehti peamiselt sissetoodava seemnega. Sisseostetud lutserniseemne kogused olid algul 0,4–0,7 tonni aastas, 1937. aastal 2,5 tonni.

Lutsernikasvatuse laienemine Eestis algas 1954. aastal, kui imporditi 115 tonni lutserniseemet. Lutserni kasvupind oli 1960. aastal 30 000 hektarit (Laur 1962). Edaspidi kasvupind siiski ei suurenenud. Lõunapoolsetest vabariikidest sissetoodud lutsern oli väikese talvekindlusega ja seetõttu jäi külvide kasutuskestus lühikeseks. Eestis aretatud lutsernisortide seemet oli vähe, sest seemnesaak on meil väike ja sõltub ilmastikust.

Põllumajandusministeeriumi andmetel oli lutserni kasvupind 1970. aastal 14 312 ha (Kaldoja 1972). 1972. aastal analüüsiti Sakus lutsernikasvatuse konverentsil seemnekasvatuse olukorda ja leiti, et eesmärgiks seatud 45 000 ha lutserni on võimalik viljeleda, kui sellega tegelevad kõik majandid.

Sel ajal oli pinna laiendamiseks ja madalasaagiliste lutsernipõldude uuendamiseks vabariigis vaja külvata aastas 300 tonni seemet. Seemnete väikese sisseveovõimaluse tõttu tuli see põhiliselt ise kasvatada. Teaduritele (E. Haller, H. Sutter, V. Laur, H. Kotkas, L. Kõrgas) lisandus lutsernikasvatuse uurijaid ja edendajaid tootmisest (Saaremaal A. Abe, Adaveres A. Niglas).

Heinaseemnekasvatuse vabariiklik süsteem, mis töötas edukalt 1967. aastast, aitas suurendada lutserniseemnepõldude pindala. Aastate 1981–1986 keskmisena oli seemnepõldude koristuspind 775,7 ha (1970. a 237,4 ha), kuid lutserniseemet saadi vaid 54,3 tonni (70 kg/ha), millega võis külvata 2715 ha lutsernipõlde (Rand 1992).

Heinaseemnekasvatuse olukord halvenes tugevalt pärast Eesti taasiseseisvumist. Efektiivselt toimunud ja suurmajanditel põhinev seemnekasvatuse süsteem lagunes ning tekkis heinaseemnete suur defitsiit. 1995. aastal oli tunnustatud lutserniseemnepõlde vaid 58,2 ha. A. Benderi (1999) andmetel oli 1998. aastal võimalik omatoodetud seemnega külvata kõigest 61 ha lutserni.

Seemnete vähesusest tingituna hakati neid tooma välisriikidest. Euroopas on suuremad heinaseemnete müüjad Holland, Taani ja Saksamaa, kus kliima on lutsernile märksa soodsam. Seal kasvatatud lutsernisordid on meil aretatud sortidest väiksema talvekindlusega.

H. Olderi algatusel toodi 1995. aastal tootmiskatsete korraldamiseks lutserniseemet Põhja-Ameerikast. Tulemused olid head ja Ameerika lutserni kasvupind laienes taludes kiiresti. Statistikaameti aastakogumiku järgi oli lutserni kasvupind 2001. aastal 8182 ha, 2004. aastal 10 954 ha ja 2005. aastal 11 956 ha. Sortide nomenklatuur on täienenud ja aastate lõikes ka oluliselt muutunud. Iga tootja otsustada jääb see, missugust lutsernisorti ta eelistab või mida talle koju tuuakse.

Riiklik sordikatsetus kontrollib sortide sobivust kahe aasta andmetele tuginedes. Enamik katsetuse läbinud sorte on saanud positiivse hinnangu. Välismaised seemnekasvatavad uuendavad kasvatatavaid sorte pidevalt. Tootmisse võetakse uued efektiivsemad sordid, mille järele on suur nõudlus. Eksporti suunatakse kodumaal väiksema nõudlusega vanemad ja püsivamad sordid.

Väga külm jaanuar 2006. aastal hävitas palju lutsernikülve. Lumekatteta Põhja- ja Lääne-Eesti piirkonnas hukkusid hariliku lutserni külvid täielikult. Osaliselt kahjustusid Jõgeval aretatud hübriidlutserni sordid 'Jõgeva 118' ja 'Karlu'. Kuiv ja jahe kevad ning äärmiselt põuane suvi ei võimaldanud nõrkade taimikute taastumist. Uusi lutsernikülve tehti võrdlemisi vähe.

Eestis kasvatatakse põhiliselt kolme liiki kuuluvaid lutsernisorte. Need on harilik ehk sinine lutsern (*Medicago sativa* L.), sirplutsern ehk kollane lutsern (*Medicago falcata* L.) ja hübriidlutsern (*Medicago varia* Mart.). Jõgeval aretatud uued hübriidlutserni sordid on kollase õiega (joonis 1.1). Põhja-Ameerika klassifikatsiooni järgi kuuluvad kõik need liigid hariliku lutserni kompleksi (Bender 2006). Tuginedes eeltoodule, piisab sellest, kui põlluraamatus märgitakse kultuurina lutsern ja lisatakse sordi nimetus.



Joonis 1.1. Hübriidlutsern 'Karlu' kollased õied on nutitaolises kobaras

Agronoomilised omadused on sorditi erinevad. Hariliku lutserni sordid on teistest veidi kiirema arengu ja suurema ädalakasvuvõimega. Kevadel hakkavad nad varem kasvama ja seetõttu võib mai-kuus öökülmade kahjustusi tekkida. Jõgeval aretatud sortidel öökülmakahjustusi ei ole esinenud. Sügisel lõpeb hariliku lutserni sortide kasv alles enne külmade tulekut ja need on talveõrnemad.

Lutsernitaimikute kestus on sortide lõikes erinev. Enamikul sortidest loetakse kasutuskestuseks agrotehniliste nõuete täitmisel 3–5 aastat. Vahel võib lutserni soodsates oludes ka kauem kasutada. Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika rakendamise seaduse järgi on vanemate taimikute toetused üle poole väiksemad kui lühiajalistel rohumaadel (1–4aastastel taimikutel). Selle toel loodetakse kiirendada heintaimede külvi uuendamist.

2. SORTIDE ISELOOMUSTUS

Eesti riiklikku sordinimekirja kanti 2005. aastal seitse lutsernisorti, neist kolm hübriidlutserni on kõik aretatud Jõgeval. Aastatel 1969–1992 oli Eestis rajoonitud ka sort ‘Saaremaa kohalik’, mis liigiliselt kuulus sirplutsernide hulka. Lutsern on suvetüüpi taim, mis annab õitsevaid varsi nii külviaastal kui ka ädalas.

Hübriidlutsern ‘Jõgeva 118’ on kirjuõieline, niiteliseks kasutuseks sobiv sort. Aretatud on ta 1921.–1955. aastal liikide- ja sortidevahelise vaba ristamisega ning pere- ja koguvalikuga saagi suuru- sele. Aretustöö kestis kaua ja saadud tulemus on väga hinnatud. Eriti märgitakse seda, et heale talvekindlusele ja suurele haljasmassisaagile lisaks on ‘Jõgeva 118’ võimeline andma ka head seemnesaaki. Õied viljastuvad ebasoodsates tingimustes teiste sortidega võrreldes paremini. Põllu niiteline kasutuskestus on 4–6 aastat.

Hübriidlutsern ‘Karlu’ on kollaseõieline karjamaasort, aretatud aastatel 1953–1987 hübriidse materjali valikuga seemnerikkuse ja vegetatiivse levikuvõime alusel. Sordi karjatuskindlus tuleneb sellest, et populatsioon on kuni kaks kolmandikku võsunditega levivaid taimi (joonis 2.1). Saagivõimelt loetakse ‘Karlu’ võrdseks sordiga ‘Jõgeva 118’, kuid intensiivsel kasutusel ületab ta viimast. Talvekindlust võib hinnata samuti paremaks, sest juurekael on sügavamal mullas.

Arengukiiruselt on ‘Karlu’ ädalas nädala võrra varajasem kui ‘Jõgeva 118’. Kevadel algab kasv mõni päev hiljem, sest sügavama mullakihi soojenemine võtab kauem aega. Õigeaegsel koristamisel on hübriidlutserni sordid saagi toiteväärtuselt ja haiguskindluselt võrdsed. ‘Karlu’ taimiku kasutuskestus on tänu vegetatiivsele levikuvõimele pikaajaline.

Hübriidlutsern ‘Juurlu’ on kollaseõieline pika produktiivse kasutusega karjamaasort. Aretatud on ta aastatel 1971–1998 valikute ja valiktaimede kloonide vahelise *polycross*-ristamisega. Valikuga suurendati juurevõrsetega vegetatiivselt levivate taimede osatähtsust (joonis 2.2).



Joonis 2.1. Hübriidlutsern 'Karlu' võsundid levivad ka mullas



Joonis 2.2. Hübriidlutsern 'Juurlu' annab võrseid ka juurtest

Juurevõrselisus ei ilmne külviaastal, vaid taimede teisel või kolmandal kasvuaastal. Otstarbekas on 'Juurlu' külve kasutada esimestel aastatel niiteliselt ja karjatamisega alustada teisest-kolmandast kasutusaastast. 'Juurlu' on katsetes olnud veidi väiksema haljasmassi saagiga, kuid toiteväärtuselt võrdne standardsordiga. Seemnesaagi kohta on veel vähe andmeid. Juurevõrsete abil uueneb taimik pidevalt ja seetõttu kestab kaua.

Hariliku lutserni sordid on ostetud Lääne-Euroopast ja Ameerikast. Riiklikku sordinimekirja kuulusid 2005. aastal Hollandis aretatud 'Diane', Taani päritoluga 'Daisy' ja 'Live' ning USA sort 'ABT 205'. Õied on harilikul lutsernil mitmes varjundis violetsed. Kasv algab varakevadel ja lõpeb hilissügisel.

Talvekindluse üle aitab otsustada sordikirjelduses märgitud sügisene kasvuseiskumise indeks (1–10). Meil ei pea lutsernid talvele vastu, kui indeks on suurem kui 4. Ameerika sordil 'ABT 205' on kasvuseiskumise indeks 2,0 ja enne möödunud talve oli see sort hea talvekindlusega.



Joonis 2.3. Harilikul lutsernil suunduvad võrsed otse üles



Joonis 2.4. *Külviaastal on lutserni juurekael mulla pinnal*

Varred on hariliku lutserni sortidel püstised, sest juurekaelast suunduvad võrsed peaaegu otse üles (joonis 2.3). Areng on neil 5–6 päeva kiirem kui hübriidlutsernidel. Hiliskevadised öökülmad kahjustavad hariliku lutserni lehti, kuid taimed taastuvad juba nädalaga. Kasvutingimuste suhtes on hariliku lutserni sordid nõudlikumad, talvekahjustustele ja haigustele vähem vastupidavad ning lühema kasutuskestusega. Lutserni juurekael on külviaastal mulla pinna lähedal (joonis 2.4).

3. LUTSERNI AGROTEHNIKA ISEÄRASUSI

3.1. Kasvukohta valik

Sobiva põllu valik paneb aluse lutserni edukale kasvatamisele. Lutsern vajab kuivemapoolseid sügava põhjaveesisuga (1,5–2 m) õhu- ja lubjarikkaid muldi. Lutsern ei talu mulla liigset happelisust ($\text{pH} < 6,5$). Puudulik kuivendus võib põhjustada liigniiskust ja jääkooriku teket talvel, millest tingituna esineb lutsernil kahjustusi. Pinnavee kogunemise kohtades lutsern hakkab hukkuma.

Lutsernikasvatuseks sobivad parasniisked või kuivapoolsed keskmise lõimise kultuurmuldad, mis ei vaja lupjamist. Lutserni juured võivad ulatuda sügavamale kui 2 meetrit ja seetõttu on ta väga põua-kindel. Lutserni saab kasvatada ka kergema lõimise puuetega põllumuldadel, mis ei ole liigniisked. Mineraalsed rohumaamullad ja turvasmullad lutsernile ei sobi (Kõlli 2006).

Põhja- ja Lääne-Eestis on rohkesti karbonaatseid rähkmuldasid, kus põllu valik lutserni kasvatamiseks ei ole keerukas. Kesk- ja Lõuna-Eestis ei sobi kõik mullad lutserni kasvatamiseks. Happelised mullad karbonaatsel lähtekivimil on kõlbulikud pärast lupjamist. Mullareaktsiooni optimeerimisega lutserni külvi eel parandame mulla struktuuri, aktiveerime mügarbakteri *Rhizobium* tegevust, täiendame Ca- ja Mg-varusid, suurendame P ja Mo kättesaadavust ning vähendame Mn, Fe ja Al toksilisust.

Lutsernikülviks peab maa umbrohust puhasolema. Juurumbrohtude esinemisel tekivad taimikusse tühikud, mistõttu saak ja kasutuskestus vähenevad. Tüüpilised umbrohud, mis levivad lutserni kasutusaastatel, on võilill ja harilik nurmikas. Võililletõrjeks puuduvad lutsernipõllule sobivad herbitsiidid. Hariliku nurmika massilisel levikul jääb lutsern kiduraks.

3.2. Toitainevajadus

Lutsernil on kiire kasvu tõttu kõrge toitainevajadus. Külviks sobivate maade valikul tuleks vältida väga suure väetisevajadusega põlde. Huumuserikkamatel kamar-karbonaatmuldadel lutsern orgaanilist väetist ei vaja. Huumusevaesematel muldadel on kasulik anda orgaaniline väetis lutserni eelviljale, et aktiveerida mikrobioloogilisi protsesse ja vähendada umbrohtumust.

Kuigi mõnede toiteelementide kättesaamiseks piisab looduslikust mullareservist, on lutserni kasvatamisel oluline jälgida fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi-, väävl-, boori- ja magneesiumisisaldust. Kaltsiumi ja magneesiumi defitsiiti tavaliselt ei esine, kui lutserni kasvatatakse muldadel, mida lubjati, või kus pH on optimaalne (6,7–6,9). Igal juhul vajab lutsern teiste toiteelementidega rikastatud PK-väetisi.

Happeliste muldade lupjamilisel kasutatav klinkritolm sisaldab keskmiselt 31% kaltsiumi, 3,5% kaaliumi, 2,4% väävlit ja 1,9% magneesiumi, millele lisandub veidi fosforit ning mikroelemente. Väetistarbe katmisel saab arvestada lisaks kaltsiumile ja magneesiumile veel kaaliumi ja väävliga.

Fosfori piisav kättesaadavus mullast soodustab lutserni kasvu ja arengut. Fosfor on vajalik ka juuresüsteemi kujunemiseks ja avaldab positiivset mõju mügarbakterite levikule. Fosforipuuduse sümptomid on väliselt nähtavad – taim muutub sinakasrohelisteks, varred võivad olla punakad, lehekesed hoiavad sageli kokku ja varred on jäigad ning püstisema kasvuga.

Kaalium aitab plastilistel ainetel lehtedest säilitusorganitesse jõuda, ka lämmastikku fikseerida ning fotosünteesida. Liikuva kaaliumi küllaldane sisaldus mullas suurendab lutserni talvekindlust. Kaaliumipuudus võib kergemini ilmnedada lutserni kasvatamisel segus kõrrelistega, sest segukülvid vajavad rohkem kaaliumi. Kaaliumipuudusel tekivad valged laigud alumiste lehtede servades. Puuduse progresseerudes võivad lehed üleni kolletuda ja hävida.

Kaltsium on toitekeskkonna reguleerija. Olles paljude toiteelementide antagonist, loob ta soodsad tingimused taime biokeemilistele protsessidele. Ta etendab tähtsat osa süsivesikute liikumises,

tugevdab ainevahetust ja reguleerib veekasutust. Kaltsiumivaegusel nõrgeneb eelkõige lutserni juurestiku areng. Puudustunnused ei ole visuaalselt eristatavad.

Magneesium kuulub taime klorofüllü koostisse, võttes osa süsivesikute assimilatsioonist. Toitelahuses on magneesium kaltsiumi ja kaaliumi antagonist. Kaaliumi suure sisalduse korral söödas tekib loomal magneesiumivaegus. Taimes avaldub magneesiumivaegus kloroosi näol – lehed kahvatuvad, roheline värvus asendub kollase või punakasvioletsega, välja arvatud leheroodude ümbrus.

Väävel on taimedes valkude, lipoidide ja vitamiinide koostisosa. Samuti on teda vaja klorofüllü sünteesis. Väävel on vajalik ka mügarbakterite edukaks tööks. Ta ei suurenda niivõrd taimede saaki, kuivõrd sööda kvaliteeti. Väävlipuudus võib esineda kergema lõimisega ja orgaanilise aine vähese sisaldusega muldades, kui enne külvi pole üle kahe aasta orgaanilist väetist antud.

Väävlipuuduses taimel on selgelt nähtavad sümptomid, samad, mis lämmastikuvaeguse korral. Erinevus on selles, et välised tunnused ilmnevad kõigepealt noortel lehtedel. Taimed närbumad ja nende areng seiskub.

Mikroelemendid kuuluvad taimeraku plasma koostisesse, annavad mitmesuguseid katalüsaatoritena toimivaid ühendeid, suurendavad fermentide aktiivsust. Mangaan, vask, boor ja molübdeen intensiivistavad fotosünteesi ja soodustavad süsivesikute sünteesi ning suurendavad külmakindlust. Puudusnähtused ilmnevad kasvukuhiku elutegevuse seiskumises, õite moodustumine on pärsitud, mügarbakterite elutegevus aeglustub, pidurdub taimede kasv ja nad on kahvatud.

3.3. Mullaharimine ja kül

Teiste heintaimedega võrreldes ei ole mullaharimises lutsernikasvatuse puhul väga suuri erinevusi. Külviks ettevalmistatud maa peab võimaldama seemnete ühtlase sügavusega (kergetel muldadel 2 cm, rasketel muldadel 1 cm) külvi ja niiskuse tõusu alumistest mullakihtidest külvatud seemneteni. Külvivalmis mullapind peab olema

hästi tasane, peene struktuuriga ja küllaldaselt tihe. See saavutatakse põllu rullimisega.

Parimaks külviajaks on varakevad. Eriti oluline on see rähkmuldadel, kus mulla niiskusvarud kiiresti vähenevad ja sellest tulenevalt võivad seemne normaalse idanemise tingimused halveneda. Kuivema mulla korral on otstarbekas külvata pärast tugevat vihma. Suviste külvide korral (alates juuli keskpaigast) ei arene väikesed lutsernitaimed küllaldaselt tugevaks, et normaalselt talvituda. Katseandmetele tuginedes soovitab V. Laur (1962) kevadist katteviljata külvi.

Külvisenormiks soovitatakse vanemas kirjanduses kasutada laialt külvist 25–30 kg/ha (Miljan 1932, Mets 1937). Peeneseemneliste külvikutega külvates saab seda vähendada. Puhaskülvi normiks on Jõgeva andmetel 16 kg/ha (Kotkas 1964). Soodsates kasvukohtades ja umbrohupuhtal maal on külviaasta sügiseks tiheda taimiku (300–400 tk/m²) andnud külvisenormid 12–15 kg/ha.

Erinevust võib märgata lutserniliikide lõikes. Külviaasta sügiseks on võrdse külvisenormi korral tihedam taimik olnud hariliku lutserni sortidega külvates. Väiksema taimede arvuga taimiku on andnud hübriidlutserni sordid.

Erinevus tuleneb seemne päritolust. Hariliku lutserni seeme kasvatati soodsates tingimustes, mis võimaldas seemnepõldu koristada bioloogilises täisküpsuses. Hübriidlutserni seeme kasvatati Eestis, kus tingimused seemne valmimiseks on enamasti ebasoodsad. Kõvade seemnete osatähtsus on hübriidlutserni sortide seemnes olnud üle 40%, millest mõningane hulk tärkab alles külvi järgsel aastal. Hariliku lutserni seemnetes on kõvu seemneid olnud ligikaudu 10%.

Lutserni ja mügarbakterite sümbioosi edukuseks on vaja seeme bakteripreparaadiga inokuleerida. Tegelikult peavad selle eest hoolt kandma seemnemüüjad ja pakkuma mügarbakteriga nakatatud seemet või andma vastava preparaadi kaasa. Eestis puudus 2006. aastal mügarbakteri preparaadi tootja ja vajalik kogus toodi välismaalt. Juhul kui bakteripreparaati hankida ei õnnestu, on hädapärast võimalik seemneid mügarbakteriga nakatada heas seisundis lutserni põllult võetud mullaga.

3.4. Külvijärgne hooldamine

Agrotehniline abi soodustab lutserni kasvu ja juurekava väljaarene-mist. Pärast tärkamist võivad külve kahjustada putukad. Kärsakate jt kahjurite massilisel levikul tuleb põldu pritsida vastavate tõrjepreparaatidega (Fastac, Karate).

Lutserni kasvatamisel on kõige hädavajalikum töö umbrohutõrje. Tärgranud lutsernitaimed on varjamise suhtes tundlikud ega suuda võistelda kiiresti kasvavate umbrohtudega. Häid tulemusi annab keemiline umbrohutõrje. Külviaastal saab kasutada herbitsiide (Basagran, Stomp), mis ei kahjusta lutserni.

Edukaks on osutunud ka umbrohtude niitmine. Esimest korda niidetakse siis, kui umbrohud on kasvanud 15–20 cm kõrguseks. Tärgranud lutsernitaimede kõrgus ei ole sel ajal üle 10 cm. Esimesel niitmisel tuleb niiduki löikekõrgus reguleerida nii, et ei kärbitaks tärgranud lutsernitaimi. Teisel niitmisel, kui see osutub vajalikuks, võib niitmiskõrgus olla ka väiksem, et pidurdada alarindes olevate umbrohtude kasvu. Õigeaegsel umbrohutõrjel jäävad mahaniidetud taimed heinaorasele kuivama ja neid ei ole vaja koristada.

Pärast ühe- kuni kahekordset hooldusniitmist kasvab lutsern kevadise külvi korral nii suureks, et hakkab õitsema. Lutserni õitsemise algul võib põllu koristada haljassöödaks või sileerimiseks. Sobivaks niitekõrguseks on 10–12 cm. Tavalisest kõrgem niitekõrgus võimaldab uute varte tekke ka varrepungadest.

Ei ole soovitatav niita augusti lõpus ega septembri esimesel poolel, sest siis koguvad lutsernitaimed varuaineid talveks. Külviaastal ei tohi lutserni taimikut mingil juhul karjatada. Arenev juurekael on lutsernil algul mulla pinna lähedal ja see kahjustub tallamisel väga kergesti. Kahjustatud juurekaelaga taimed hukuvad talvel.

Agrotehnika nõudeid järgides kasvab tugev ja terve lutsernitaimik. Siiski võib lutsern haigestuda järgmistesse taimehaigustesse:

- liblikõieliste pruunlaiksus (*Pseudopeziza medicaginis*),
- liblikõieliste laikpõletik (*Ascochyta spp.*),
- liblikõieliste jahukaste (*Erusiche trifolii*),
- ristikuvähk (*Sklerotinia trifoliorum*).

Söödatootmises lutserni haiguste tõrjet tavaliselt ei tehta. Tõrje fungitsiididega tuleb kõne alla seemnekasvatases.

3.5. Väetamine

Mineraalväetisi on otstarbekas kasutada põllult võetud mullaproovide analüüsitulemuste alusel. Lutsernil on võrreldes teraviljadega toiteelementide tarve suurem. Fosforit ja kaaliumi vajatakse mulla keskmise väetisearbe korral kuni kaks korda rohkem.

Lutserni kasvatamiseks happelistel muldadel on põldude lupjamine külvide õnnestumisele määrava tähtsusega. Eriti tähtis on neutraliseerida lutserniseemne idanemiskeskonna reaktsioon. E. Halleri (1969) idanemiskeskonna teooria on praktikas kinnitust leidnud ja võimaldab lutserni kasvatada karbonaatse lähtekivimiga happelistel muldadel.

Lutserni kuivaine sisaldab keskmiselt:

g/kg	mg/kg
N 27–35	Fe 150–180
P 2,8–3,7	Mn 32–38
K 25–33	Zn 30–36
Ca 17–19	Cu 8,5–10,0
Mg 2,5–3,2	Co 0,15–0,17
S 3,4–4,2	

Esitatud andmetest nähtub, et lutsern vajab kasvuks ja elutegevuseks palju lämmastikku. Lutsernil rahuldab lämmastikuvajaduse taimejuurte sümbioos mügarbakteritega. Kasvatustehnoloogias tuleb igati soodustada mügarbakterite aktiivsust, mis mõjutab ka taimiku püsivust.

Lubiväetis tuleks anda külvieelse mullaharimise alla paar nädalat enne seemne külvi. Väikest kogust lubiväetist saab idanemiskeskonda viia ka kombineeritud külvikuga külvates. Oluline on segada lubiväetis mullaga, sest neutraliseerimisained liiguvad mullas aeglaselt. Pealtlupjamise mõju on rohumaadel väike olnud.

Fosfor-kaaliumväetisi antakse lutsernipõllu rajamisel ja hiljem pealtväetiseks. Taimiku PK-väetiste vajadus sõltub saagi suurusest ja mullaviljakusest (tabel 3.5.1).

Väetiste normid on tabelis toodud 20 t/ha haljasmassi või 4 t/ha heinasaagi korral. Suuremate saakide saamiseks tuleb täiendavalt iga tonni kuivaine kohta lisada 2 kg fosforit ja 15 kg kaaliumi.

Tabel 3.5.1. Fosfor-kaaliumväetiste normid lutsernil

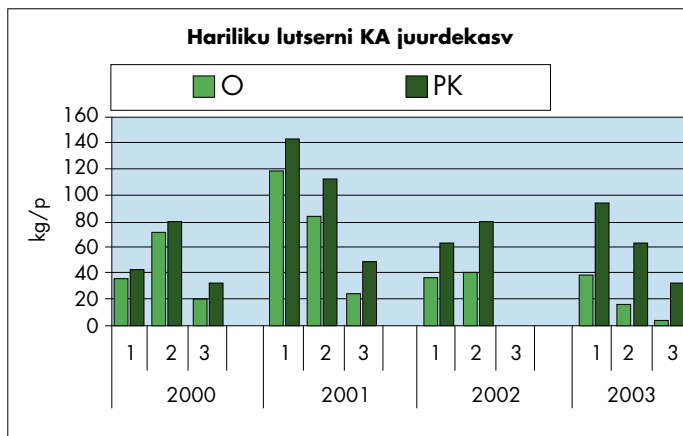
Väetistarbe- aste	Sisaldus mullas mg/kg Mehlich 3 järgi		Norm kg/ha	
	P	K	P	K
Suur	10–25	56–130	35	100
Keskmine	26–60	131– 240	26	76
Väike	61–125	> 240	14	38

Oluline roll on lutsernikasvatuses ka mikroväetistel. Mitmete mikroelementide (B, Mo, Cu) vähesusel on häiritud ainevahetus, mügarbakterite elutegevus soikub ja lutsernitaimed jäävad kiratsema või hukuvad talvitumisel.

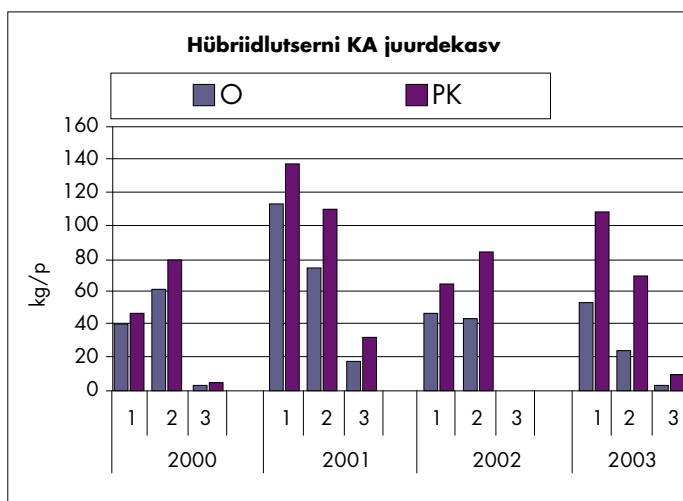
Boor (B) on tähtis mikroelement lutsernikasvatuses. Selle vajadus sõltub mulla lõimisest. Liivmullad ei seo boori nii tihedalt kui savimullad. Keskmise lõimisega muldadel, kus boorivajadus ei ole suur, piisab ühekordsest booriga (1–1,5 kg/ha) väetamisest. Kergetel muldadel tuleks boorväetist anda igal aastal (0,5 kg/ha). Väikesest annusest tingituna tuleks kasutada booriga rikastatud põhiväetisi.

Juhul kui mineraalväetised jäid enne külvi andmata, on vaja väetada külviaasta sügisel vegetatsiooniperioodi lõpul. Vastasel korral jäävad lutsernitaimed talveõrnaks ja taimikud hõrenevad kiiresti.

Väetamata põllul on lutsernitaimed kidurad ja kasvatavad massi juurde aeglaselt (joonised 3.5.1 ja 3.5.2). Hea toiteväärtusega rohusööda saamiseks on vaja päevaseks kuivaine juurdekasvuks 80 kg/ha (Tamm 2005). Katsetulemustel saadi nimetatud juurdekasv väetamata põllul ainult lutsernikasvuks väga soodsal 2001. aastal. Diferents väetamata ja PK-ga väetatud variantide vahel suurenes aastatega.

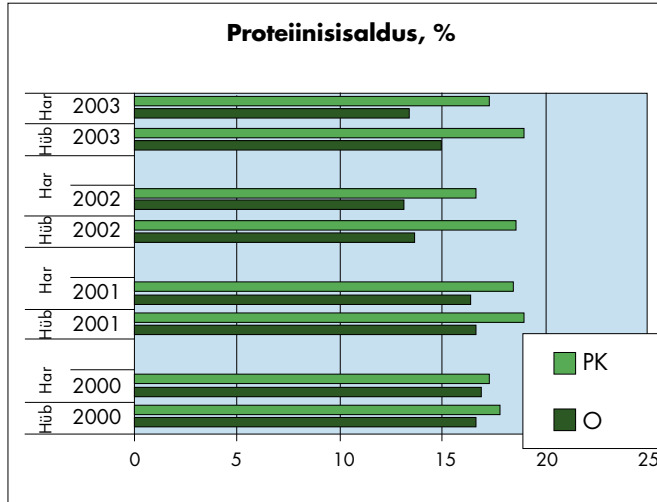


Joonis 3.5.1. PK-vätetiste mõju hariliku lutserni kuivaine juurdekasvule (kg/ha päevas) niidete (1, 2, 3) lõikes

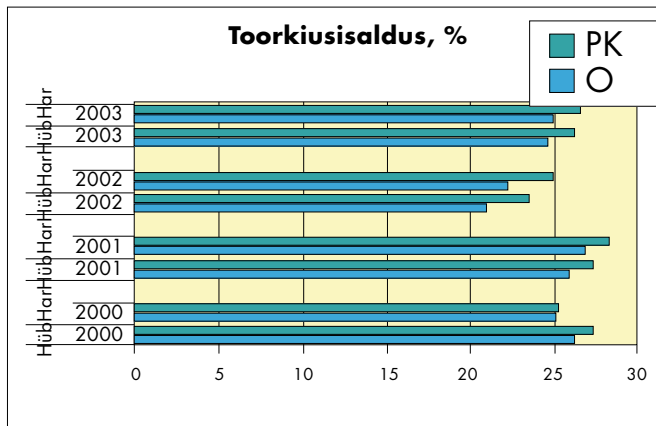


Joonis 3.5.2. PK-vätetiste mõju hübriidlutserni kuivaine juurdekasvule (kg/ha päevas) niidete (1, 2, 3) lõikes

Lisaks väikesele saagile oli väetamata alalt saadud rohu kuivaine proteiinisaldus (joonis 3.5.3) ja toorkiuisaldus (joonis 3.5.4) väiksem.



Joonis 3.5.3. Hariliku ja hübriidlutserni proteiinisalduse muutus PK-väetiste mõjul



Joonis 3.5.4. Hariliku ja hübriidlutserni toorkiusisalduse muutus PK-väetiste mõjul



4. LUTSERNI TOITEVÄÄRTUS

Lutsern on üks saagikamaid ja proteiinirikkamaid heintaimi. Lutsernist on võimalik toota väga mitmesuguse otstarbega sööta. Haljasmass on kasutatav karjamaasöödana ja niidetult, seda on võimalik kuivatada heinaks või rohujuhaks ning konserveerida kindlustuslisanditega silosöödaks.

Lutsernannab kõrgetoiteväärtusegasööda, kuid üksikutetoitefaktorite vahetegur ei ole alati soovitud tasakaalus. Lutsernist saadud sööt sisaldab enamasti rohkesti proteiini ja kaltsiumi, kuid energiasisaldus on kesk-pärane. Tehnoloogia ja koristusaja valikuga on võimalik lutsernisööda toitefaktorite sisaldust ja vahetorda oluliselt muuta.

4.1. Toiteväärtuse muutus kasvuperioodil

Taime maapealsed osad on erineva toiteväärtusega. Nende omavaheline suhe muutub taime arengu vältel. Kõige kõrgema toiteväärtusega on lehed, kusjuures nende suur väärtus säilib erinevates arengufaasides oluliste muutusteta. Lehed võivad olla ligi 2,5 korda proteiinirikkamad kui varred.

Lehefraktsiooni kuivaine seeduvus jääb vegetatiivsest staadiumist täisõitsemiseni kõrgeks (75–76%). Metaboliseeruvat energiat on lehtede kuivaines olenemata arengufaasist keskmiselt 12 MJ/kg.

Lutsernivarte toiteväärtus seevastu väheneb taime vananedes. Lutserni varsumisel on varte seeduvus 61%, õitsemise faasis aga 47%. Metaboliseeruvat energiat on varte kuivaines varsumise faasis 9,5 ja täisõitsemisel 7 MJ/kg. Suurem toiteväärtuse langus toimub õitsemise algul. Samal ajal pidurdub ka taime massi suurenemine. Vanemad lehed hakkavad varisema ja saagis on suur ülekaal väiksema toiteväärtusega vartel. Järelikult on lutsern õitsemise alguseks niiteküps.

Olenevalt arengufaasist ja keskkonnatingimustest kasvab taime küpsusega biomassi koondumine vartesse. Varre rakuseinad paksenevad, kiusisaldus suureneb ja sellesse ladestub ligniin. Lutserni varrekoe rakuseina polüsahhariidide koostises on varasemates arengufaasides

tselluloos, hemitselluloos ja pektiinained, hilisemates arengufaasides lisandub neile ligniin. Ligniin rakukesta ainen on seedumatu. Halb on ka see, et ligniin moodustab tselluloosi ja hemitselluloosiga ristsidemeid, takistades viimaste seedumist.

Taimemorfoloogiast tulenevate toiteväärtuse muutuste uurimused 2004.–2006. aastal näitasid, et lehtede kontsentratsioon oli

- öienuppude moodustumise faasis 49–51%,
- öitsemise algul 37–49%,
- täisõitsemisel 33–39%.

Metaboliseeruva energia sisaldus (MJ/kg) vähenes lutserni kuivaines vastavalt 10-lt (õiepungade faas) 9,0-ni (täisõitsemine).

Pärast niitmist hakkavad uued varred kasvama juurekaelast ja lehepungadest taime varuainete arvel. Juhul kui lutserni niita väga vara (varsumisel või õiepungade moodustumise algul), ei jätku taimel küllaldaselt varuaineid uue ädala kiireks kasvatamiseks. Tulemuseks on väiksem kogusaak ja lutserni halb talvitumine. Hilisel niitmisel (alates täisõitsemisest) on taimede talvekindlus suurem, kuid saadakse väiksema toiteväärtusega rohusööt.

Niidete löikes on samas arengufaasis tehtud toiteväärtuse tulemused erinevad. Teises niites on alati saadud väiksema toiteväärtusega rohusööt. Suvised kõrgemad temperatuurid kiirendavad lutserni varte rakuseina paksenemist ja ligniinisalduse suurenemist. Selle tulemusel väheneb kuivaine seeduvus ja metaboliseeruva energia sisaldus.

2000.–2003. aastal Juulikul korraldatud katses oli öitsemise algul koristatud lutserni seeduvus esimeses niites 64–66%, teises niites aga 61–62%. Kuivaine metaboliseeruva energia sisaldus oli esimeses niites 9,8–10,2 MJ/kg ja teises niites 9,3–9,8 MJ/kg.

Kolmandas niites moodustasid hübriidlutserni saagi lühivõrsed, milles lehti oli keskmiselt 55%. Hariliku lutserni ädalakasv jätkus külmade saabumiseni ja kolmas niide toimus varsumise või õiepungade moodustumise faasis, lehtede osatähtsusega 45–47%. Kolmanda niite saak moodustas suve kogusaagist:

- hübriidlutserni sortidel 10–12%,
- hariliku lutserni sortidel 21–24%.

Toiteväärtuselt oli kolmanda niite lutsern kõige parem. Metaboliseeruvat energiat oli kuivaines hübriidlutsernil 10,9–11,1 ja harilikul lutsernil 10,4–10,6 MJ/kg.

Mineraalaineid on lutsernisöödas palju. Toortuhasisalduselt ületab lutsern teisi rohusöötasid ja enamasti on see üle 10%. Mineraal-elementidest on lehtede kuivaines esikohal kaltsium (2–3%), vartes aga kaalium (3–3,5%). Võrreldes vartega on lehtedes rohkem fosforit (0,3–0,4% ja 0,2–0,3% vastavalt lehtedes ja vartes). Kasvuperioodi arvestades on kuivaine mineraalelementide sisaldus suurim esimeses niites.

Optimaalse koristusaja määramiseks on PMK koostöös institutidega (EMVI, Jõgeva SAI) alates 2002. aastast teinud heintaimede toiteväärtuse seiret. Vaatluse alla võetud liikide hulgas on olnud ka lutsern. Mai lõpu ja juuni tulemused on avaldatud internetis (www.pmk.agri.ee).

Toiteväärtuse hindamise kriteeriumid on uuendatud (Tamm 2005), hea rohusööda kuivaine seeduvuse alampiiriks on 65% ja metaboliseeruva energia sisalduse osas 9,5 MJ/kg. Koristusaja valimisel soovitatakse lähtuda kasvuaja pikkusest, saagitasemest, liikide ja sortide iseärasusest, taimekasvu kalendrikuust, meteoroloogilistest tingimustest ja teistest teguritest (Annuk 2006). Eelmises lõigus märgitud seire tulemused vabariigi erinevates kohtades (Võru, Jõgeva, Viljandi, Kuusiku, Saku) võimaldavad hea toiteväärtusega rohusööda tootmisel konkreetseid tingimusi arvestada.

Tuginedes korraldatud seire tulemustele, selgus, et lutserni optimaalne koristusaeg oli varasest punasest ristikust nädala võrra hiljem. Kalendaarselt langes see juunikuu kolmandasse dekaadi.

Majanduslikust seisukohast on oluline lutserni kasutuskestus, mis sõltub sortide valikust ja kasutusrežiimist.

4.2. Toiteväärtuse muutus segukülvides

Lutsernikasvatases on soovitatud nii puhaskülve kui ka segusid kõrrelistega. Lisatud kõrrelised vähendavad umbrohtude invasiooni, võimaldavad vähendada lamandumist, alandavad koristuskadusid

ja annavad söödale tasakaalustatuma toitainesisalduse. Katsetes on lutsernile lisatud kõige enam timutit, sest see liik on vastupidav, väikese külvisenormi korral nõrga võistlusvõimega, suhteliselt hilise arenguga ja kasvutingimuste suhtes vähenõudlik.

Lutserni ja timuti toiteväärtus, mineraalne koostis, proteiini-sisaldus ning proteiini kvaliteet on erinevad. Lutserni proteiin lõhustub vatsas kiiremini ja ulatuslikumalt kui timutil. Hästi lõhustuvast proteiinist tekkiva ammoniaagiliiat tõttu suureneb piima karbamiidisisaldus.

Meie katsetes vähenes lutsernile lisatud timuti mõjul rohu proteiinisaldus, paranesid selle kvaliteet ja bilanss vatsas. Võrdluses olid hariliku lutserni ja hübriilutserni sordid puhaskülvis ja segus timutiga (2, 4 ja 6 kg/ha). Erinevast timuti külvisenormist tulenevalt oli saagis lutserni osa 60–90%. Timuti mõju oli väiksem teises ja kolmandas niites, sest timut oli nõrga ädalakasvuga (Tamm, Tamm 2005)

Esimeses niites vähenes kuivaine proteiinisaldus timuti lisamisel 6 kg/ha 18%-lt puhaskülvis 16%-ni. Toorkiusisalduse (24–26%) ja metaboliseeruva energia (10,0–10,2 MJ/kg) muutused ei olnud usutavad. Muutused niidete lõikes olid suuremad, sest taimed olid niitmise ajal erinevates arengufaasides. Mineraalelementidest ei olnud usutavaid erinevusi fosforisisalduses (0,26–0,29%) ja kaaliumisisalduses (2,3–2,5%). Kaltsiumisisaldus vähenes timuti mõjul usutavalt 2,0–2,3%-lt 1,4–1,5%-le.

Vaatamata sellele, et proteiinisaldus vähenes timuti suurema osatähtsuse korral, suurenes metaboliseeruva proteiini sisaldus mõningal määral (8,0-lt 8,4%-le). Vatsa proteiinibilanss oli lutserni puhaskülvides tugevalt positiivne, timuti suurema külvisenormi korral muutus esimeses niites nullilähedaseks. Tulemus saadi proteiinisalduse vähenemise ja timuti proteiini halvema lõhustuvuse arvel vatsas.

5. SAAGI JA TOITEVÄÄRTUSE MUUTUSED LUTSERNI KASVATAMISEL SEGUS TIMUTIGA

Söödatootjad on huvitatud suure ja kvaliteetse saagi kasvatamisest. Selleks otstarbeks valitakse kasvukohale ja kasutusotstarbele sobivaimad liigid ning sordid. Majanduslikult annab maksimaalset kasu looma söödavajadust võimalikult täpselt järgiv söötmine. Heintaimede kasvatamise agrotehnika valikule jääb siin täita oluline osa.

Üheks saagirikkamaks ja suure proteiinisaldusega söödakultuuriks on osutunud lutsern. Lutsernikasvatuse laiaulatuslikku levikut on pidurdanud seemnete vähesus, selle liigi kasvukoha erinõuded (vajalik mittehappeline, õhustatud, sügava põhjaveega muld), kasvatamisvead ja varem sissetoodud sortide väike talvekindlus.

Käesolevas artiklis esitatakse katseandmed erinevate lutserniliikide ja -sortide saagi ning selle toiteväärtuse muutumise kohta kasvatamisel segus timutiga (timuti külvisenorm 2–6 kg ha⁻¹) kolmeniitelisel kasutamisel.

Põhiliselt on meil Jõgeval aretatud hübriidlutserni (*Medicago varia* Mart.) sorte, millest meie sordilehte (RTL 2001, 34, 452) on võetud kaks aretist ('Jõgeva 118' ja 'Karlu').

Hariliku lutserni (*Medicago sativa* L.) sordid, mis toodi sisse lõunapoolsetest riikidest, ei olnud sageli talvekindlad. Arvestades hariliku lutserni kiiret algarengut ja suurt saagivõimet esimestel aastatel, on selle liigi sorte katsetatud ulatuslikumalt 90-ndatel aastatel (Bender 1997; Bender, Aavola 1999; Lillak jt 1997; Tamm, Põlluste 2000).

USA ja Baltimaade põllumajandusteaduse koostööprogramm käivitus 1993. aastal, selle raames katsetati arvukalt Põhja-Ameerika lutsernisorte. Uurimistöö tulemusena ei selgunud hariliku lutserni sorte, mis kõigi uuritud majanduslike näitajate (saak, toitainesisaldus, talvekindlus) poolest oleksid ületanud Eesti hübriidlutserni sorte (Bender, Aavola 1999 a; Bender, Aavola 2000). Hariliku lutserni kasvatamine laienes pärast uute talvekindlamate sortide sissetoomist.

Eesti Maaviljeluse Instituudi tootmiskatsete tarbeks toodi hari-liku lutserni talvekindlamate sortide seemet Ameerikast alates 1995. aastast. Heinaseemneid importivad firmad on huvitatud hariliku lutserni seemnete müügist. Sordivõrdluskatsete tulemuste alusel sisaldab “Sordileht 2001” juba 6 hariliku lutserni (*Medicago sativa L.*) sorti (RTL 2001, 34, 452). Lutserni kasvupind on laienenud ja moodustas 2000. aastast statistika andmetel 14,2% liblikõielistest heintaimedest.

Lutsernikasvatases on kasutatud puhaskülve ja külve segus kõrrelistega. Viimased on andnud 10–12% võrra suurema kuivainesaagi, võimaldanud vältida lamandumist ja vähendanud koristuskadusid (Kotkas 1964). Lutserni segukülvidesse on kõrrelistest kõige sagedamini külvatud põldtimutit. Segukülvid on vähem umbrohtunud (Sutter 1969) ja haljasmass kergemini sileeruv (Loucka jt 1999).

Timut sobib lutsernisegudesse, sest ta on katteviljale vastupidav, vähese osatähtsuse korral nõrga võistlusvõimega, kasvutingimuste suhtes vähenõudlik ja suhteliselt aeglase arenguga. Timuti optimaalse osatähtsuse kohta lutsernisegudes on avaldatud vähe andmeid.

Saagi suurus ja selle toiteväärtus sõltuvad lutserni koristusajast ja kasutusviisist. Lutsernide kasvatamisel lisandub saagi omaduste arvestamisele ka tihe seos taimiku koristusaja ja kasutuskestuse vahel. Arvukatele katsetele tuginedes soovitatakse kahe- kuni kolme- niitelist kasutust taimiku õiepungade moodustumisest õitsemise alguseni, kusjuures kolmas niide tehakse vegetatsiooni lõpul, s.o oktoobri alguses (Kotkas 1956, Sutter 1969, Lillak 1998, Bender, Aavola 1999b).

5.1. Metoodika

Uurimus põhineb EMVI rohumaaviljeluse ja söötade osakonna poolt Juulikul 1999.–2000. a korraldatud komplekskatse ja toiteväärtuse määramiste tulemustel. Katse tehti 1999. a juunis keskmise sügavusega rähksele kamar-karbonaatmullale, mille agrookeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 7,2; huumus 3,3%; P 81–110; K 106–

118; Mg 177–187; B 1,3–1,6; Cu 3,2–3,4 mg/kg. Fosfor-kaaliumväetist ($P_{15} K_{50}$) anti katses igal sügisel. Väetamiseks kasutati Kemira PK-sügisväetist, mis sisaldas vähesel määral ka mikroelemente (B, Cu).

Segukülvis kasutati hübriidlutserni ('Jõgeva 118', 'Karlu') ja hariliku lutserni ('WL 252 HQ', 'WL 324', 'Victoria' ja 'WL 326 HQ') sorte. Lutserni puhaskülville (18 kg ha^{-1}) lisati põldtimutit (sort 'Goliath') vastavalt katsevariandile 0, 2, 4 või 6 kg ha^{-1} .

Hübriidlutserni sordid on aretatud Jõgeval ja nende kohta on avaldanud põhjaliku uurimuse A. Bender (2000). Hariliku lutserni sordid on imporditud Ameerikast (esindaja OÜ Older Grupp) ja neid on iseloomustatud suuresaagiliste, kõrge toiteväärtuse ning hea talvekindlusega sortidena.

Sordi '**WL 252 HQ**' omapära on selles, et aretuse käigus saavutati lehtede suurem osatähtsus saagis (kolmetise liitlehe lehekeste arv on sageli suurem), mis tõstab proteiinisaldust ning säilitab kõrge toiteväärtuse öitsemiseni. Sort '**WL 324**' kasvab ka kõrgema põhjaveesisuga ja ajuti niiskematel muldadel, on kiire ädalakasvu ja suure saagivõimega. '**Victoria**' on talvekindel, mitmeniiteliseks kasutuseks aretatud hariliku lutserni sort. '**WL 326 HQ**' on aretatud karjatamisele vastupidavaks hariliku lutserni sordiks, kuid sobib ka niitmiseks, säilitades suure saagivõime ja kõrge toiteväärtuse mitmeniitelisel kasutusel.

Ilmastikutingimused olid 2000. a kevadperioodil lutsernikasvuks ebasoodsad. Vegetatsioon algas 16. aprillil, ilm oli aprilli III dekaadil sademetevaene, kuid heintaimed arenesid jõudsalt kuu lõpuni. Mai algul olid tugevad öökülmad (2. mail $-13 \text{ }^{\circ}\text{C}$), mis kahjustasid hariliku lutserni noori võrseid. Hübriidlutserni kahjustused olid minimaalsed. Öökülmadega jahe ja põuane periood kestis kuni 17. maini.

Soojem ilm saabus mai III dekaadis, kuid mulla produktiivse veevaru vähesus ei võimaldanud taimede hoogsat kasvu. Jaheda ilma ja põua tõttu oli ka mikrobioloogiline tegevus mullas maikuus väheaktiivne ja toitainete omastamine raskendatud. Mügarbakterite tegevus oli pidurdatud ja taimed omandasid lämmastikuvähesusest tingituna kollakasroheline värvuse. Normaalne värvus taastus mai lõpus.

Juunis olid lutserni kasvutingimused normaalsed (sademeid 63 mm, keskmine t^0 13,7 °C). Juulis ja augustis olid ädala kasvutingimused soodsad. Erakordselt kuiv, normaalsest jahedam ja üsna tugevate öökülmadega oli september. Heintaimede massi juurdekasv toimus vaid kuu I dekaadil.

Esimene niide tehti katsealal juuni II dekaadis lutserni õitsemise algul, teine niide toimus lutsernitaimede õitsemisel augusti keskel ja kolmas niide oktoobris, I dekaadi lõpul.

Analüüsid. Sööda kvaliteedi iseloomustamiseks tehti EMVI keemialaboris zootehniline analüüs (Weende skeem). Analüüsis eristati kuivaine, proteiini, toorkiu ja toortuha fraktsioonid.

Toorproteiin on ajalooliselt olnud rohusööda kvaliteedi näitaja, millega mõõdetakse koos valgus olevat ja mittevalgulise lämmastiku vorme. Üldise proteiinitaseme määramisel sellega piirduaksegi. Söötmisses on mäletsejaliste puhul käesoleval ajal kasutusel seeduv proteiin (SP). Seedekoefitsientide alusel (Oll, Tõlp 1997) on arvatud SP katses saadud rohu kohta. Orgaanilise aine seeduvus määrati Juulikul fistuleeritud lehmadega *in sacco* meetodil. Proovi inkubeerimisaeg vatsas oli 24 tundi.

Füsioloogide tehtud seedeuuringute põhjal on seeduval proteiinil põhinevat süsteemi mäletsejaliste söötmisel viimastel aastatel edasi arendatud. Kasutusele on võetud metaboliseeruva proteiini (MP) arvestuskategooria (Oll 1991; Kärt, Ots 1999). Söötade MP-sisaldus on Põhjamaades välja töötatud arvestuskeemi järgi olemas ka meie söötade toiteväärtuse tabelites (Oll jt 1991). Metaboliseeruva proteiini sisalduse paremaks hindamiseks kasutatakse vatsa proteiinibilansi (VPB) näitajat (Oll 1994). Katses analüüsitud timuti-lutsernisegu rohu MP ja VPB on leitud Weende skeemi analüüsitulemuste ja kirjanduses avaldatud koefitsientide alusel arvutuslikult.

Taimiku seisundit analüüsiti rohu botaanilise kaalanalüüsi ja taimiku tiheduse alusel. Taimiku tiheduse leidmiseks loeti vegetatsiooniperioodi lõpul iga variandi kohta 20 x 20 cm alalt 12 korduses lutsernitaimed ja timutivõrsete arv ning tulemused arvutati ühe ruutmeetri kohta.

Katseandmete usutavuse hindamiseks kasutati kahefaktorilist dispersioonanalüüsi.

5.2. Katsetulemused ja arutelu

Rohumaa taimiku moodustasid esimesel kasutusaastal peamiselt seemneseguga külvatud heintaimed. Teistest liikidest olid esindatud rohunid. Lutsernitaimiku tihedus oli kõige suurem külviaastal, sest külvatud seemnete arv ületab mitmekordselt kasutusaastatel saaki andvate taimede arvu.

R. Lillaku uurimuses oli külviaasta sügisel lutsernitaimi ruutmeetri kohta olenevalt liigist ja sordist 295–425, mis teise kasutusaasta lõpuks vähenes 60–90 taimeni (Lillak 2000). Taimede arvu suurem vähenemine (ca 40%) toimus külville järgneval aastal.

Käesolevas uurimuses määrati taimiku tihedus (lutsernitaimede arv ja timutivõrsete arv m² kohta) külvi järgse aasta sügisel (tabel 5.2.1), sellest selgus hariliku lutserni sortide suurem taimede arv (96–144 tk) võrreldes hübriidlutserni sortidega (80–90 tk). Lutsernitaimede arvu vähenemine seemnesegusse võetud timuti mõjul oli hariliku lutserni sortidel ulatuslikum (20–34%) kui hübriidlutsernidel (9–11%).

Tabel 5.2.1. Lutsernitaimede arv m²-l olenevalt sordist ja timuti külvisenormist

Sort	Timuti külvisenorm kg/ha			
	0	2	4	6
Jõgeva 118	90	80	80	80
Karlu	88	87	82	80
WL252 HQ	120	120	108	96
WL324	136	120	104	96
Victoria	128	128	112	112
WL326 HQ	144	132	112	96

Timuti võrsete arv taimikus sõltus külvisenormist, kuid ei olnud usutavalt mõjutatud lutserni liigist ega sordist. Külvisenormi suurenemisel kahelt neljale kasvas timuti võrsete arv keskmiselt 2,5 korda, neljalt kuuele aga 1,4 korda, seega oli täiendavate timutiseemnete efektiivsus suurema külvisenormi kasutamisel vähenenud.

Rohu botaaniline koostis oli mõjutatud timuti külvisenormist ja lutserni liigist. Puhaskülvis (ilma timutita) külvatud sordid andsid võrdväärselt lutsernirohke (ca 90%) saagi. Timuti lisamisel väikeses koguses (2 kg ha⁻¹) sortidel ja liikidel usutavat erinevust ei ilmnenu. Kõikidel variantidel oli lutserni saagis 80% lähedal. Timuti lisamisel 4 kg ha⁻¹ oli hübriidlutserni sortidel lutserni osatähtsus 70%, kuid hariliku lutserni sortidel 75% ja 6 kg ha⁻¹ korral hübriidlutsernidel alla 60% ning harilikul lutsernil 70%.

Teise niite saagis oli timuti külvisenormi mõju rohu botaanilisele koostisele nõrgem ja kolmandas niites puudus see täiesti. Esimese niitega eemaldati timuti generatiivvõrsed ja kuna timut on aeglase ädalakasvuga heintaim, jäi ta teises niites alarindesse. Kolmanda niite kasvuks olid ilmastikutingimused timutile mulla produktiivse veevaru vähesusest tingituna väga ebasoodsad ja taimedel ei moodustunud vegetatiivseid pikkvõrseid, mis oleksid saagi koostist mõjutanud.

5.3. Segukülvi saagi kujunemine

Esimese niite saagi kasvuks ei olnud ilmastik soodne. Kevad oli jahe ja sademeteta. Kaua aega kestnud öökülmad pidurdasid kasvu ja kahjustasid mai algul hariliku lutserni lehti. Kasvuperioodi pikkus kõikidel niidetel kujunes võrdlemisi sarnaseks (esimesel niitel 63, teisel niitel 56 ja kolmandal niitel 58 päeva). KA saagi juurdekasv oli lutserni liikide ja niidete lõikes erinev (tabel 5.3.1).

Tabel 5.3.1. Lutsernitaimiku KA saagi moodustumise kiirus kg/ha päevas

Timut kg/ha	Hübriidlutsern			Harilik lutsern		
	I niide	II niide	III niide	I niide	II niide	III niide
0	34	68	5	32	67	32
2	44	90	6	47	94	36
4	54	87	5	40	80	36
6	43	76	6	34	77	29

Suurim kuivaine juurdekasv hektari kohta oli teise niite saamiseks (puhaskülvis 67–68 kg ja 2–4 kg timutiga segus 80–94 kg päevas).

Esimese niite saagi moodustumise kiirus oli öökülmade, jaheda ilma ja sademete vähesuse tõttu kaks korda väiksem kui teise niite kasvul.

Kolmanda niite ädala saagi moodustumine lõppes hübriidlutsernidel augusti lõpul. Erakordselt kuiv, normaalsest jahedam ja üsna tugevate öökülmadega september seiskas ka hariliku lutserni kasvu juba kuu keskel. Eelnenust tulenevalt puudus hübriidlutsernidel arvestatav saak kolmanda niite ajal (tabel 5.3.2).

Tabel 5.3.2. Lutserni KA saak olenevalt sordist ja timuti külvisenormist

Sort	Timut kg/ha	Niited			
		I	II	III	Kokku
Jög. 118	0	1,80	3,85	0,26	5,91
Karlu	0	2,49	3,75	0,31	6,49
WL 252	0	1,66	3,94	1,59	7,19
WL 324	0	1,94	3,97	1,19	7,82
Victoria	0	1,89	3,85	1,92	7,66
WL 326	0	2,45	3,16	1,92	7,53
Jög. 118	2	2,80	5,00	0,30	8,10
Karlu	2	2,80	5,02	0,39	8,21
WL 252	2	2,81	5,77	1,96	10,54
WL 324	2	3,01	5,08	2,14	10,23
Victoria	2	2,96	5,36	2,22	10,54
WL 326	2	2,90	4,86	2,01	9,77
Jög. 118	4	3,24	4,87	0,25	8,36
Karlu	4	3,54	4,80	0,32	8,66
WL 252	4	2,60	4,36	1,83	8,79
WL 324	4	2,68	4,54	2,17	9,39
Victoria	4	2,27	4,70	1,88	8,85
WL326	4	2,40	4,21	2,42	9,03
Jög. 118	6	2,84	3,85	0,22	6,91
Karlu	6	2,57	4,67	0,39	7,63
WL 252	6	2,03	3,82	1,89	7,74
WL 324	6	2,10	4,86	2,04	9,00
Victoria	6	2,17	3,82	1,54	7,53
WL 326	6	2,30	4,81	1,29	8,40
PD ₀₅		0,26	0,38	0,17	0,72

Esimese niite saak jäi teise niite saagist väiksemaks ja moodustas aasta kogusaagist hübriidlutserni sortidel 34–40% ning hariliku lutserni sortidel 23–30%. Tavalisel aastal on esimese niite saak koristamisel õitsemise alguses olnud kolmeniitelises kasutuses kogusaagist 40–50%.

Hübriidlutserni Jõgeva sordid andsid esimeses niites usutavalt kõrgema kuivainesaagi kui hariliku lutserni sordid, teises niites oli saak võrdne, kuid kolmandas niites ületasid hariliku lutserni sordid saagi poolest hübriidlutserne. Jõgeva sortide omavahelised saagierinevused ei olnud 2000. a tulemuste alusel usutavad, samuti ei saa hariliku lutserni sama rühma sortidest saagikusest ühtegi eelista, kuid kogusaagilt ületasid nad hübriidlutserni sorte keskmiselt 16,2%.

Timuti lisamine seemnesegusse suurendas kuivainesaaki, hübriidlutsernide keskmisena kuni 37% (timutit 4 kg) ja hariliku lutserni sortide keskmisena kuni 36% (timutit 2 kg). Timuti suurim külvisenorm katses (6 kg) vähendas saaki parima variandiga võrreldes hübriidlutsernil 14,6% ja harilikul lutsernil 20,5%, kuid ületas sealjuures puhaskülvide saaki 8–17%.

Toorproteiinisaak oli katses kõrge, suurim (1882 kg ha⁻¹) saadi hariliku lutserni (sort 'WL 252 HQ') kasvatamisel segus 2 kg timutiga. Hübriidlutsern puhaskülvis andis proteiini keskmiselt 1068 ja harilik lutsern sortide keskmisena 1410 kg/ha ehk 32% enam. Hariliku lutserni sortide proteiinisaagi erinevused ei olnud puhas- ega segukülvis usutavad. Proteiinisaaki arvestades osutus paremaks timuti külvisenormiks 2 kg/ha.

5.4. Keemilise koostise muutused

Saagi analüüs näitas, et nii hübriidlutserni kui ka hariliku lutserni sortidel ei olnud rühmasiseselt keemilise koostise usutavat erinevust. Sellest tulenevalt esitatakse andmed keemilise koostise kohta sortide keskmisena, lähtudes liigilisest kuuluvusest (hübriidlutserni ja hariliku lutserni kohta eraldi).

Toorproteiinisisalduses olid usutavad muutused lutserniliikide lõikes ja ka timuti külvisenormi mõjul (tabel 5.4.1). Esimese niite saagi suhteliselt väike proteiinisisaldus tulenes ebasoodsatest kasvu-tingimustest ja sellest tingitud mulla madalast mikrobioloogilisest aktiivsusest. Mulla lämmastikuvähesus kajastus saagi proteiinisisalduses.

Tabel 5.4.1. Lutserniliikide rohu proteiinisisaldus (kuivaines, %) sõltuvalt timuti külvisenormist

Timut kg/ha	Niited			
	I	II	III	Keskmine
Hübriidlutsern				
0	16,2	17,3	23,8	17,2
2	17,5	17,6	24,4	17,8
4	14,0	16,4	23,3	16,0
6	13,6	17,3	22,8	16,2
Harilik lutsern				
0	17,7	17,7	21,7	18,7
2	16,2	16,4	21,6	17,4
4	14,4	16,8	20,6	17,0
6	14,5	16,7	21,3	17,1

Timuti külvisenormi suurenemisel vähenes rohu proteiinisisaldus esimeses niites. Ulatuslikum vähenemine toimus suuremate (4 ja 6 kg) külvisenormide korral. Teise ja kolmanda niite saagis oli timuti osatähtsus väike ja see ei avaldanud proteiinisisalduse muutustele usutavat mõju. Lutserniliikide proteiinisisaldus esimeses ja teises niites ei erinenud oluliselt, kuid kolmandas niites andis hübriidlutsern kõrge (23–24%) proteiinisisaldusega saagi. Saak oli aga väga väike ja koosnes põhiliselt leherohketest lühivõrsetest. Suve keskmisele proteiinisisaldusele hübriidlutserni kolmas niite olulist mõju ei avaldanud.

Hariliku lutserni sortidel moodustas kolmas niite keskmiselt 20% kogusaagist, mis koristati varases arengufaasis ja oli kõrge proteiini-

sisaldusega (21–22% KA-s). Hariliku lutserni kolmas niide avaldas märkimisväärset mõju ka suve keskmisele proteiinisaldusele.

Toorkiuisalduse alusel hinnatakse sööda kvaliteeti ja koristamise optimaalsest ajast kinnipidamist. Hea rohusööt peab sisaldama alla 26% toorkiudu (Tamm 2005). Katse esimene niide vastas sellele kriteeriumile (tabel 5.4.2). Teine niide hilines (toimus öitsemise faasis) ja toorkiuisaldus oli suurem, kuid kolmanda niite jaoks jäid taimed varsumise faasi, andes madala toorkiuisaldusega sööda.

Tabel 5.4.2. Lutserniliikide rohu toorkiuisaldus (TK%) sõltuvalt timuti külvisenormist

Timut kg/ha	Niited			
	I	II	III	Keskmine
Hübriidlutsern				
0	24,2	28,8	16,8	26,6
2	24,3	29,9	16,3	27,4
4	23,7	29,7	17,3	26,9
6	24,9	28,6	16,2	26,7
Harilik lutsern				
0	24,1	27,4	19,2	24,5
2	24,2	28,4	19,5	25,4
4	24,3	29,2	19,9	25,7
6	24,5	29,1	19,2	25,0

Timuti külvisenormi muutused ei mõjutanud hübriidlutserni ega hariliku lutserni rohu toorkiuisaldust. Timut on lutsernidest aeglasema arenguga ja koristati seetõttu nooremas arengufaasis, ajal, mil toorkiuisaldus rohus ei olnud veel suurenenud.

Toorkiu alusel hübriidlutserni ja harilikku lutserni võrreldes ei ole esimese ja teise niite osas erinevust märgata. Kolmas niide kasvas koristamisväärseks vaid hariliku lutserni sortidel.

Kuivaine Ca-sisaldus oli hübriidlutsernil 12,3–16,1 ja harilikul lutsernil 15,3–19,8 g/kg. Esimeses niites vähenes timuti külvisenormi suurenemisel Ca-sisaldus. Teises ja kolmandas niites oli mainitud vähene-

mine usutav vaid 6 kg külvisenormi korral. Kõige suurem Ca-sisaldus (20–23 g/kg) oli kolmandas niites.

Kaaliumi oli kuivaines niidete lõikes võrdlemisi stabiilselt ja timuti külvisenormi suurenemisel see ei muutunud. Hariliku lutserni K-sisaldus (26–30 g/kg) oli usutavalt suurem kui hübriidlutsernil (24–27 g/kg). Fosforisisaldus ei näidanud teises ja kolmandas niites (2,6–3,0 g/kg) usutavat muutust katsefaktorite mõjul, küll aga oli fosforit esimese niite kuivaines vähem (2,1–2,4 g/kg).

5.5. Toiteväärtuse kujunemine

Oluliseks toiteväärtuse kujundajaks on seeduvus. Käesolevas katses määratud orgaanilise aine seeduvus oli esimese niite saagis 66–69% ega sõltunud lutserni liigist ega timuti külvisenormist. Sort 'WL 324' andis kõikides katsevariantides väiksema seeduvusega sööda.

Teise niite seeduvus varieerus rohkem ja oli 61–66%. Veidi madalama (ca 1%) seeduvusega rohi oli karjatamist talumatel sortidel ('Karlu' ja 'WL 326 HQ'). Kolmanda niite orgaanilise aine seeduvus oli hübriidlutserni sortidel 76–80% ja hariliku lutserni sortidel 74–77%. Karjatamist taluvad lutsernid olid ka kolmandas niites veidi väiksema seeduvusega.

Karjamaatüübilised sordid on aretatud sagedasemaks kasutamiseks ja vajavad niiteliste sortidega võrreldes varajasemat koristamist (Tamm, Põlluste 1999; Bender, Aavola 2000).

Metaboliseeruva energia sisaldus kuivaines oli esimeses niites 9,9–10,4 MJ/kg. Sortidest olid suurema toiteväärtusega 'Karlu' ja 'WL 252 HQ' ning madalama toiteväärtusega 'WL 324'. Timuti külvisenormi muutus ei mõjutanud kuivaine metaboliseeruva energia sisaldust. Teise niite saak koristati veidi hilisemas arengufaasis ja seetõttu oli kuivaine toiteväärtus madalam (9,3–10,2 MJ ME/kg). Karjamaalutsernid olid siin väiksema toiteväärtusega, kuid teiste faktorite osas seost ei ilmnenu.

Kolmanda niite saagi toiteväärtus oli eelmiste niidetega võrreldes kõige suurem, hübriidlutsernil 11,9–12,1 ME MJ/kg ja harilikul lutsernil 11,1–11,4 MJ/kg. Teisi usutavaid erinevusi ei leitud.

Lutserni suurest proteiinisaldusest tulenevalt oli seeduva proteiini sisaldus rohu kuivaines kõrge. Puhaskülvi esimeses niites oli seeduvat proteiini hübriidlutserni sortidel 12,3–12,6% ja hariliku lutserni sortidel 13,2–14,6%. Timuti võtmisel segusse seeduva proteiini sisaldus vähenes timuti külvisenormi suurenemisega, kuid ei langenud üheski variandis alla 10%. Lutserni liikidevahelised erinevused ei olnud segukülvides usutavad. Usutavaid erinevusi liikide vahel ei ilmnenud ka teises niites. Kolmanda niite saak oli seeduva proteiini väga suure sisaldusega ja liikidevahelised erinevused olid olemas. Hübriidlutsernid andsid suurema seeduva proteiini sisaldusega (18–21%) sööda kui harilikud lutsernid (16–18%).

Metaboliseeruva proteiini (MP) süsteem arvestab proteiini kvaliteeti täpsemalt, võttes arvesse proteiini lõhustuvust eesmaos, vatsas sünteesitud mikroobset proteiini ja mittelõhustunud proteiini seeduvust. Katses saadud iga variandi sööda kohta arvutati metaboliseeruva proteiini potentsiaalne suurus.

Tulemustest selgus, et esimese niite rohu kuivaines oli MP-sisaldus 8,0–8,2% ja teises niites 7,7–8,2%, kusjuures olulisi erinevusi katsevariantide vahel ei olnud. Kolmandas niites saadi suurem MP-sisaldus, mis sõltus ka lutserni liigist (hübriidlutsernil 9,4–9,7%, harilikul lutsernil 8,8–9,2%).

Proteiinirikaste ja vatsas hästi lõhustuvate söötade (lutsern, rohusilo) korral ei suudeta kõiki proteiini lõhustussaadusi siduda ja osa neist läheb kaduma (Oll 1994).

Hästi lõhustuva proteiini toimel tekkinud ammoniaagirohkuse korral tõuseb piima karbamiidisisaldus. Vabanenud ammoniaaki kasutavad mikroorganismid mikroobse valgu sünteesiks, kuid energiadefitsiidi korral ei saa nad seda täies ulatuses ära kasutada (Sikk 1999).

Lutserni söötmisel saadakse sageli kõrge karbamiidisisaldusega piim. Juuliku katsefarmis on seda esinenud lehmade lutsernikarjamaal karjatamisel ja lutsernisilo korral.

Söötmiskatsetes on püütud ratsiooni proteiini ja energiat tasakaalustada jõusööda osatähtsuse suurendamisega. Lutsernisilo söötmisel *ad libitum* ei ole tasakaalu saavutatud (Rihma, Kärt 2000).

Kõrreliste lisamine lutserni seemnesegusse võib olukorda parandada. Tulemuste hindamiseks arvatati sööda proteiinibilanss vatsas. Vatsa proteiinibilanss (VPB) näitab täpsemalt mikroobse proteiini sünteesiks vajaliku lõhustunud proteiini liiga või defitsiiti, võttes arvesse mikroobidele kättesaadavat energiat. Bilanss on proteiinirikaste rohusöötade korral tugevalt positiivne, energiarikaste jõusöötade korral aga negatiivne. Vatsa proteiini positiivne bilanss näitab tagavaraproteiini, mida loom võib kasutada, kui ratsioonis on teist süsivesikuterikast sööta.

Katseandmete alusel arvatud VPB oli positiivne, kuid esimeses niites timuti suurema osatähtsuse korral nullilähedane (tabel 5.5.1).

Tabel 5.5.1. Lutserniliikide proteiinibilanss (g/kg) vatsas sõltuvalt timuti külvisenormist.

Timut kg/ha	Niited			
	I	II	III	keskmine
Hübriidlutsern				
0	20,9	37,6	69,8	33,4
2	22,7	34,2	76,4	32,0
4	10,8	29,4	70,6	19,4
6	1,1	23,8	64,8	17,1
Harilik lutsern				
0	35,3	33,0	58,0	39,7
2	22,8	24,5	60,0	25,4
4	4,2	28,5	48,7	26,5
6	0,4	21,8	53,4	22,7

Timuti osatähtsus rohus 25–30% võimaldas oluliselt vähendada lutsernisegu VPB-näitajat, sest timuti puhaskülvis oli bilanss negatiivne. Ühelt poolt tuleneb see timuti väiksemast proteiinisisaldusest, kuid teiselt poolt on kõrrelistel lutsernidega võrreldes proteiini lõhustuvus eesmaos tunduvalt väiksem. VPB olulised muutused ilmesid hübriidlutsernidel timuti külvisenormi 4 kg/ha ja hariliku lutserni sortidel juba 2 kg/ha kasutamisel.

5.6. Katsetulemuste kokkuvõte

EMVI rohumaaviljeluse ja söötade osakonna poolt 1999.–2000. a keskmise sügavusega rähksel kamar-karbonaatmullal timuti optimaalse osatähtsuse ja sööda toiteväärtuse muutuste selgitamiseks korraldatud katsest ning uurimustest selgus järgmist.

Timuti lisamine lutserni puhaskülville (0, 2, 4, või 6 kg/ha) vähendas lutsernitaimede arvu m²-l hübriidlutserni sortidel 9–11% ja hariliku lutserni sortidel 20–34%. Esimese niite saagis vähenes lutserni osatähtsus sõltuvalt timuti külvisenormist 10–30%. Teises niites oli timuti mõju saagi botaanilisele koostisele nõrgem ja kolmandas niites see puudus.

Hübriidlutserni sordid andsid esimeses niites kõrgema kuivaine-saagi kui hariliku lutserni sordid (hariliku lutserni võrseid kahjustas tugev öökülm), teises niites oli saak samaväärne, kuid kolmas arvestatav saak laekus ainult hariliku lutserni sortidel. Kogusaagilt ületas harilik lutsern hübriidlutserni 16,2%.

Timuti lisamine segusse suurendas kuivaine saaki hübriidlutsernidel kuni 37% (timutit 4 kg/ha) ja hariliku lutserni sortidel 36% (timutit 2 kg/ha).

Keemilise koostise analüüs näitas, et nii hübriidlutserni kui ka hariliku lutserni sortidel ei olnud rühmasiseselt usutavat erinevust. Muutused olid olemas, kui võrreldi lutserniliike ja timuti külvisenorme.

Timuti külvisenormi suurenemisel vähenes rohu proteiinisaldus, eriti esimeses niites. Liikidevahelised erinevused proteiini- ja toorkiuisalduses olid ulatuslikumad kolmandas niites.

Hariliku lutserni kuivaine oli suurema Ca- ja K-sisaldusega kui hübriidlutsernidel. Timuti osatähtsuse suurenemisel vähenes Ca-saldus, kuid P- ja K-saldus ei muutunud.

Metaboliseeruva energia sisaldust timuti külvisenormi muutused ei mõjutanud. Esimeses niites andsid suurema toiteväärtusega saagi sordid 'Karl' ja 'WL 252 HQ' (10,1–10,4 ME MJ/kg); madalama toiteväärtusega saagi andis sort 'WL 324' (9,9 ME MJ/kg). Teises niites oli toiteväärtus rohke kiuisalduse tõttu väiksem. Proteiinibilanss vatsas

oli lutsernisegudel positiivne. Timuti külvisenormi suurenemisel see vähenes ja langes esimese niite saagis timuti 25–30% osatähtsuse korral nullilähedaseks. Kolmanda niite saagi VPB oli 2–3 korda suurem kui eelmistel niidetel, kusjuures timuti külvisenormi mõju siin puudus.

Uurimistööd toetas Eesti Teadusfond, uurimistoetus nr 4175.



6. LUTSERNISAAGI KORISTAMINE

Taimiku püsivus on olnud tähtsamaks faktoriks lutsernikasvatases. Eesti asub lutserni loodusliku leviku põhjapiiril ja talvitumistingimused on meil rasked ning seetõttu esineb sageli külvide hõrenemist või täielikku hävinemist. Taimedele peab looma soodsad tingimused karmi talve vastu valmistumiseks. Olulisel määral mõjutab talvitumist niitekordade arv ja viimase niite aeg (Lillak 2004).

Saagi toiteväärtuse suurendamine eeldab taimede koristamist võimalikult varajases arengufaasis. Taimede sage niitmine ei võimalda normaalselt varutoitaineid koguda ja kulutada, mistõttu vastupanu ebasoodsatele tingimustele väheneb.

R. Lillaku (2000) uurimused näitasid, et lutsernitaimiku hõrenemine oli seotud niitmissagedusega, viimase niite aja ja sordiliste iseärasustega. Kolmeniitelisel kasutamisel soodustas lutserni saagi võime degradeerumist sügisene niitmine ajavahemikus augusti lõpust septembri keskpaigani. Eriti intensiivne taimiku hõrenemine kaasnes lutserni 4-niitelise kasutamisega.

Karjamaa seemnesegude uurimustest Juuliku katsefarmis selgus, et põuakartlikul mullal andis suurema saagi lutsernirohke seemnesegu, kui kasutati karjatamisele vastupidavat sorti 'Karlu'. Võrreldes niiteliseks kasutamiseks sobiva hübriidlutserniga 'Jõgeva 118', oli kuivaine enamsaak 17%, proteiinisaak oli suurem 20% ja metaboliseeruva energia saak 14%. Lutsernirohke karjamaarohu toiteväärtus ei erinenud usutavalt valge ristiku rohke rohu toiteväärtusest.

Niiteliseks kasutamiseks ettenähtud lutsernisortide karjatamisel hõreneb taimik kiiresti. Esimesel kasutusaastal on lutserni osatähtsus rohus seemneseguga määratud, kolmandaks aastaks on aga järel üksikud taimed (Tamm 2000).

Lutserni haljasmassi kasutamise aeg ja kasutuskordade arv suve jooksul sõltub kasutuse eesmärgist. Karjatamisel on sobiv rohu kõrgus 15–20 cm, aeg kahe karjatamisringi vahel 20–25 päeva ja karjatamisringide arv suve jooksul 4–5. Niitelisel kasutamisel tuleks orienteeruda kolmekordsele niitmisele ja esimene niide teha õitse-

mise algul. Esimese niite hilisem aeg suurendab küll selle saaki, kuid vähendab järgmiste niidete osatähtsust kogusaagist. Oht on ka selles, et kolmandaks niiteks kasvanud väikest rohukogust ei ole tehniliselt võimalik koristada.

Viimaseks niiteks tehniliselt vajalik haljasmassi saak (7000–9000 kg/ha) annab keskmiselt 1500 kg/ha kuivainet (Annuk 2006). Arvestades saagi normaalset jaotust niidete vahel, on kolmekordseks niitmiseks vajalik kogusaagi suurus vähemalt 8000 kg/ha kuivainet. Hübriidlutserni sortide kasvatamisel ei ole igal aastal kolmekordne niitmine võimalik, sest vegetatiivne kasv seiskub neil juba septembris.

6.1. Lutserni heinaks koristamine

Lutsernihein on tuntud heade söödaomaduste poolest. Loomad söövad seda meelsasti. Asendades kõrrelistest tehtud heina lutserniheinaga (4 kg päevas), saime Juuliku katsefarmis lehmalt keskmiselt 1 liitri piima rohkem.

Lutsernihein on proteiinirikas (14–16% kuivaines), kõrge toor- tuhasisaldusega (9–10%), kuid suure kiusisalduse tõttu rahuldava toiteväärtusega. Kuivaine seeduvus jääb enamasti alla 60% ja metaboliseeruvat energiat on hea lutserniheina kuivaines 8,5–9,0 MJ/kg.

Heinaks niidetakse lutsern või selle segu kõrrelistega õitsemise faasis. Selleks ajaks on lutsernitaimedel alumised vanemad lehed varisenud, heinateo käigus pudeneb osa lehti veelgi ja põhimassi moodustavad varred.

Lutserniheina tegemiseks vajatakse head heinailma, et niidetud loog koristada 3–4 päevaga. Pikemat aega põllul kuivades pleegib lutsernihein päikese käes heledaks, selle karotiinisaldus väheneb ja vihmade korral leostub palju toitaineid. Koristustehnoloogiasse tuleks lülitada kuivamist kiirendavaid võtteid.

Lutsern niidetakse 8–10 cm kõrguselt, kasutades muljuriga varustatud niidukeid. Niitmine katkestab toitelahuse juurdevoolu juurtest taimevartesse ja lehtedesse. Haljasmass hakkab kuivama. Rakkude

elutegevus jätkub pärast niitmist, kuni niiskusesialdus väheneb 60–65%-ni ja taim närbub. Taimedes leiduvaid toitaineid kulutatakse sel perioodil ebaotstarbekalt, 1–2% ööpäevas.

Taimerakkude elutegevuse lõppemisel aktiveeruvad massi küllaldase niiskuse korral fermentatiivsed protsessid ja elavneb mikrobioloogiline tegevus. Kuivamisel see tegevus aeglustub ja lakkab alles 17–18%-lise niiskusesisalduse juures. Kuivatamisega kaasnevate kadude minimeerimiseks on kasulik lühendada heinategemise aega.

Kuivamise kiirendamiseks tuleks niidetud vaalusid kaarutada. Eriti tõhus on kaarutamine kaks kuni kolm tundi pärast niitmist. Kaaruti moodustab närbunud rohust ühtlaselt koheva kihi, millest soojem õhk pääseb kergemini läbi ja eemaldab liigse niiskuse. Olenevalt õhu relatiivsest niiskusest ja tuule tugevusest väheneb niidetud rohu niiskusesisaldus 30%-ni ühe kuni kahe päevaga. Keskpärastes tingimustes tuleks esimesel päeval pärast niitmist kaarutada kaks kuni kolm korda, järgnevatel päevadel piisab ühekordsest kaarutamisest.

Kaarutamisele järgneb umbes 30%-lise niiskussisalduse saabumisel vaalutamine. Kuivema massi segamisel võivad tekkida suured varisemiskaod. Vaalus kuivab hein kuni kogumise või pressimiseni. Soodsates kuivatamistingimustes on seeduvate toitainete kaod heinategemisel 25–30%, ebasoodsates ilmastikutingimustes aga 40–50%.

6.2. Lutserni sileerimine

Lutserni haljasmassi sileeruvusomadused ei ole head. Esiteks on lutsernis väga vähe suhkruid (kuivaines keskmiselt 5%), millest ei jätku sileeruvust soodustavate bakterite aktiivseks tegevuseks. Teiseks on lutsernis palju puhverdavaid aineid (toortuhk, proteiin jt), mis neutraliseerivad osa bakterite poolt toodetud happest.

Eesti Maaviljeluse Instituudi silolaboris määrati 1970.–1971. aastal lutserni sileeruvust esimesest niitest mitmesugustes kasvufaasides ja ädalatest suvest kuni oktoobri alguseni. Olenevalt kasvufaasist oli lutserni kuivaine proteiinisaldus 10–26%. Suhkru ja proteiini suhe oli 0,15–0,3 vahel, mis oli kaks korda väiksem kui ristikus,

3–10 korda väiksem kui kõrrelistes heintaimedes ja kuni 15 korda väiksem kui maisis (Lemming, Kaarli 1972).

Sileeruvuse soodustamiseks lisati silojuuretist, mis oli katsetes olnud efektiivse toimega ristiku ja kõrreliste sileerimisel. Lutserni sileerimisel silojuuretist ei toiminud. Võihapet moodustus silos 0,5%, piimhappe osa hapete üldsisaldusest oli 15–17%, pH 6,1–6,5. Hea kvaliteediga silo saadi katses siis, kui lutserni sileeriti koos suhkrurikkama timutiga ja lisati ka silojuuretist (võihapet 0%, piimhapet 75%, pH 4,4–4,6).

Enne silotegu peab tootja otsustama, missugust lisandit tuleb kasutada ja kui palju peab seda lisama. Lähteandmeid selle määramiseks on väga vähe. Enamasti langetatakse otsus eelnevate aastate kogemustele tuginedes. Kaasajal on olemas mitmeid meetodeid silotegijate abistamiseks.

Eesmärk on hinnata haljasmassi potentsiaalset sileeruvust enne silotööde algust, et teha silo valmistamise tehnoloogias vajalikke täiendusi ja saada hea kvaliteediga silo. Varem soovitati määrata keemialaboris sileeritava rohu mitmeid näitajaid. Primaarsed on materjali botaaniline koosseis, kuivainesisaldus, suhkrutesisaldus ja puhverdusvõime. Nimetatud vajalike parameetrite määramine ja keemiline analüüs võtab aega ning on kulukas.

Kasuliku mudeli leiutise (nr 0054) uue meetodi olemus seisneb selles, et haljasmassi sileeruvust hinnatakse rohumahlast saadud proovi kääritamise ja selle puhverdusvõime tiitrimise meetodil (Tamm, Nõges 2006).

Enne silotööde algust lõigatakse põllult vähemalt 10 kohast 8–10 cm kõrguselt maapinnast noa või kääridega sileeritava rohu proovid. Saadud rohi segatakse ja võetakse keskmine proov kaaluga ca 1,5 kg. Keemialaboris pressitakse proovisileerimiseks keskmisest proovist rohumahl ja täidetakse sellega katseklaasid. Et saada töepäraseid andmeid, vajatakse keskmise proovi kohta vähemalt kolme katseklaasi. Katseklaasid suletakse hermeetiliselt ja asetatakse piimhappebakterite eluks optimaalsel temperatuuril termokappi käärima. Mikroorganismid, mis olid roheliste taimede pinnal, käärivad

mahlas leiduvad suhkrud piimhappeks ja teisteks rasvhapeteks. Hapete mõjul mahla pH näitaja väheneb.

Sileeruvust iseloomustavate näitajate saamiseks asetatakse katseklaas järgmisel päeval (24 tunni möödumisel) Mettler-Toledo titraatorisse ja määratakse puhverduisvõime tiitrimise meetodil. Selle tulemusena saadakse teave aminohappelise ja ammooniumlämmastiku sisalduse, piimhappe- ja äädikhappe (koos teiste lenduvate rasvhapetega – LRH) ning redutseeruvate suhkrute sisalduse ja pH kohta.

Proovisileerimise mahla tiitrimise tulemusi saab hinnata ühelt poolt pH alusel. Termokapis ühe ööpäeva vältel kääritatud mahla pH näitaja peaks olema vähemalt 5,3. Teiselt poolt on nõutav, et piimhappe suhe teistesse rasvhapetesse ületaks 3,0. Redutseeruvate suhkrute jääksisaldus peab kindlustama piimhappebakterite edasise aktiivse tegevuse.

Sileeruvuse edukust aitab parandada kuivainesisalduse suurendamine rohu närvutamise teel, lutserni kasvatamine segus suhkrurikkamate liikidega ja kindlustuslisandite kasutamine. Lutserni sileerimisel on sobivaks osutunud keemiliste kindlustuslisanditega närbsilo tehnoloogia.

Võrreldes heinaks niitmisega, saab rohtu sileerida varem, mil toiteväärtus on suurem. Massi ja kvaliteedi suhe on kõige parem õitsemise algul, kui alumised lehed ei ole veel varisenud. Lutsernisilo toiteväärtus ei erine oluliselt sileeritava haljasmassi toiteväärtusest.

Rohu lühiaegne närvutamine (mitte üle ühe päeva) võimaldab muljuriga niidetud vaalus suurendada kuivainesisalduse 35–45%-ni. Sellega välditakse silomahla eraldumist hoidlast ja soodustatakse piimhappelist käärimist suhkruvaesemas massis (Sarand 1997). Mida kuivem on materjal, seda kiiremini on vaja sileeritav mass välisõhust isoleerida. Öhu juurdepääsul soojeneb peenestatud lutsern väga kiiresti ja hakkab rikkuma. Lutserni sileerimisel on seega oluline hoolikas ja tugev tallamine. Sileerimistöde seiskumisel (masinate remondi või öövahetuse ajaks) tuleb hoidlasse paigutatud mass katta kilega, et vältida öhu juurdepääsu. Silo kindlustuslisandi kasutamine ei vähenda silomassi hermetiseerimisvajadust.

Silo kindlustuslisandi valikul tuleb arvestada, et lutsern on raskesti sileeruv. Vähesesuhkrusisalduse tõttu jääb bioloogilise lisandi kasutamine väheefektiivseks. Häid tulemusi on saadud keemiliste kindlustuslisandite abil. Eesti Maaviljeluse Instituudi silolaboris 1990.–1992. aastal korraldatud konservantide võrdluskatsed näitasid, et lutserni-põldtimuti segukülvi haljasmassi sileerimisel saadi paremaid tulemusi sipelghappe, bensoehappe ja silobeni lisamisel. Sileerimiskadu oli 12%, konservandita variandis aga 17% kuivainest. Lisaks sileerimiskao vähenemisele (30–40% võrra) tuleb arvestada silo kvaliteedi paranemisega, mis annab söötmisel suurt majanduslikku kasu (Sarand 1993).

Käesoleval sajandil võeti kasutusele uued keemilised kindlustuslisandid Niben ja AIV-2000. Lutserni sileerimisel katsetati neid 2001. aastal (Lättemäe, Tamm 2002). Mõlemad kindlustuslisandid (Niben ja AIV-2000) parandasid käärimist ja vähendasid kuivainekadu. Katses kasutatud haljasmass oli närvutamata ja väikese kuivainesisaldusega (18%). Märjas keskkonnas on soodsad tingimused võihappebakterite arenguks ja proteiini lagunemiseks.

Võihappesisaldus vähenes katses lisandite mõjul hariliku lutserni puhaskülvi võrreldes kümme korda. Hübriidlutsern segus timutiga sileerus paremini kui puhaskylv ja kindlustuslisandi mõjul vähenes kuivainekadu kaks korda. Võrreldavatest kindlustuslisanditest oli efektiivsem Niben, mis alandas võihappesisaldust rohkem kui AIV-2000.

Teine samalaadne katse tehti silolaboris 2003. aastal (Lättemäe, Tamm 2004). Lutsernitaimed olid õitsemise algaasis, timuti osatähtsus oli segudes 10–30%. Olenevalt haljasmassi lutserni-timuti seguvariandist oli proteiinisisaldus 15–18%, toorkiusisaldus 28–31% ja toortuhka 11–13%. Ilma kindlustuslisandita ei olnud silo söetmiskõlbulik (pH 5,7, ammoniaak N 24%, võihape 1,1%). Mõlemad kindlustuslisandid parandasid käärimist ja vähendasid kuivainekadu. Kindlustuslisand Niben oli efektiivsem, vähendas kontrolliga võrreldes silo võihappesisaldust ja kuivainekadu kolm korda. Kuigi silo käärimise kvaliteet oleneb kõige rohkem keemilisest kindlustuslisandist, suurendas ka segusse võetud timut silo väärtust. Ilmnes ka kindlustuslisandi ja segukülvi sünergism.

7. LUTSERNI KASUTUSVIISI MÕJU SAAGILE JA SÖÖDA TOITEVÄÄRTUSELE

Lutsernid (*Medicago L.*) on meil rohumaaviljeluses hinnatud hea saagivõime ja kõrge toiteväärtuse poolest. Eestis kasvatatakse põhiliselt hübriidlutserne (*Medicago varia* Mart.), mis bioloogilistelt omadustelt on niidutüübilised taimed, sest mulla pinna lähedal paiknev tugev sammasjuur võib karjatamisel kergesti vigastuda.

Eduka sordiaretusega on loodud ka karjatamisele vastupidavaid sorte (Bender jt 1999). Karjatamist taluvatele sortidele on omane peajuure sügavam asetus mullas ja neil on võime vegetatiivselt paljuneda.

Lutserniseemnete vähesusest tingituna on Eestis pikemat aega kasvatatud välismaiseid lutsernisorte. USA ja Baltimaade põllumajandusteaduse koostööprogramm aastatel 1993–1997 käsitles ka USA lutsernisortide katsetamist Eestis. Enamasti on välismaised lutsernid jäänud talvekindluse ja saagikuse maha Jõgeval aretatud sortidest (Bender, Aavola 1999).

Lutserni kasutusviiside uurimisel on seni selgitatud põhiliselt niitesageduse mõju taimiku püsivusele ja rohu söödaväärtusele (Lillak 1994, 1998). Tootmises kasutatakse lutsernikülve sageli nii niitmiseks kui ka karjatamiseks. Uurimisandmeid kasutusviiside võrdleva mõju kohta on avaldatud vähe. Käesolevas töös esitatakse pikaajalise katse tulemused, kus uuritavateks faktoriteks olid kasutusviis (niitmine, karjatamine) ja lutserni sordilised iseärasused.

7.1. Tingimused ja meetodika

Katse rajati Juulikul 10. mail 1995. aastal keskmise sügavusega rähksele kamar-karbonaatmullale, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,6; huumus 3,7%; P 6,0 ja K 11 mg 100 g mullas. Fosfor-kaaliumväetisi ($\text{P}_{25} \text{K}_{60}$) anti katsealale külviaasta sügisel ja igal järgneval aastal aprillis.

Katseala jaotati kaheks osaks, millest ühte osa niideti kaks korda ja teist osa karjatati lehmadega neli karjatusringi. Uurimise alla võetud viiest lutsernisordist olid kaks Eesti sordid ('Jõgeva 118' ja 'Karlu') ning 3 Ameerika sordid ('Spreedor', 'Viking' ja 'Vernal'). Seemnesegus oli 18 kg lutserni ja 6 kg põldtimutit 'Jõgeva 54'.

Kaheniitelisel kasutusel niideti taimikut lutserni õitsemise algul (juunis ja septembris), karjatamine toimus mai lõpus või juuni algul, seejärel juulis ja augustis (ädala kasvuperiood 22–34 päeva) ning viimast korda oktoobris.

Ilmastikutingimused olid aastate lõikes erinevad. Esimese kasutusaasta (1996) suvi oli heintaimede kasvuks soodne. Põud oli augustis (sademeid 19%), kuid sügis tuli pikk ning tavalisest soojem. Talvitumistingimused olid normaalsed.

1997. aasta vegetatsioon algas alles aprilli lõpus ja oli kogu maikuu jahedate ning kuivade ilmade tõttu aeglane. Tugev põuaperiood oli augusti teisel poolel, mis pidurdas ädalakasvu. Kasvutingimused paranesid septembri II dekaadil ja see võimaldas lutsernitaimedel talvitumiseks valmistuda.

1998. aastal algas heintaimede kasv tavalisest varem, suvi oli vihmane (kahekordne norm) ja see kindlustas hea ädalakasvu, kuid talvitumistingimused olid seejärel lutsernidele ebasoodsad.

1999. aastal hakkasid heintaimed kasvama 18. aprillil, kuid mais oli soojust ja sademeid vähe. Juunis lutsernide kasv ja areng hoogustus (efektiivsete temperatuuride summa ületas 126 °C võrra pikaajalist keskmist). Juuli-, augusti- ja septembrikuu pikaajalise põua tõttu jäi lutserni ädalakasv sellel aastal väheseks.

Kasvanud rohumass määrati niitemetodil. Karjatatavalt alalt tehti seda vahetult enne loomadega karjatamist. Igast niitest võeti analüüsideks variandi kohta üks keskmine proov. Rohuproovid säilitati sügavkülmas ja pärast jahvatamist ning kuivatamist tehti zootehniline täisanalüüs (Weende skeem). Orgaanilise aine seeduvus määrati Juulikul fistuleeritud lehmadega *in sacco* meetodil. Analüüsist saadud andmete alusel arvutati sööda metaboliseeruva energia sisaldus (Oll, Tõlp 1997).

7.2. Tulemused ja arutelu

Lutsernisortide saagikus oli katseaastatel erinev (tabelid 7.2.1 ja 7.2.2). Ameerika lutsernid 'Spredor' ja 'Viking' olid niitelisel kasutusel esimestel aastatel suurema kuivainesaagiga kui Jõgeva sordid, kuid karjatamisel ületas kõiki katses olnud sorte Jõgeva karjamaalutsern 'Karlu'. Kaheniiteline kasutus osutus taimedele soodsamaks kui karjatamine. Karjatamise mõjul lutsernitaimikud hõrenesid. Niitelise alaga võrreldes oli karjamaal lutsernisortide keskmisena 1997. a kevadel 8,5%, 1998. a 18% ja 1999. a juba 31% taimi vähem. Kõige väiksema karjatuskindlusega oli sort 'Spredor' ja kõige karjatamiskindlam 'Karlu'.

Katseaastate keskmisena saadi niitelisel kasutusel enamiku sortide osas suurem kuivainesaak, kusjuures Jõgeva sortidele oli eriti hea saagiaasta 1998. Ameerika lutsernisordid jäid alates kolmandast kasutusaastast saagikuselt Jõgeva sortidele alla. Nendel sortidel oli parem saak teisel kasutusaastal.

Katses olnud Ameerika lutsernid ei ole karjatamiskindlad ja kuuluvad niidutüübiliste sortide hulka. Esimese karjatamisaasta (1996) suurem saak võrreldes niitelise alaga saadi seetõttu, et karjatamine kui faktor ei olnud veel mõjule pääsenud. Teisest aastast alates avaldus karjatamise tugev negatiivne mõju niidutüübilistele sortidele. Viimasel katseaastal (1999) saadi karjatamisel pikaajalise põua tõttu väga väike saak, sest alates juulist rohu juurdekasv lakkas.

Tabel 7.2.1. Lutsernisaak niitelisel kasutusel

Sort	Aasta	KA t/ha	TP t/ha	ME GJ/ha
Jõgeva 118	1996	6,59	1,04	62,9
	1997	7,94	1,10	76,5
	1998	10,58	1,84	102,3
	1999	6,90	0,94	66,0
	Keskm.	8,00	1,23	76,9
Karlu	1996	7,02	1,17	64,5
	1997	9,14	1,50	87,9
	1998	11,69	1,99	113,7
	1999	7,30	0,98	69,1
	Keskm.	8,78	1,41	83,8
Spredor	1996	6,97	1,20	65,0
	1997	11,40	1,65	105,4
	1998	9,29	1,20	85,8
	1999	4,80	0,54	44,4
	Keskm.	8,12	1,15	75,2
Vernal	1996	7,00	1,11	66,4
	1997	9,69	1,42	90,9
	1998	9,72	1,49	95,4
	1999	6,20	0,61	54,9
	Keskm.	8,15	1,16	76,9
Viking	1996	7,86	1,29	71,7
	1997	10,14	1,55	96,8
	1998	9,46	1,59	95,6
	1999	5,66	0,57	49,8
	Keskm.	8,28	1,25	78,5

PD₀₅

0,77

Toorproteiinisaagid olid lutsernisortidel katseaastate keskmisena karjatamisel kõrgemad kui niitelisel kasutamisel. Kolmandal ja neljandal katseaastal oli aga niiteline kasutus parema proteiinisaagiga, sest kaheniiteline režiim nõrgendas lutsernitaimi vähem kui karjatamine. Kõige kõrgema proteiinisaagiga paistis silma sort 'Karlu' niitmisel kui ka karjatamisel.

Tabel 7.2.2. Lutsernisaak karjatamisel

Sort	Aasta	KA t/ha	TP t/ha	ME GJ/ha
Jõgeva 118	1996	7,92	1,75	88,8
	1997	7,86	1,62	84,5
	1998	8,89	1,71	95,6
	1999	3,75	0,68	42,9
	Keskm.	7,10	1,44	77,9
Karlu	1996	9,97	2,34	107,8
	1997	9,39	1,98	99,4
	1998	9,45	1,75	98,1
	1999	4,36	0,85	49,9
	Keskm.	8,29	1,73	88,8
Spredor	1996	9,24	2,01	101,9
	1997	7,31	1,47	80,2
	1998	8,23	1,40	88,9
	1999	3,57	0,61	40,9
	Keskm.	7,09	1,37	78,0
Vernal	1996	9,10	1,98	98,6
	1997	6,98	1,36	74,6
	1998	8,84	1,56	91,8
	1999	3,10	0,53	35,1
	Keskm.	7,00	1,36	75,0
Viking	1996	8,60	2,02	99,2
	1997	7,19	1,33	77,7
	1998	9,11	1,71	95,7
	1999	2,82	0,50	31,2
	Keskm.	6,93	1,39	75,9
PD ₀₅		0,86		

Metaboliseeruva energia saakide võrdlus näitas, et kasutusviis ei mõjutanud katseaastate keskmisena usutavalt energiakogust. Aastate erinevused olid kuivainesaakide muutustega samalaadsed. Lutsernisortidest võib metaboliseeruva energia saagi poolest esile tõsta Jõgeva sorti 'Karlu', mis ületas teisi katses olnud sorte nii niitmisel kui ka karjatamisel. Teiste sortidega võrreldes oli 'Karlu' parem ka viimasel katseaastal.

Ameerika sortide metaboliseeruva energia saak niitelisel kasutamisel ei erinenud esimestel katseaastatel usutavalt sordist 'Jõgeva 118', kuid alates kolmandast aastast jäid nad kohalikule alla. Karjatamisel oli varieeruvus sortide lõikes suurem ja usutavalt väiksemaid saake (sordid 'Vernal' ja 'Viking') saab täheldada vaid viimasel katseaastal (tabel 7.2.2).

Rohusööda toiteväärtuse näitajad olid kõik karjatamisel paremad kui kahekordsel niitmisel. Karjamaarohu kuivaine sisaldas toorproteiini katseaastate ja sortide keskmisena 5% võrra rohkem kui niitelisel alal, toorkiusisaldus oli Jõgeva sortidel 6–7% ja Ameerika sortidel 7–8% võrra madalam ning kuivaine seeduvus vastavalt 8–9% ja 9–12% võrra parem. 'Jõgeva 118'-ga võrreldes sisaldas rohusööt 'Karlut' kasvatamisel toorproteiini 0,6% ja toorkiudu 1–2% võrra rohkem ning kuivaine oli veidi väiksema seeduvusega. 'Karlut' võib karjatada mõne päeva võrra varem, et saada kõrgema toiteväärtusega sööt.

Tabel 7.2.3. Lutserni toiteväärtus niitelisel kasutamisel

Sort	Aasta	TP %	TK %	Seed. %	ME MJ/kg
Jõgeva 118	1996	15,8	27,4	63	9,55
	1997	13,9	25,4	64	9,64
	1998	17,4	29,5	63	9,67
	1999	13,7	26,8	64	9,57
	Keskm.	15,4	27,5	64	9,62
Karlu	1996	16,7	29,1	61	9,19
	1997	16,4	28,4	62	9,62
	1998	17,0	28,2	63	9,73
	1999	13,4	27,8	62	9,46
	Keskm.	16,0	28,3	62	9,54
Spredor	1996	17,7	27,8	62	9,33
	1997	14,4	29,4	61	9,25
	1998	12,9	29,4	61	9,24
	1999	11,3	28,8	62	9,25
	Keskm.	14,1	29,0	61	9,26
Vernal	1996	15,9	30,1	63	9,49
	1997	14,7	29,6	63	9,38
	1998	15,3	28,7	64	9,84
	1999	9,9	32,1	59	8,86
	Keskm.	14,2	29,9	63	9,44
Viking	1996	16,4	30,5	60	9,12
	1997	15,3	28,5	62	9,55
	1998	16,8	25,6	65	10,10
	1999	10,1	32,8	59	8,80
	Keskm.	15,1	28,9	62	9,48

Metaboliseeruva energia sisaldus kuivaines oli katseaastate keskmisena niitmisel 9,3–9,6 MJ/kg ja karjatamisel 10,7–11,0 MJ/kg. Kaheniitelisel kasutusel jääb Ameerika lutsernidest saadud kuivaine toiteväärtus hea kvaliteedi kriteeriumist kõikide näitajate osas veidi maha, kuid karjatamisel (4 saaki) ületab seevastu seda tunduvalt. Aastate ja sortide lõikes olid halvemad toiteväärtuse näitajad niitmisel Ameerika sortidel 'Vernal' ja 'Viking' 1999. a ning 'Spredor' 1997., 1998. ja 1999. aastal.

Sort 'Jõgeva 118' andis stabiilselt hea metaboliseeruva energia sisaldusega sööda. Kaheniitelisel kasutusel saadud rohusööda põhiliseks puuduseks on hea rohusööda kriteeriumist kõrgem toorkiusisaldus ja madalam seeduvus.

Tabel 7.2.4. *Lutserni saagi toiteväärtus karjatamisel.*

Sort	Aasta	TP %	TK %	Seed. %	MEMJ/kg
Jõgeva 118	1996	22,1	19,7	73	11,21
	1997	20,6	20,8	71	10,75
	1998	19,3	21,5	70	10,75
	1999	18,2	19,2	76	11,44
	Keskm.	20,3	20,5	72	10,98
Karlu	1996	23,4	21,0	70	10,81
	1997	21,1	23,9	69	10,59
	1998	18,5	22,9	69	10,38
	1999	19,4	19,1	75	11,45
	Keskm.	20,9	22,2	71	10,71
Spredor	1996	21,8	21,3	72	11,03
	1997	20,2	21,5	71	10,97
	1998	17,0	22,0	72	10,81
	1999	17,2	18,8	76	11,47
	Keskm.	19,4	21,2	73	11,00
Vernal	1996	21,8	22,1	71	10,84
	1997	19,5	23,6	69	10,69
	1998	17,6	23,7	69	10,38
	1999	17,1	19,3	75	11,31
	Keskm.	19,4	22,7	71	10,72
Viking	1996	23,5	19,7	74	11,53
	1997	18,5	21,9	70	10,81
	1998	18,8	22,8	70	10,50
	1999	17,6	20,2	73	11,05
	Keskm.	20,1	21,3	72	10,96

7.3. Katsetulemuste kokkuvõte

Erinevate kasutusviiside mõju uurimisel Eestist ja Ameerikast saadud lutsernisortide hindamiseks kogunes mitmekesine materjal, mille alusel võib teha järgmisi järeldusi.

Jõgeva karjamaalutsern 'Karlu' oli katses olnud sortidest kõige parema saagiga, ületades nelja aasta keskmisena kuivaine saagilt standardsorti 'Jõgeva 118' niitelisel kasutamisel 9,8% ja karjatamisel 16,8%, proteiinisaagid olid suuremad vastavalt 14,6% ja 20,1% ning metaboliseeruva energia saak 9% ning 14%.

Ameerika lutsernisordid ei olnud karjatamiskindlad (saak vähenes 14–19%) ja on määratud niiteliseks kasutamiseks. Alates kolmandast kasutusaastast jäid Ameerika lutsernisordid saagikuselt Jõgeva sortidele alla.

Kaheniitelisel kasutusel saadi võrreldes karjatamisega madalama toiteväärtusega rohusööt, kuid metaboliseeruva energia kogusaagi osas nelja aasta keskmisena usutavat erinevust ei olnud.

Karjatamine mõjus niidutüübilistele sortidele kahjustavalt ja neljandaks katseaastaks olid taimikud hõrenenud. Ameerika sordid olid väiksema talvekindlusega kui kohalikud Jõgeva sordid. Talvitumisele kõige vastupidavamaks osutus sort 'Karlu'.

Lutsernitaimikute intensiivne kasutus võimaldab toota kõrge toiteväärtusega hästi seeduvat rohusööta, kuid kasutusea pikendamiseks tuleb valida vastupidav sort.

Uurimistööd toetas Eesti Teadusfond (grant nr 2780).

8. LUTSERNI SÖÖTMINE

Rohusööda söömused, kuivaine seeduvus, proteiini- ja ainevahetusenergia sisaldus on tähtsamad näitajad, mis mõjutavad söötmisel loomade söödaratsiooni koosseisu ning tootmistulemusi. Lutserni söötmisel mäletsejalistele on olulised veel proteiini koosseis ja selle seedumise iseärasused ning kaltsiumirohkus. Lutsernisilo söötmisel tuleks tähelepanu pöörata ka fermentatsioonitulemustele ja hügieenilisele väärtusele.

8.1. Lutsernisööda omadused

Lutsernisöödad on maitsvad ja meeldivad loomadele. Nende söötmisel saadakse häid tootmistulemusi. Arvestada tuleks siiski lutsernisöötade eripära. Praktikas on olnud lutserni karjatamisel ja lutsernisilo söötmisel *ad libitum* loomadel kõhulahtisus ja piima suur karbamiidisisaldus. Karjamaal on esinenud ka vatsapuhituse juhtumeid. Suurenenud on poegimishalvatuse esinemissagedus.

Söömused sõltub väga paljudest teguritest, olulisemad on rakukesta ainete sisaldus ja keemiline koostis. Tselluloosi, hemitselluloosi ja ligniini summaarne analüüs (NDF-neutraalkiud) tehakse keemialaboris. Kuivaine NDF-sisaldust peetakse rohusööda söömused määravaks näitajaks. Selle arvutamiseks on võetud kasutusele järgmine valem:

$$\text{kuivaine söömused} = 120 / \text{NDF}.$$

Tulemus (kuivaine kogus looma 100 kg elusmassi kohta) on potentsiaalne söömused, mida mõjutab ratsiooni koosseis (eriti jõusööt), silo käärimisproduktid ja seeduvus.

Loomakasvatusinstituudis korraldatud katses vähendas iga ratsiooni võetud jõusööda täiendav kilogramm silo kuivaine söömused kõrreliste silo *ad libitum* söötmise korral 0,5 kg, lutsernist valmistatud silo korral 1,0 kg (Rihma, Kärt 2000).

Silo söötmisel kasutavad soomlased potentsiaalse söömuse arvutamise parandamiseks söömusedeksi. Arvesse võetakse seeduvus, hapete kogusumma ja ammoniaaklämmastiku sisaldus silos.

Söömusedeks on 100, kui:

seeduvus on	69%,
hapete kogusumma	80 g/kg,
ammoniaaklämmastiku sisaldus	5%.

Nimetatud näitajatest kõrvalekalded muudavad söömuse järgmiselt:

- seeduvuse vähenemisel kahaneb söömuse 160 g kuivainet päevas ühe protsendi kohta,
- hapete kogusumma suurenemisel väheneb silo söömuse 11 g ühe grammi kohta,
- ammoniaaklämmastiku sisalduse suurenemisel ühe protsendi võrra sööb loom silo kuivainet 71 g vähem.

Laboratooriumis määratud proteiin ei ole loomade poolt täielikult omastatav. Teades proteiini seedekoeffitsienti, arvutatakse seeduv proteiin. Nimetatud näitaja on kasutusel söötade tabelites ja võetakse aluseks söödaratsioonide koostamisel. Seedekoeffitsient on varasemas arengufaasis koristatud sööda puhul suurem kui hilisemas arengufaasis. Lutsernirohugi proteiini seedekoeffitsient on varsumise faasis 82, see väheneb täisõitsemisel 73-ni (Oll, Tõlp 1997). Lutsernisilo proteiini seedekoeffitsiendid on kahe kuni nelja ühiku võrra väiksemad.

Mäletsejaliste söötmisel hinnatakse 1980-ndatel aastatel tehtud uurimustele tuginedes proteiiniväärtust kahe tunnuse järgi (Tuori *et al* 1998; MTT 2004):

metaboliseeruv proteiin MP,

$$MP = 11,4 + 0,092 \times D \text{ arv} \times 10 + 0,067 \times TP \times 10;$$

vatsa proteiinibilanss VPB,

$$VPB = 19,1 - 0,154 \times D \text{ arv} \times 10 + 0,871 \times TP \times 10.$$

Proteiiniarvestuses on oluline tähelepanu pöörata ka vatsas lõhustunud ja vatsast mööduvale proteiinile. Vatsas lõhustunud proteiinist moodustub mikroobne valk. Proteiini kiire ja ulatusliku lõhustuvuse korral jääb omastuvuse kasutegur väikeseks, sest lõhustussaadusi tekib korraka liiga palju ja mikroorganismid ei suuda neid ära kasutada (ammoniaak imendub, muutub maksas karbamiidiks ning väljutatakse uriiniga).

Lutserni proteiini puuduseks on selle väga kiire ja ulatuslik (rohus 80 ja silos 85%) lõhustuvus vatsas. Suur lõhustuvus on tingitud sellest, et lutserni proteiinis on palju mittevalgulisi lämmastikühendeid, lutsernisilos täiendavad seda valgu hüdroolüüsi vaheühendid. Loomakasvatusinstituudi andmetel oli lutsernisilo proteiini efektiivne lõhustuvus 8% võrra suurem kui värskel rohul (Kaldmäe jt 2004).

Silo proteiini hüdroolüüs on väiksem, kui valmistatakse närbsilo ja lisatakse happelisi kindlustuslisandeid. Hinnata saab seda ammoniaaklämmastiku sisalduse järgi. Proteiini hüdroolüüs on väiksem lutserni-kõrreliste segukülvide korral (Lättemäe 2000; Lättemäe, Tamm 2005).

Hästi lõhustuvast proteiinist tekkinud ammoniaagiliiatõttu suureneb piima karbamiidisisaldus, mida lutsernisilo söötmiskatses ei suutnud normaliseerida isegi suured jõusöödaannused (Rihma, Kärt 2000).

Vatsast möödunud proteiin seedub osaliselt peensooles ja vabanevad aminohapped imenduvad. Nii ühest kui teisest allikast imendunud aminohapete kogusumma on metaboliseeruv proteiin. Metaboliseeruva proteiini hindamissüsteemi kohaselt sünteesitakse vatsas energiaallikast sõltumata ühe kilogrammi seedunud ja vatsas fermenteerunud süsivesikute kohta 179 g mikroobset proteiini, juhul kui sünteesi ei piira vatsas lõhustuva proteiini hulk (Ots 2005).

Söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse 2004. aasta tabelites on lutsernirohu metaboliseeruva proteiini sisalduseks kuivaines taime varsumisel 9,2 ja täisõitsemisel 7,6%, lutsernisilos aga vastavalt 8,3 ja 6,8%.

Vatsa proteiinibilanss on vatsas lõhustunud proteiini ja seal potentsiaalselt moodustuva mikroobse proteiini vahe. Mikroobse proteiini teket limiteerivateks toitefaktoriteks on põhiliselt proteiin ja söödaenergia. Lutserni söötmisel ei limiteeri mikroobse proteiini sünteesi lämmastikuühendite vähesus, vaid mikroorganismidele kättesaadava energia vähesus ja energia ning proteiini ebahütlane lõhustamiskiirus vatsas.

Tabeli andmetel on lutsernirohu VPB varsumisel 75 ja täisõitsemisel 20 g/kg. Lutsernisilos on see näitaja vastavalt 81 ja 30 g/kg. Söödaratsiooni koostamisel peaks keskmiseks VPB väärtuseks olema null või nõrgalt positiivne näitaja. Lutserni söötmisel on võimalik seega lülitada ratsiooni suurema energia- ja väiksema proteiinisaldusega negatiivse VPB-ga söötasid.

Liblikõielistest heintaimedest valmistatud silos olevat kergesti lõhustuvat proteiini kasutatakse mikroobse proteiini sünteesiks kõige enam siis, kui söödaratsioonis on tähtsuse allikaks odrajahu, kõige vähem siis, kui tähtsuse allikaks on maisijahu (Ots 2005).

8.2. Söötmisskatsete tulemusi

Juuliku katsefarmis korraldati lutsernisilo ja lutserni-kõrreliste segasilo söötmisskatset 2003. ja 2004. aastal. Söötmisskatseteks valiti katsefarmi lehmadest neli analoogpaari, keda söödeti individuaalselt *ad libitum*. Söötmise eelperiood kestis kolm nädalat, arvestusperiood ja järelperiood kumbki üks nädal.

Söödakasutamise efektiivsus selgitati söödud kuivaine koguse ja saadud toodangu hulga ning kvaliteedi alusel. Esimeses söötmisskatsetes saadi katsesse võetud lehmadel katseperioodi keskmisena üle 25 kg EKM-piima päevas (Tamm jt 2003).

Katsesse valitud lutsernisilo oli piimakarja söötmiseks rahuldava väärtusega. Suure kiusisalduse (ADF 36–40%) tõttu oli metaboliseeruvat energiat hea silo nõudest (> 9,5 MJ/kg) vähem. Lutsernisilo sisaldas vähe happeid, kuid suhteliselt palju ammoniaaklämmastikku. Loomadele kahjulikke käärimisprodukte silos ei leidunud.

Söödaratsiooni tasakaalustamiseks ja energiasisalduse suurendamiseks söödeti lehmadele kolmeks jaotatud annuses 7 kg odra ülekaaluga (ME 13,0 MJ/kg) söödajahu päevas. Silo kuivaine söömus oli lutsernisilol 12,3 ja segasilol 13,5 kg. Lehmade energiavajadus kaeti lutsernisilo söötmisel 96,4% ja lutserni-kõrreliste segasilo korral 106%. Puhaskülvi lutsernisilo söötmisel jäi ratsiooni energiasöömum loomade vajadusest väiksemaks, seetõttu ei suutnud vatsamikroobid silost lõhustunud proteiini ära kasutada ja piima karbamiidisisaldus tõusis üle 300 mg/l.

Lutserni-kõrreliste segasilo söötmistulemused osutusid lutserni puhaskülvi silost paremaks. Silo kuivaine söömus oli 10% suurem ja kuigi piimatoodang usutavalt ei erinenud, oli ratsioon proteiini ja energia osas tasakaalus. Piima karbamiidisisaldus (267 mg/l) oli normi piires (Sikk 1999) ja rasvasisaldus suur (4,53%).

Lehmade energiatarbest kaeti lutsernisilo arvel 58% ja lutserni-kõrreliste siloga 61%, kaltsiumi said lehmad vastavalt 2,3 ja 1,6 korda vajadusest rohkem, kuid fosforivajaduse kate oli vaid 67%. Piima koostises oli mõningane erinevus. Lutserni puhaskülvi silo söötmisel oli piima rasvasisaldus väiksem ja valgu- ning karbamiidisisaldus suurem.

Teine söötmiskatse korraldati Juuliku katsefarmis eespool kirjeldatud meetodika kohaselt 2004. aastal. Märksilodest (kuivainet 21–22%) oli võrdluses lutsernisilo (proteiini 17%, seeduvus 63%, ME 9,2 MJ/kg) ja segasilo (proteiini 16%, seeduvus 65%, ME 9,8 MJ/kg).

Suurema toiteväärtusega segasilo kuivainet söödi 15 kg päevas, kuid lutsernisilo 12,8 kg. Jõusööta said kõik katseloomad 6,2 kg, see oli jaotatud kolmeks annuseks. EKM-piima saadi segasilo rühmas 30,4 kg ja lutsernisilo rühmas 27,7 kg. Piima valgusisalduses usutavat erinevust ei olnud, kuid lutsernisilo söötmisel suurenes piima karbamiidisisaldus üle 380 mg/l, segasilo söötmisel oli see 280 mg/l.

Söödavajadus ja -kate oli energia osas tasakaalus vaid segasilo söötmisel. Lutsernisilo korral jäi energiakattest 6% ulatuses puudu, kuid seeduvat proteiini said loomad 14% rohkem. Silosöödaga kaeti segasilo korral 66% energiatarbest ja 71% seeduva proteiini vajadusest, lutsernisilo söötmisel olid vastavad näitajad 60% ja 72%.

Söötmisskatsete tulemused näitavad veenvalt, et lutsernisööda negatiivseid omadusi on võimalik vältida, kui lutsern külvata kõrrelisega segatuna. Kõrreliste 25–30%-line osatähtsus haljasmassis on küllaldane, et suurendada saaki, vähendada lamandumist ja muuta proteiinibilanss vatsas soodsamaks.

Kõrreliste lisamine parandab rohu sileeruvust, kindlustab koos lisanditega silo hea kvaliteedi ja kõrge toiteväärtuse. Hea silo söötisel saab vähendada jõusööda osatähtsust söödaratsioonis, kartmata seda, et toodang väheneks, ja tagasihoidlike jõusöödakogustega (35–40% energiavajadusest) parandada piimatootmise majanduslikku efektiivsust.

KIRJANDUS

- Annuk, K.** 2006. Kultuurniidud. – Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine II. Koostaja A. Bender, lk 406–435.
- Bender, A.** 1997. Lutserniliikide ja -sortide talvekindlusest. – Agraarteadus nr 4, lk 291–310.
- Bender, A.** 1999. Heintaimede seemnekasvatuse olukord ja ohud heinaseemnete hankimisel. – Loodushoidlikud rohumaad, lk 62–67.
- Bender, A.** 2000. Lutserni ja punase ristiku sordid, nende omadused. Väitekiri, 172 lk.
- Bender, A.** 2006. Lutsernid. – Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine I. Koostanud A. Bender, lk 192–215.
- Bender, A., M. Jaagus, S. Tamm** 1999. 'Juurlu' – Jõgeval aretatud juurevõrseline karjamaa lutsernisort. – Akadeemilise Põllumajandusseltsi Toimetised nr 9, lk 9–12.
- Bender, A., R. Aavola** 1999a. Põhja-Ameerika lutsernisortide saak ja saagi kvaliteet Eesti kliimatingimustes. – Agraarteadus nr 3, lk 184–193.
- Bender, A., R. Aavola** 1999b. Mitmeaastased heintaimed. – Loodushoidlikud rohumaad, lk 21–58.
- Bender, A., R. Aavola** 2000. Põhja-Ameerika lutsernisortide saagi kvaliteet. – Jõgeva Sordiaretuse Instituudi teaduslikud tööd VIII, lk 211–217.
- Buxton, D. R., D. D. Redfearn** 1997. Plant Limitation to Fiber Digestion and Utilization. – The Journal of Nutrition, 127, pp 814S–818S.
- Haller, E.** 1969. Idanemiskeskonna mõju põllukultuuride saagile, 274 lk.

- Jung, H. G., M. S. Allen** 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. – J. Animal Sci., 73, pp 2774–2490.
- Jung, H. G., F. M. Engels** 2002. Alfalfa Stem Tissues: Cell Wall Deposition, Composition and Degradability. – J. Crop Sci., 42, pp 524–534.
- Kaldmäe, H., A. Olt, M. Vadi** 2004. Liblikõieliste heintaimede proteiini lõhustuvusest. – Agraarteadus XV, nr 2, lk 90–95.
- Kaldoja, R.** 1972. Lutsernikasvatuse ülesanded ja seemne saamise võimalusi. – Lutsernikasvatuse konverentsi ettekannete kokkuvõtted, lk 7–11.
- Kotkas, H.** 1964. Põldheinakasvatus. – Taimikasvatus. Koostaja A. Tääger, lk 529–549.
- Kukk, T.** 1999. Eesti taimestik. TA Kirjastus, 464 lk.
- Kuum, E.** 1972. Lutsernikasvatuse arengust Eestis. – Lutsernikasvatuse konverentsi ettekannete kokkuvõtted, lk 70–72.
- Kõlli, R.** 2006. Muldade sobivus rohumaaviljeluseks. – Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine I. Koostaja A. Bender, lk 62–77.
- Kärt, O., M. Ots** 1999. Metaboliseeruva proteiini hindamise süsteemide arendusi eri riikides. – Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatuseinstituudi teadustöid 70, lk 18–28.
- Laur, V.** 1962. Lutsernikasvatus kamar-karbonaatmuldadel Eestis, 88 lk.
- Lillak, R.** 1994. Rohumaa botaanilise koosseisu, fütomassi ja saagi kvaliteedi kujunemine olenevalt niiterežiimist ja vihmutamisest. III Hübriidlutserni taimiku kvantitatiivsed iseärasused. – Agraarteadus nr 3, lk 308–330.
- Lillak R.,** 1998. Viimase niite aja ja niitmässageduse mõju lutsernitaimiku produktsioonivõimele olenevalt sordilisest iseärasusest. – Agraarteadus nr 2, lk 125–133.

- Lillak**, R. 2000. Lutsernitaimiku degradeerumine. – Agraarteadus XI, nr 1, lk 59–70.
- Lillak**, R. 2004. Viimase niite aja mõju lutserni saagivõimele erinevates pedokliimaatilistes tingimustes. – Teadustööde kogumik 219. Agronoomia 2004, lk 139–141.
- Lillak**, R., A. **Linke**, M. **Marrandi** 1997. Genotüübi mõju lutserni taimiku kujunemisele külviaastal ja esimesel kasutusaastral. – APS Toimetised nr 4, lk 65–70.
- Loucka**, R., J. **Takahashi**, T. **Masuko** 1999. Fermentation quality of silage made from alfalfa-grass or an alfalfa-grass mixture. – Proceedings of the XIIth International Conference in Uppsala, pp 108–109.
- Lättemäe**, P., U. **Tamm** 2002. Lutsernisilo kvaliteedi parandamine segakülvide ja kindlustuslisandite kasutamisega. – Agraarteadus XIII, nr 6, lk 337–342.
- Lättemäe**, P., U. **Tamm** 2004. Erinevate segakülvide ja silo kindlustuslisandite mõju rohusilo toiteväärtusele ja sileeruvusele. – Teadustööde kogumik 219. Agronoomia 2004, lk 145–147.
- Mets**, J. 1937. Lutserni kasvatamise võimalustest Eestis – Jõgeva katsetulemustel. – Niit ja karjamaa IX. Eesti niidu ja karjamaa arendamise ühingu väljaanne, lk 37–47.
- Miljan**, A. 1932. Lutserni kasvatamisest Eestis. – Niit ja karjamaa IV. A. R. T. Põllumajandusliidu väljaanne, lk 35–44.
- MTT** 2004 = Rehutaulukot ja ruokintasuositukset.
- Oll**, Ü. 1991. Metaboliseeruv proteiin söötade proteiinisalduse ja mäletsejaliste proteiinitarbe arvestamise alusena. – Agraarteadus nr 2, lk 158–169.
- Oll**, Ü. 1994. Söötmissõpetus I. Tallinn, 302 lk.
- Oll**, Ü., S. **Tõlp** 1997. Söötade energiasalduse arvutamise juhend koos abitabelitega. Tartu, 83 lk.

- Ots, M.** 2005. Energia- ja proteiiniallika mõju mikroobse proteiini sünteesile mäletsejalistel. – Väitekiri doktorikraadi taotlemiseks loomakasvatuse erialal, 139 lk.
- Rand, H.** 1992. Heintaimede seemnekasvatus. – Rohumaaviljelus talupidajale. Koostaja H. Older, lk 44–67.
- Rihma, E., O. Kärt** 2000. Dairy cow's intake of silage prepared from different grass. – Proceedings of the Animal Nutrition Conference, pp 22–29.
- Sarand, R.-J.** 1993. Roheliste taimede sileerimine. – R. Toomre, H. Older, R.-J. Sarand. Rohusöödad, nende tootmine ja kasutamine.
- Sarand, R.-J.** 1997. Rohusöötade tootmine talveks. – Piimakarjapidaja ja konsulendi käsiraamat. Koostanud H. Older, lk 121–134.
- Sikk, V.** 1999. Piimalehmade söödaratsiooni energia- ja proteiinitase ning selle hindamine piima karbamiidi- ja valgusisalduse alusel. – Tõuloomakasvatus, 2, lk 20–23.
- Statistikaameti aastakogumik** 2005.
- Sutter, H.** 1969. Lutserni agrotehnilised katsed. – Lühikokkuvõtteid EPA Agronoomiateaduskonna teadusliku uurimistöo tulemustest 1941–1968. a, lk 147–160.
- EPMÜ Loomakasvatusteaduste instituut** 2004. Söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse tabelid, 122 lk.
- Tamm, U.** 1997. Heinaseemnesegude koostamine. – Piimakarjapidaja ja konsulendi käsiraamat, lk 97–102.
- Tamm, U.** 2000. Erinevate seemnesegudega rajatud karjamaade saak ja rohu toiteväärtus. – APS Toimetised nr 11, lk 75–78.
- Tamm, U.** 2005. Rohusööda toiteväärtus, 88 lk.
- Tamm, U., A. Põlluste** 2000. Lutserni kasutusviisi mõju saagile ja sööda toiteväärtusele. – APS Toimetised nr 11, lk 79–82.
- Tamm, U., S. Tamm** 2005. Effect of timothy sowing ratio on yield and nutritive value of alfalfa/timothy bi-crops. – Integrating

Efficient Grassland Farming and Biodiversity, Grassland Science in Europe, vol 10, pp 551–554.

Tamm, U., M. Nõges 2006. Rohu potentsiaalse sileruvuse meetod. – Kasuliku mudeli leiutis. Patendiamet nr 0054.

Tuori, M., K. V. Kaustell, P. Huhtanen 1998. Comparison of the protein evaluation system of feeds for dairy cows. Livestock production science 55, 1, pp 33–46.



