

Eesti Taimekasvatuse Instituut

Uno Tamm

**PAREMA TOITEVÄÄRTUSEGA
ROHUSÖÖT**

Taimekasvatuse pikaajaline programm



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfondi:
Euroopa Investeeringud

Eesti Taimikasvatuse Instituut

Uno Tamm

PAREMA TOITEVÄÄRTUSEGA ROHUSÖÖT

Saku 2017

Väljaandja: Eesti Taimikasvatuse Insituut, 2017



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa Investeeringud
maapiirkondadesse

ISBN 978-9949-9742-1-4

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUSE HINDAMINE	6
Energiasisalduse arvestus	6
Proteiinisisalduse arvestus	7
Kiusisalduse arvestus	8
Rohusööda toitainete sisalduse määramine laboris	10
ILMASTIKU MÕJU ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUSELE	12
Rohukasvu ja selle toiteväärtuse kujunemine 2006.–2016. aastal	12
2006. aasta tulemused	12
2007. aasta tulemused	13
2008. aasta tulemused	17
2009. aasta tulemused	18
2010. aasta tulemused	22
2011. aasta tulemused	24
2012. aasta tulemused	27
2013. aasta tulemused	29
2014. aasta tulemused	32
2015. aasta tulemused	35
2016. aasta tulemused	38
HEINTAIMIKU LIIGILISE KOOSSEISU MÕJU TOITEVÄÄRTUSELE	42
Kõrreliste ja liblikõieliste heintaimede toiteväärtuse erinevused	44
Liblikõieliste-kõrreliste segukülvide toiteväärtus.	47
Lutserni-kõrreliste segukülvid	47
Punase ristiku - kõrreliste segukülvid	50
Mineraalained rohusöötades	51
KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED	53
KASUTATUD KIRJANDUS	57

SISSEJUHATUS

Viimasel paaril aastakümnel on põllumajandussektoris toimunud suured muutused, mis peegelduvad põllumajandusliku maa kasutamises ja söödatootmises. Väetisterohke intensiivne rohumaaviljelus on asendunud keskkonnasõbraliku tootmisega, millega kaasnevad suuremad nõuded toodetud sööda kvaliteedile.

Söödakultuuride kasvatamise ja koristamise optimaalne süsteem, mis põhineb heintaimede liikide, sortide ja segukülvide agrobioloogial, võimaldab muuta rohusööda toiteväärtuse kõrgetoodanguliste loomade nõuetele vastavaks, tagades vajaliku energiatiheduse. Kõrge toiteväärtusega rohusööda tootmisel rakendatakse mitmeniitelist koristust.

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

Rohusöötade struktuuril on oluline osa toiteväärtuse kujunemisel. Karjamaarohu keskmine metaboliseeruva energia sisaldus on kuivaines 10 MJ kg⁻¹, rohusilos 9 MJ kg⁻¹ ja heinas 8 MJ kg⁻¹. Proteiinisaldus rohusilos ja heinas oli võrreldes karjamaarohuga vastavalt 1,2 ning 2,1 korda väiksemad. Libliköieliseroohke rohusööda söötmisel võib tasakaalustamata ratsioonide korral tekkida proteiini liig vatsas, proteiini kiire ja ulatusliku lõhustuvuse ning energia puudujäägi tõttu.

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

Parimad rohusöödad saadakse libliköieliste-kõrrelise segukülvidest. Libliköielised on kevadel soojanõudlikumad kui kõrreliised, nende kasvukiirus ja saagivõime sõltuvad ilmastikust sel perioodil rohkem võrreldes kõrrelistega. Segukülvide rohusööda saaki ja toiteväärtust mõjutab botaanilise koosseisu kõrval ka liikide arengufaas koristamisel. Koristamise hilinemisel toimus kõrreliste kiirema arengu mõjul segukülvide rohusööda proteiinisalduse ja ainevahetusenergia vähenemine.

Vegetatsiooniperioodi algul toimub heintaimedel kiire kasv ja areng. Nende vegetatiivmass, keemiline koostis ja saadav sööda kvaliteet muutuvad pidevalt, kusjuures massi suurenemine ja sööda toiteväärtus on pöördvõrdelises seoses. Toiteväärtuse põhinäitajad (seeduvus, proteiinisaldus jm.) vähenevad kasvuperioodi pikenedamisel, kuid arvuline väärtus sõltub nii liigist kui ka sordist. Sortide ja liikide valikuga oli võimalik optimaalset koristusaega pikendamise kolmenädalasele perioodile.

Ilmastik on aastate lõikes erinev ja esimese niite optimaalse koristusaja saabumist on

võimalik ette näha ilmavaatluse andmetel efektiivsete temperatuuride summast (vegetatsioonil algusest temp > +5 °C) lähtudes.

Loomade jõudluse kiire suurenemine viimasel kümnel aastal vajab toiteväärtuse märksa täpsemat määramist. Põllumajandusuuringute Keskus koostöös Eesti Taimikasvatuse Instituudiga alustas 2002. aastal rohusilo tegemise I niite optimaalse aja seirega. Vabariigi erinevates piirkonnades (Harjumaa, Lääne-Virumaa, Jõgevamaa, Põlvamaa, Viljandimaa, Pärnumaa ja Saaremaa) valitud põldudel (põldtimut, I aasta ristikurohke põldhein, II või III aasta põldhein, lutsern, karjamaa-raihein jm. liigid) võeti tootjate esindajate poolt alates maikuu kolmandast dekaadist esmaspäeviti nädalase intervalliga rohuproove, mis saadeti PMK Taimse Materjali Laborisse. Põllul mõõdeti heintaimede kasvukõrgus ja haljasmassi saak.

Labor (juhataja Ann Akk) määras rohu kuivaine, toorproteiini, happekiu ja neutraalkiu sisalduse ning arvutas kuivaine seeduvuse. Tulemused avaldati Põllumajandusuuringute Keskuse kodulehel (<http://pmk.agri.ee>) sama nädala kolmapäeval, kajastades ka nädala kestel toimunud muutusi. Teemat kommenteeris Uno Tamm Eesti Taimikasvatuse Instituudist (andmed PMK kodulehel 2006. aastast).

Lähtudes konkreetse piirkonna ja heintaimede liigilise koosseisu iseärasusest sai tootja esitatud andmetele toetudes varuda soovitud toiteväärtusega rohusilo. Ilmastiku muutused on kaasajal võrdlemisi hästi prognoositud ühe nädala ulatuses ja kuna rohu toiteväärtuse muutused on tihedas seoses kasvava efektiivse soojussummaga, sai laboris tehtud analüüsiandmeid aluseks võttes teha õigeid otsuseid.

Teabe mitmekesistamiseks kasutati täienduseks tootmisest saadud rohuroovide analüüsitulemustele instituudi rohumaaviljeluse katsetest laekunud andmeid. Uurimistulemused hõlmasid erinevate liikide, sortide ja segukülvide kasvatamise agrotehnikat ning koristustehnoloogiaid.

Pikaajalises uurimistöös on osalenud kolleegid Saku instituudist (Heli Meripõld, Silvi Tamm, Paul Lättemäe) ja arvukalt töötajaid üle kogu vabariigi. Avaldan siirast tänu kõigile, kes aitasid kaasa väga rikkaliku materjali laekumisele. Täna hea koostöö eest Põllumajandusuuringute Keskuse Taimse materjali labori töötajaid, Kuusiku ja Viljandi katsekeskuse ning Võru katsejaama töötajaid, taimikasvatuse juhte tootmises (Koidula Liis, Matis Moks, Argo Lääts, Tõnis Riisk, Jaanus Kiisk, Raivo Musting) ja konsulent Veeve Kaasik'ut.

Autor

ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUSE HINDAMINE

Rohusööda keskmiseks prooviks soovitud partiist võetakse 5–6 kohast iseloomustavad lähteproovid sööta ja tehakse samaaegselt sööda organoleptiline hindamine. Hinnatakse sööda värvust, lõhna ja struktuuri. Üksikvõetistest koostatakse keskmine söödaproov, mis saadetakse söötade analüüsi laborisse.

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

Vee kõrval on rohusöödas tuhik, proteiin, rasv ja süsivesikud, millest viimased kolm annavad söötmisel loomale energiat. Rohusööda energia sõltub põhiliselt kiusisaldusest. Rohusöötade energiasisaldus varieerub väga ulatuslikult sõltudes põhiliselt liigilisest koosseisust, väetamisest ja heintaimede vegetatiivosade vanusest koristamisel.

Toitefaktori hulka arvatakse energia, proteiin, mineraal-elementid, rasv ja vitamiinid. Weende skeemi kohaselt eristatakse järgmised fraktsioonid: kuivaine (KA), toortuhk (TT), proteiin (TP), toorrasv (TR), toorkiud (TK), lämmastikuvabad ekstraktiivained (EA). Täiendavalt määratakse mineraalelementidest Ca, P, K, Mg.

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

$$\text{tselluloosisisaldus} = \text{ADF} - \text{ligniin},$$

$$\text{hemitselluloosisisaldus} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

Energiasisalduse arvestus

Energia on sööda tähtsaim toitefaktor. Eesti vabariigis on energia arvestusühikuks võetud kasutusele metaboliseeruv energia (ME). Rohusöötade metaboliseeruva energia sisaldus varieerub suurtes piirides (ME 7–12 MJ kg⁻¹). Noores karjamaarohus on see näitaja enamasti 10,5–12,0 MJ kg⁻¹ KA ja vanas ülekasvanud karjamaarohus 10,0, rohusilodes 8–10 ning heinas 7–9,5.

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

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

Loomade söötmisel pole brutoenergia vahetult arvestatav suurus, sest vaja on teada energia jt toitefaktorite kättesaadavust söödast ehk kuivaine seeduvust (DDM). Lihtsustatult arvatakse, et kõik see mida loom roojaga välja ei erita on seedunud.

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

Seedimise esimeses faasis sööt peenestatakse ja niisutatakse süljega. Sülge eritub veistel

100–150 l päevas. Mäletsejaliste eesmaos toimub intensiivne mikroobne seede. Vatsakäärimise tulemusena tekivad äädik-, propioon- ja võihape (lenduvad rasvhapped). Põhiline seede paljude seedeensüümide toimel (ka mikroorganismide seede) toimub soolestikus.

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

$$ME=18,4596 \times DDM \times 84 / 100$$

Proteiinisisalduse arvestus

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

Laboris määratakse söötades leiduv lämmastikusisaldus (N%), mis proteiinisisalduse saamiseks korrutatakse 6,25-ga. Rohusöötades on toorproteiini (TP) 5–28%, sõltudes rohu botaanilisest koosseisust (liblikõielised, kõrrelised, rohundid), taimede arengufaasist, mullastikust ja rakendatud agrotehnikast.

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

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. Lutsernirohu 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):

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

$$\text{vatsa proteiinibilanss VPB} = 19,1 - 0,154 \times D \text{ arv} \times 10 + 0,871 \times TP \times 10,62$$

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 omastavuse kasutegur väikeseks, sest lõhustus- saadusi tekib korraga liiga palju ning mikroorganismid ei suuda neid ära kasutada (ammoniaak imendub, muutub maksas karbamiidiks ja 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 proteiin 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 ammoniaagiliia tõttu suureneb piima karbamiidisisaldus, mida lutsernisilo söötmiskatses ei suutnud normaliseerida isegi suured jõusöödaannused (Rihma, Kärt 2000).

Vatsast möödunud proteiin seedub osaliselt peensooles ja vabanenud 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 92 ja täisõitsemisel 76 g kg⁻¹, lutsernisilos aga vastavalt 83 ja 68 g kg⁻¹.

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 ebahühtlane lõhustamiskiirus vatsas.

Tabeli andmetel on lutsernirohu VPB varsumisel 75 ja täisõitsemisel 20 g kg⁻¹. Lutsernisilos on see näitaja vastavalt 81 ja 30 g kg⁻¹. Söödaratsiooni koostamisel peaks keskmiseks VPB väärtuseks olema null või nõrgalt positiivne näitaja. Lutserni söötmisel on võimalik seega lülitada ratsiooni suurema energia- ja väiksema proteiinisisaldusega negatiivse VPB-ga söötasid.

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

Sileerimisel väheneb fermentatsiooni käigus süsivesikute sisaldus (suhkrud kääratakse rasvhapeteks) ja sellest tulenevalt proteiini suhteline sisaldus enamasti suureneb. Tegelikult rohu käärimise ja tehnoloogiliste kadude tõttu proteiin rohusöödas väheneb.

Kiuisalduse arvestus

Kiudained on struktuursed süsivesikud, mis on vajalikud mäletsejaliste vatsaseede korrasoiuks ja kujunevad loomadele suureks energiaallikaks. Neutraalkiu (NDF) fraktsioon (taimeraku kestaaine) sisaldab ligniini, tselluloosi ja hemitselluloosi. See näitaja iseloomustab potentsiaalset söömust. Neutraalkiu keskmine seeduvus on lutsernil 45%, kõrrelistel heintaimedel 58%, maisil 63%.

Söömus 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 söömuse määravaks näitajaks. Selle arvutamiseks on võetud kasutusele järgmine valem:

$$\text{kuivaine söömuse} = 120 / \text{NDF}$$

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

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

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

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

Kõrrelistel ja liblikõielistel heintaimedel on võrreldavates kasvufaasides erinev kiudainete sisaldus. Kõrreliste NDF% on suurem kui liblikõielistel, kuid see seedub kergemini ligniini väiksema osatähtsuse tõttu.

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

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

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

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

Loomakasvataja majanduslik eesmärk on varuda suurim seeduva toitainete kogusaak (SKA) hektarilt, kusjuures toiteväärtus peab vastama hea rohusööda kriteeriumi nõuetele (tabel 1). Väiksem seeduvate toitainete sisaldus hilisemates arengufaasides vähendab rohusööda majanduslikku efektiivsust. Rohusööda seeduvust mõjutasid kiu kontsentratsioon ja kiu-komponentide omavaheline suhe. Hilisemates arengufaasides rakuseina tselluloosi-, hemitselluloosi- ja ligniinisaldus suurenes, kaks esimest on vatsa anaeroobsete mikroorganismide osalusel osaliselt seeduvad, ligniin seedumatu.

Suurem lehtede osakaal varasemas arengufaasi saagis kindlustas rohusööda parema toiteväärtuse, kuna vartele oli iseloomulik küpsemas arengufaasis madal seeduvus, sest ligniiferunud struktuurseid kudesid on vartes rohkem kui lehtedes. Taimiku kuivaine seeduvus määrab ära rohusööda ainevahetusliku energiasalduse.

Tabel 1. Toiteväärtuse nõuded rohusöötade hindamiseks
(Tamm 2005. Rohusööda toiteväärtus, tabel 9 parandustega)

Näitajad	Hinnang		
	Hea	Rahuldav	Halb
Proteiin,%	> 15	12–15	< 12
NDF,% libliköielised	< 41	42–50	> 50
NDF,% kõrrelised	< 55	56–60	> 60
ADF,% libliköielised	< 31	32–40	> 40
ADF,% kõrrelised	< 32	33–42	> 42
Seeduvus,%	> 65	55–65	< 55
ME MJ kg ⁻¹ KA	> 9,5	8–9,5	< 8

Rohusööda toitainete sisalduse määramine laboris

Enamuses maailma arenenud piimatootmisega riikides määratakse järgmised toitainete sisalduse parameetrid: kuivaine, toorproteiin (*crude protein*), neutraalkiud – NDF (*neutral detergent fiber*), happekiud ADF (*acid detergent fiber*) ja tuhik.

Proteiini määramiseks söötades tehakse kindlaks sööda lämmastikuisaldus. Rohusöötade ja teraviljapõhiste söötade proteiinisisalduse saamiseks korrutatakse tulemus 6,25-ga. Kasutatakse Kjeldahli ja Dumas meetodeid. Siloanalüüside puhul annab õigema tulemuse Kjeldahli meetod.

NDF – saadakse proovi keetmisel pindaktiivset ainet (detergent) naatriumlauruulsulfaati sisaldava lahusega ja kuumalt filtreerimisel. Eeldatakse et NDF koosneb tselluloosist, hemitselluloosist ja ligniinist. NDF-sisalduse abil saab arvutada koguseliselt ratsioonis oleva ärasöödava silo koguse. See kehtib ainult normaalse käärimiskvaliteediga silo puhul. Hea silo NDF-sisaldus jääb libliköielistel < 46% ja kõrrelistel < 55%.

ADF-sisaldus saadakse proovi keetmisel atsetüültrimetüül ammooniumbromiidi väävelhappelise lahusega. Eeldatakse, et ADF koosneb tselluloosist ja ligniinist. Mida kõrgem on ADF-sisaldus, seda madalam on seeduvus. Näitaja on oluline sööda energeetilise väärtuse arvutamisel.

Toorkiud oli oluline parameeter Weende skeemil põhinevates analüüsi ja arvutusskeemides. Eeldatakse, et toorkiud koosneb 50–80% tselluloosist, ~20% hemitselluloosist ja 10% ligniinist. Toorkiu hulka läheb veel osa proteiinist ja ränist.

Tuhik – tuhasisaldus vähendab sööda seeduvat orgaanilist osa (nn D-arv). Suur tuhasisaldus näitab lisaks taimerakkudes olevatele mineraalidele (Ca, Mg, K, P) proovi võimalikku saastatust mullaga. Tuha happelahust võib kasutada makroelementide määramiseks. Tuhastamisega tuleb olla äärmiselt ettevaatlik, sest tuhastamisel (540–550 °C) on fosforiühendid kergesti lenduvad.

Kuivaine määratakse 130 °C või 105 °C juures kuumutades proovi hästiventileeritavas kuivatuskapis kuni konstantse kaaluni. Kuna kõik analüüsid tehakse õhkuivades proovides

(niiskuskus ~10%), siis tehakse veel üks ümberarvutus, et saada tulemused kuivaines.

P, K, Ca, Mg määratakse röntgenluminesentspektromeetriga (*Energy Dispersion X-ray Spectrometry*). Selle meetodi kasutamisel on proovi ettevalmistus äärmiselt lihtne – õhkkuiv proov pressitakse tabletiks ja viiakse läbi mõõteprotseduur.

Alates möödunud sajandi 90-ndatest aastatest, kui laborites hakati seadmete juhtimiseks ja tulemuste töötlemiseks kasutama personaalarvuteid, toimus suur läbimurre lähiiinfrapuna(NIR) spektromeetria (λ -700–2500 nm) kasutamisel rutiinses massanalüüsis (näiteks sööda koostisosade analüüs).

Meetodi põhimõte seisneb erinevate keemiliste sidemete resonantsneeldumise registreerimises peegeldus- või neeldumisspektrites. Protseduur mingi parameetri (spektromeetri kaliibrimine) määramine seisneb proovide valimi parameetri (NDF, ADF, proteiin jm) täpsel analüüsimises referentsmeetodiga, sellele järgnevas vastava NIR spektrite mõõtmises ning statistiliste meetoditega vastavate korrelatsioonide leidmises. Tulemuste usaldatavus sõltub klassikaliste analüüside läbiviimise korrektsusest ja kasutatud valimi suurusest. Esialgne korrelatsioon ilmneb kui valimi proovide arv $n = 150$, rahuldav, $n = 500$, hea, $n = 1500$ ($R^2 = 0,92$) ja väga hea korrelatsioon ($R^2 = 0,96$) $n = 3000$. Kalibreeringud $R^2 > 0,96$ on rahvusvaheliselt aktsepteeritud analüüsideks, millega võivad kaasnedä rahalised tehingud.

NIR-meetodil tavaliselt puudub või on proovi ettevalmistamine minimaalne ja sellest tulenevalt on piisava kaliibreeringu puhul tulemused usaldusväärsemad kui klassikalisi meetodeid kasutades.

PMK laborid on akrediteeritud vastavuses standardiga ISO 17025: 2005. Akrediteeritus tähendab lihtsustatult öeldes seda, et kasutatavad meetodid, aparatuur ja analüüside läbiviimine koos toimiva kvaliteedi tagamise süsteemiga vastavad rahvusvahelistele nõuetele. See kõik tagab tulemuste õigsuse ja usaldatavuse.

Kokkuvõtteks saab ökonoomne loomakasvatussaaduste (piim, liha, munad) tootmine põhineda ainult piisava mahu ja täpsusega söötade laborianalüüsil.

ILMASTIKU MÕJU ROHUSÖÖDA TOITEVÄÄRTUSELE

Heintaimede vegetatsioon algab Eestis tavaliselt siis, kui ööpäeva keskmine õhutemperatuur ületab püsivalt +5 °C. Kõrreliste heintaimede esimese niite sobivaks ajaks soovitatakse erialakirjanduses kõrsumise lõppu või loomise algust (Older 1992; Selge 1996). Sellesse arengufaasi jõudmiseks kulub olenevalt liigist ja efektiivsete temperatuuride summast vegetatsiooni algusest 40–50 päeva. Ühe arengufaasi piires oli toiteväärtuse erinevus liikide vahel väiksem kui sama liigi erinevates arengufaasides (Tamm, Tamm 2006). Lisaks arengufaaside jälgimisele on võimalik optimaalset niiteaega määrata kasvuperioodi efektiivsete temperatuuride summat kasutades (Rinne *et al.* 1998).

Heintaimede niitmise optimaalse aja määramist on Eestis varem uuritud (timut ja punane ristik) aastatel 1996–1999 (Kaldmäe jt 1999). Lähtealuseks oli proteiini ja toorkiuisalduse näitajad. Aastate lõikes erines optimaalne niiteaeg 12 päeva. Põhja-Eestis saabus Lõuna-Eestiga võrreldes optimaalne esimese niite koristusaeg olenevalt aastast 3–7 päeva hiljem, põhjuseks ööpäeva keskmiste õhutemperatuuride erinevus.

Soomes on rohusööda toiteväärtuse muutuste hindamisel põhinäitajaks võetud orgaanilise aine seeduvus. Jättes kõrvale heintaimede vananemisel toimuvad morfoloogilised muutused otsiti seeduvust mõjutavaid tegureid, mis oleksid tootjatele arusaadavad. Heintaimede niitmise optimaalse aja määramisel saadi tugev seos efektiivsete temperatuuride summaga. Soojussumma lisandumisel 10 kraadi võrra vähenes kõrreliste orgaanilise aine seeduvus 0,45% võrra. Aastast 2001 lisandus Soomes kõrreliste toiteväärtuse uurimustele punane ristik. Liblikõielistel vähenes seeduvus 10 kraadi efektiivsete temperatuuride summa kohta 0,32% võrra.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on selgitada erinevate heintaimeliikide (punane ristik, lutsern, põldtimut, kerahein, aruheinad, raiheinad, kõrreliste-liblikõieliste segukülvid) esimese niite optimaalne aeg Eesti erinevates piirkondades, lähtudes kasvuperioodi efektiivsete temperatuuride summast.

Rohukasvu ja selle toiteväärtuse kujunemine 2006.–2016. aastal

Ilmastikutingimused olid ilmasteenistuse andmetel rohukasvuks ja heintaimede arenguks uurimisperioodil aastate lõikes ja piirkonniti erinevad. Järgnevalt antakse ilma ja rohukasvu seosest lühiülevaade viimase 11 aasta kohta.

2006. aasta tulemused

2006. aasta kevadine soojus hilines ja sademeid oli aastate keskmisega võrreldes vähe (sademeid aprillis 28%, mais 41%, juunis 34%). Vegetatsiooniperiood (keskmine õhutemperatuur üle 5 kraadi) algas 16. aprillil ja lõppes 28. oktoobril ning vältas 195 päeva (15 päeva keskmisest kauem). Soojem oli mai esimene pool (õhutemperatuur keskmiselt 12 °C), kuid päris palavaks läks juuni keskel (max 28–29 °C). Niiskusedefitsiit mullas ja maikuu öökülmad aeglustasid taimede arengut, mistõttu keskmise arenguga kõrreliste loomise alguseks vajasid heintaimed efektiivseid (> 5 °C) temperatuure 220–240 °C (2005. a 185–200 kraadi.).

Jahe kevad ei soosinud heintaimede kasvu. Heintaimede kasvukõrgus (kõrrelistel 50–60 cm, ristikul 27–33 cm) ja saigid (kuivainet 1,5–3,0 t/ha) olid 05. juunil eelmise aastaga võrreldes kolmandiku võrra väiksemad. Vaatamata väikesele saagile oli toiteväärtust hinnates koristamiseks kõlbulikud timuti ja hariliku aruheina taimikud.

Taimed olid väikese kuivainesaldusega (enamasti alla 20%), kuid kiusisaldus suurenes juunikuu keskel kiiresti (ef temperatuure > 250 kraadi). Seeduvuse langus oli päevas 0,5–0,7%, mis ilmade soojenedes kiirenes veelgi. Lõuna-Eesti proovides oli kõrrelistes proteiinisaldus < 150 g kg⁻¹ KA, põldtimuti ja hariliku aruheina neutraalkiusisaldus > 550 g kg⁻¹ KA. Kõrrelistel hakkasid alumised lehed kolletuma.

Liblikõieliste (punane ristik ja lutsern) taimik oli varte kasvu faasis (40–55 cm kõrge), ja suure toiteväärtusega. Piirkonniti vabariigis suuri erinevusi ei täheldatud. Rohu proovisileerimine laboris näitas, et rohumass oli hästi sileeruv. Ühe ööpäevaga tekkis silomahla piimhapet ligi 10 korda rohkem kui äädikhapet ja massi pH oli 4,2–4,4. Põldheina sileerimine võimaldas 12.06 andmetel saada nädala esimesel poolel hea toiteväärtusega, kuid nädala teisel poolel juba rahuldava toiteväärtusega sööda. Põldhein sileerus paremini kui lämmastikuga väetatud timut.

Sooja ilma mõjul hoogustus heintaimede kasv ja areng. Lutsernil toimus õiepungade moodustumine ja need taimikud sobisid niitmiseks. Punase ristiku seeduvus (700 g kg⁻¹ KA) ei vähenenud nädala kestel, ristikute proteiini- ja kiumuutused olid aeglased. Ristikutel toimus hoogne saagi suurenemine.

18. juuni andmetel oli kõrreliste kasvukõrgus 80–90 cm, ristikul 50–58 cm ja saigid 5,0–7,4 t ha⁻¹ KA, kuid seeduvus oli märkimisväärselt vähenenud (kõrrelistel ja põldheinal 620–590 g kg⁻¹ KA ning lutsernil 630 g kg⁻¹ KA). Nädalaga suurenes kõrreliste kuivaine saak keskmiselt 1,3 t ha⁻¹, kuid seeduva kuivaine saak suurenes ainult 0,7 t ha⁻¹. Liblikõielistel oli kuivaine juurdekasv 180 kg ha⁻¹ päevas. Hea toiteväärtus oli säilinud punasel ristikul.

Lutsernil oli juunikuu keskel põua tõttu alumiste lehtede varisemise aeg, mis vähendas toiteväärtust veelgi. Väikese kuivainesaldusega (enamasti alla 20%) oli veel punane ristik. Seeduvuse langus oli kõrrelistel 0,5–0,8%, ristikutel 0,2–0,5% võrra päevas. Proteiini oli kõrrelistes väga vähe (70–110 g kg⁻¹) ja kiudaineid palju (NDF 560–660 g kg⁻¹ KA), seega sobisid need vaid heina tegemiseks. Kuivainesaldus oli heintaimedes suhteliselt suur (kõrrelistes ja põldheinas 28–32%), mis kergendas söödavarumist. Väärtuslikku silo oli võimalik saada ristikute taimikutest kindlustuslisandite lisamisel. Silotöödeks olid tingimused head. Õhuniiskus oli keskpäeval väga väike ja mõõdukas tuul kuivatas haljasmassi kiiresti. Närvitamise aega tuli tavaliste päevadega võrreldes lühendada, et vältida liigset lehekadu vaalutamisel. Toiteväärtust arvestades tuli jaanipäevaks heintaimede esimene niide lõpetada.

Esimese niite järel oli sobiv aeg anda väetisi, et soodustada ädalakasvu. Heintaimede kasvuperioodil kogunes efektiivset soojust 1300 kraadi ja sademeid tuli 150 mm keskmisest vähem.

2007. aasta tulemused

2007. aastal oli efektiivsete temperatuuride summa vegetatsiooniperioodi algusest aprillikuu lõpuks Jõgeval 100 kraadi, Sakus ainult 40 kraadi. Optimaalse niiteaja hindamise proovikohtade valikul ei täheldatud maikuu keskel Põhja- ja Kesk-Eestis intensiivset rohu-

kasvu. Sagedased ja küllalt tugevad öökülmad olid kahjustanud keraheina ning lutserni taimi. Kuigi Lõuna-Eestis olid kasvutingimused soodsamad ei saanud veel üheltki põllult väikese rohukasvu tõttu proove võtta. Esimesed proovid saadeti laborisse 21. mail.



Öökülma kahjustus keraheinal

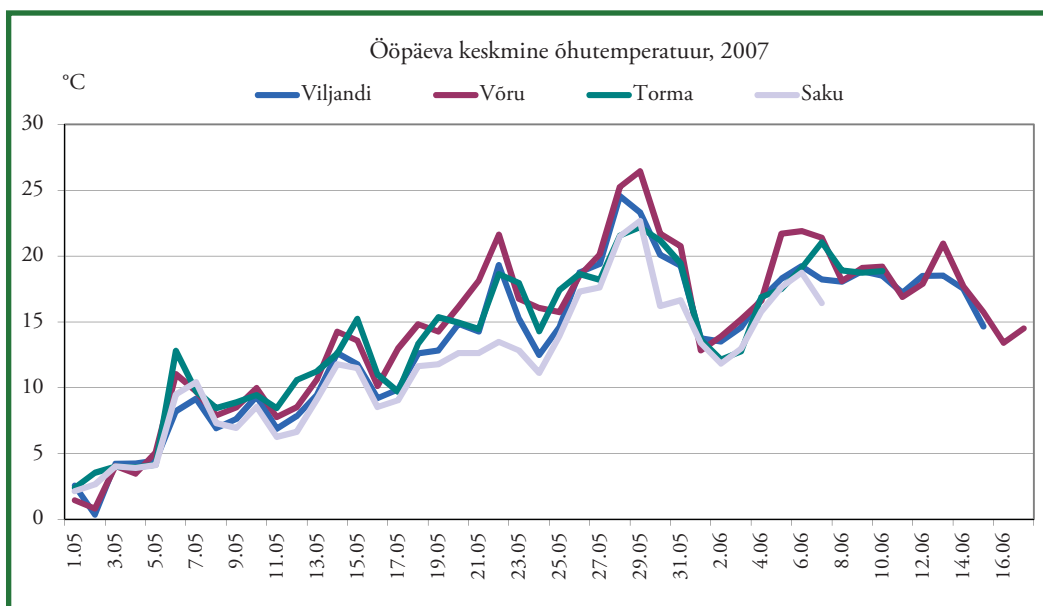


Öökülma kahjustus lutsernil

Kõrrelised olid arengult kõrsumise faasi alguses. Timuti ja hariliku aruheina võrsetel oli 3 lehte. Varane punane ristik sisaldas saagis vaid lehti (varte moodustumise algus), kuid lutsernil leidis nii lehti kui varsi.

Piisava mullaniiskuse ja soojemate ilmade mõjul hakkas rohi maikuu teisel poolel kiiresti kasvama. Rohu kuivainesisaldus (28.05) oli väike (15–18%) ja proteiinisaldus kõrge (160–250 g kg⁻¹ KA). Kuigi kuivaine seeduvus ületas kõikides proovides 700 g kg⁻¹ KA, viitasid Põlvast saadetud proovide kiusisalduse (NDF – 540–550 g kg⁻¹ ja ADF – 310–320 g kg⁻¹ KA) andmed taimede kiiremale arengule Lõuna-Eestis.

Ilmastikutingimused muutusid heintaimede arenguks maikuu keskelt väga soodsaks (vt õhutemperatuuride graafik). Saku vaatluspunkti andmetel oli efektiivsete temperatuuride (> +5 °C) summa 2007. aasta maikuu II ja III dekaadis kokku 171 °C, 2006. a samal ajal 78 °C. Kasvavas kokkuvõttes kogunes maikuu lõpuks efektiivseid temperatuure Sakus 210 kraadi. Rohu sileerimise optimaalne aeg saabus juba mai lõpus. Koristusküpseks said kõigepealt kõrrelised heintaimed (kerahein, põldtimut, aruheinad).



Rohustu liigilist koosseisu arvestades oli Põhja-Eestis kõrrelistel optimaalne koristusaeg maikuu lõpul, ristikurohkel põldheinal juunikuu esimesel nädalal ja ristikul ning lutsernil teisel nädalal. Lõuna-Eestis oli suurema soojuse mõjul heintaimede areng kiirem.

Efektiivsete temperatuuride summa oli varasemate aastate keskmisena 20. juuniks veidi üle 300 °C, kuid sellel aastal ületas see piirkonniti 400 °C. Soojale ilmale lisandus ka piisav kogus sademeid. Tulemuseks oli väga lopsakas ja hoogne rohukasv.

Heintaimede optimaalne koristusaeg saabus kuni 10 päeva tavalisest varem ja kuivaine kogusaagid olid selleks ajaks eelmise aastaga võrreldes kõrrelistel 40% ja liblikõielistel 70% võrra suuremad. 2006. aastal oli liblikõieliste heintaimede saagitase talvekahjustuste tõttu aastate keskmisest väiksem.

Tabel 2. Kokkuvõte 2007. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsides (Põllumajandusuuringute Keskuse analüüside põhjal)

Näitaja	Ühik	Rohusilo (401 proovi)	Maisisilo (9 proovi)
Kuivaine	%	38,0	28,8
Toorproteiini kuivaines	%	13,5	9,1
Happekiudu kuivaines	%	36,5	31,2
Neutraalkiudu kuivaines	%	55,3	54,0
Tuhka kuivaines	%	8,3	4,6
pH		4,8	4,0
ME	MJ/kg	9,5	9,8
Suhkrud kuivaines	g/kg	20,8	41,8
NH ₃ /üldN	%	7,0	6,7
Piimhape kuivaines	g/kg	42,0	11,9
Hapete summa kuivaines	g/kg	61,4	14,5
P kuivaines	%	0,27	0,22
K kuivaines	%	1,98	1,40
Ca kuivaines	%	0,98	0,59
Mg kuivaines	%	0,23	0,18

Kuivainesisalduse järgi jagunesid rohusilod järgmiselt:

märksilo (kuivainet < 25%)	14 % analüüsitud proovidest,
närbsilo (kuivainet 25–40%)	51 % analüüsitud proovidest,
kuivisilo (kuivainet 40–55%)	25 % analüüsitud proovidest,
sileeritud kuiv rohi (kuivainet > 55 %)	10 % analüüsitud proovidest.

Toorproteiinisalduse järgi hinnati silod:

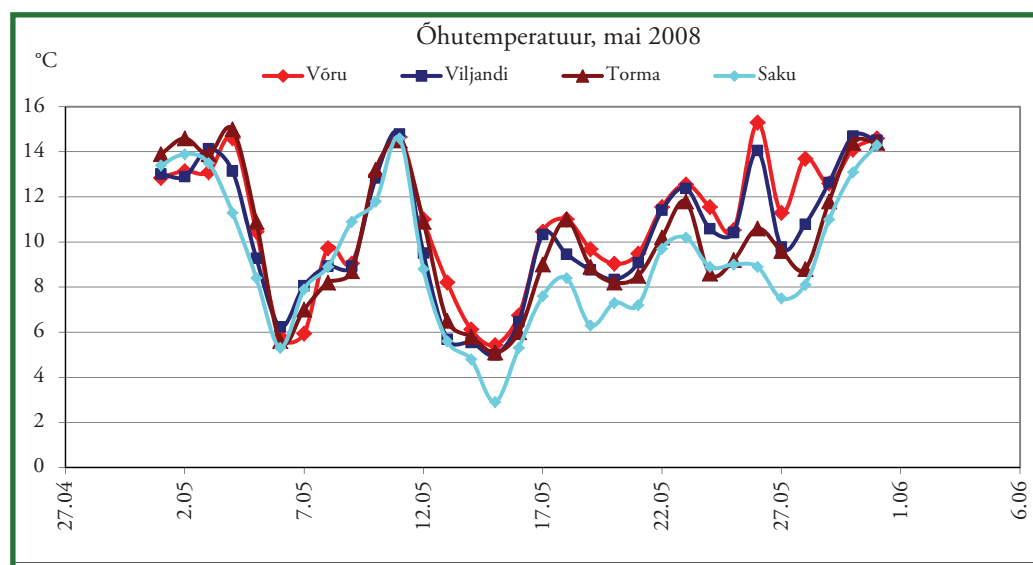
hea (toorproteiin kuivaines > 15%)	22% analüüsitud proovidest,
rahuldav (toorproteiin kuivaines 12–15%)	46% analüüsitud proovidest,
halb (toorproteiin kuivaines < 12%)	32% analüüsitud proovidest.

Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati silod:

hea (ME kuivaines >9,5 MJ/kg)	28% analüüsitud proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	72% analüüsitud proovidest.

2008. aasta tulemused

2008. aasta kevade ilmastiku mõju taimekasvule oli suur. Aprillikuu algus oli tavalisest soojem, kuid hooga rohukasvu alguseks võis lugeda Lõuna- ja Kesk-Eestis 19. aprilli ning Põhja-Eestis 24. aprilli. Aprillikuu lõpul ja maikuu alguses olid nädala vältel ilmad soojad, sellele järgnes jahedam periood. Maikuu I ja II dekaadi vahetuses oli soe, kuid 13.–18. maini kestsid öökülmad, muutes keskmisega võrreldes looduses saavutatud edumaa tühiseks. Efektiivseid temperatuure ($> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) kogunes maikuu I dekaadil $5\text{--}6^{\circ}$ ja II dekaadil $3\text{--}4^{\circ}$ päevas. Erinevus vabariigi piires kujunes välja alles maikuu teisel poolel. Tugevad öökülmad ja süvenev põud kahjustasid heintaimi soostunud ja soomuldadega madalamatel põldudel. Külma kahjustav mõju oli tugevam väetamata ja nõrga väetusfooniga rohumaadel. 26. maiks oli vegetatsiooniperioodi algusest efektiivsete temperatuuride summa Võrus 175, Viljandis 162 ja Saku ainult 132 kraadi. Maikuu lõpuks oli efektiivsete temperatuuride summa Saku 166 (keskmisest üks madalamaid näitajaid), Viljandis 220 ja Võrus 226 kraadi (vt graafik).



Heintaimede areng ei olnud kiire, kuid toiteväärtuse vähenemine oli siiski märkimisväärne. Kõrrelised heintaimed, mis jõudsid loomisfaasi ei vastanud enam hea rohusööda toiteväärtuse kriteeriumi nõuetele. Põhja-Eestis olid (9.06) loomise algusfaasis roog-aruhein, ohtetu luste, mahe põldtimut; loonud olid põld-raihein, kerahein ning harilik aruhein. Massi juurdekasvu vähenemine ja toiteväärtuse langus esines kõikidel taimikutel. Heintaimed olid juunikuu kesksaigaks lõpetanud pikkuse juurdekasvu. Kuivainesaagi suurenemine toimus põhiliselt varte jämenemise ja kuivainesisalduse tõusu arvel. Toitaineterikkaid lehti jäi järjest vähemaks. Lehtede ja varte massi suhe muutus tugevalt viimaste kasuks. Sellega kaasnesid keemilise koostise ja toiteväärtuse muutused.

Karjamaa-raiheinal, varasel punasel ristikul ja lutsernil toimus suur proteiinisisalduse vähenemine ($0,3\text{--}0,4\%$ päevas), märkimisväärne ADF ($0,4\%$ päevas) suurenemine ning kuivaine seeduvuse langus ($0,3\%$ päevas). Põua mõju oli tugev, relatiivne õhuniiskus langes päeval $6\text{--}9$ tunni vältel alla 40% , punase ristiku lehed olid keskpäeval närtsinud. Põuakart-

likelt põldudelt tuli rohi enne jalalt kuivamist niita. Paremini talusid põuda lutsernipõllud. Põua ja taimiku kokkukasvamise tõttu varisesid lutsernil alumise rinde lehekesed.

Liblikõieliste-kõrreliste segukülvide optimaalne niitmisaeg oli juuni I dekaadil (proteiin 141–189 g kg⁻¹, seeduvus 630–660 g kg⁻¹ KA), lutsernil, punasel ristikul ja karjamaaraiheinal II dekaadil (proteiin 163–178 g kg⁻¹, seeduvus (640–680 g kg⁻¹ KA).

Ädalakasvu tingimused paranesid juunis. Kuigi sademeid oli vähe, taandus tugev põud. Teise niite toiteväärtuse üle saab otsustada ädalakasvuks kulunud päevade arvu järgi. Heades tingimustes kulub kasvuks 35–45 päeva. Oluline on kasutada kõiki rohukasvu kiirendavaid võtteid. Soodsalt mõjuvad sademed, väetamine ja optimaalsel ajal tehtud esimene niide.

Ädal kasvas teiseks ja kolmandaks niiteks tavapärasest hoogsamalt. Sademeid tuli rohkesti ja sügisperiood oli öökülmadeta. Liigniiskuse tõttu jäi kolmas niide kohati koristamata, kuigi taimikasvuperiood lõppes alles 6. novembril, olles tavapärasest enam kui kuu aega pikem.

2008. aastal varutud rohusilo kvaliteet PMK analüüsitulemuste põhjal:

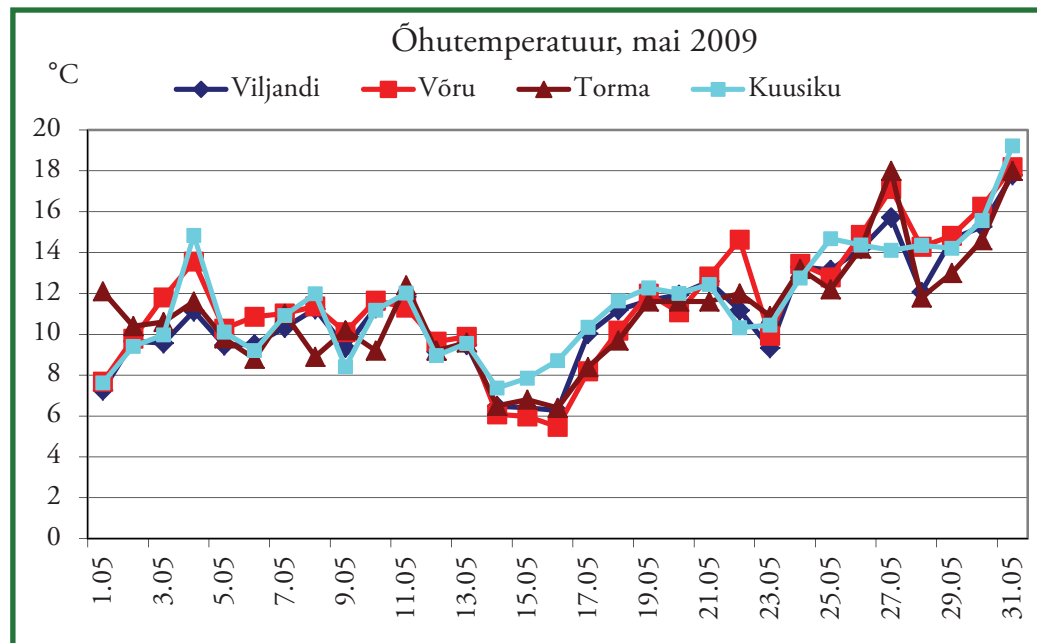
Kokku 270 proovi, keskmine toorproteiinisaldus KA		13,8 %
keskmine metaboliseeruv energia KA		9,4 MJ/kg
keskmine pH		4,3
Kuivainesisalduse järgi jaotusid silod:	< 25%	19% proovidest,
	25–40%	57% proovidest,
	40–55%	24% proovidest.
Toorproteiinisalduse järgi jaotusid silod:	> 15%	27% proovidest,
	12–15%	56% proovidest,
	< 12%	17% proovidest.
Metaboliseeruva energia järgi silod:	> 9,5 MJ/kg	42% proovidest,
	8–9,5 MJ/kg	58% proovidest.

2009. aasta tulemused

2009. aastal oli heintaimede areng ja kasv kevadel viimaste aastate keskmisele sarnane. Taimikasvu alguseks oli Lõuna- ja Kesk-Eestis 22. aprill ning Põhja-Eestis 23. aprill. Aprillikuu lõpul ja maikuu alguses olid ilmad suhteliselt jahedad. Tugevad öökülmad (–3 ja –4 kraadi) olid 14.–18. maini. Efektiivseid temperatuure kogunes aprilli lõpul ja maikuu esimesel poolel ainult 4–5 kraadi päevas. Aprillikuu ja maikuu I ning II dekaadi efektiivsete temperatuuride kogusummaks oli Viljandis 133 kraadi, Sakus 120 kraadi ja heintaimede kasv ning areng oli aeglane. Maikuu teisel poolel muutus ilm soojemaks (vt maikuu õhutemperatuuride graafik). Ööpäeva keskmine temperatuur hakkas pärast öökülmade lõppemist (18. maist) tõusma, olles kuu viimasel päeval üle 18 kraadi.

Maikuu III dekaadi soojemad ilmad kiirendasid heintaimede kasvu ja arengut. Analüüsandmete alusel oli taimede kõrgust ja massi arvestades võimalik niita siiski vaid kõrrelise-rohkeid taimikuid (kõrge toiteväärtusega noor rohi). Kuivainesisaldus oli väetatud kõrreliste ja liblikõieliste proovides väike (14–21%), proteiinisisaldus aga kõrge (170–270 g kg⁻¹ KA). Väetamata põldtimut (mahe) erines teistest proovidest suurema kuivainesisalduse (27%) ja väiksema proteiinisisalduse poolest (110 g kg⁻¹).

Efektiivseid temperatuure kogunes 01. juuniks Põhja-Eestis 220 kraadi, Kesk-Eestis 230 kraadi ja Lõuna-Eestis 250 kraadi (erinevus oli piirkonniti väike).



Varaste kõrreliste heintaimede niitmise optimaalne aeg saabus 01. juuniks (proteiin 166–199 g kg⁻¹, seeduvus 680–700 g kg⁻¹ KA). Hoogsa rohu juurdekasvuga käis kaasas seaduspärane kvaliteedinäitajate halvenemine (proteiinisisalduse ja seeduvuse vähenemine).

Juunikuu I ja II dekaad olid viimaste aastate kõige väiksema soojusega (ef temp 119 kraadi). Selline kevad põhjustas soojanõudlikumate liikide (libliköielised, raiheinad) esimese niite rohumassi aeglasema kasvu. Juunikuu alguse sademed mõjutasid oluliselt rohumaade saaki ja kuivaine massi päevane juurdekasv oli heintaimedel suur (190–230 kg ha⁻¹). Arenguga kaasnes toiteväärtuse langus. Proteiinisisalduse vähenemine oli suurem kõrrelistel, mistõttu nende sileerimisel saadi rahuldava toiteväärtusega silo. Kuivaine seeduvus vähenes päevas vaid 0,2–0,3% võrra. Heintaimede optimaalne koristusaeg hilisematel kõrrelistel saabus juunikuu 1. nädalal (TP 146–157 g kg⁻¹, seeduvus 660–720 g kg⁻¹ KA), libliköieliste kõrreliste segukülvidel juuni I dekaadis (proteiin 150–178 g kg⁻¹, seeduvus (640–670 g kg⁻¹ KA), lutsernil ja punasel ristikul II dekaadis (proteiin 224–235 g kg⁻¹ ja seeduvus 710–720 g kg⁻¹ KA). Libliköieliste haljasmass oli väikese kuivainesaldusega (18–20%), kuid massi närvutamiseks olid tingimused head.

Tugevasti väetatud põldudel oli 8.06 andmetel saagikus hea (harilik haruhein ja põldtimut 4,5 ja 5,6 t ha⁻¹, lutsern 5,1 t ha⁻¹, varane punane ristik ning karjamaa raihein vastavalt 3,4 ja 3,2 t ha⁻¹), kuid tagasihoidlikul väetamisel suhteliselt väike. Mahe põldtimuti kuivaine saak oli 2,0 t ha⁻¹, proteiinisisaldus ja seeduvus vastavalt 79 g kg⁻¹ ja 670 g kg⁻¹ KA.

Ilmastik oli juunikuus heintaimede sileerimisel vihmane ja jahe (ööpäeva keskmine õhutemperatuur I dekaadis 10 kraadi, II dekaadis 14–16 kraadi). Kuigi heintaimede areng toimus seetõttu aeglasemalt, suurem muutus toimus kõrreliste proteiinisisalduses, mis

vähenes nädalaga 4% võrra, andes toiteväärtuse hindekskaalat arvestades mitterahuldava toiteväärtusega rohusilo. Kõrreliste toimus ka suur kiuisalduse suurenemine. Juunikuu keskel saadi rahuldava toiteväärtusega rohusööt liblikõieliste-kõrreliste segukülvidega põldheinast. Lutsern ja punane ristik olid õiepungade moodustamise faasis ning kõrge toiteväärtusega (vt foto).



Punane ristik segus põld-raiheinaga

Pidevate vihmade ja suhteliselt madala temperatuuri tõttu oli rohumassis vähe õiget käärimist kindlustavaid baktereid. Laboris tehtud rohu potentsiaalse sileeruvuse katse näitas, et ilma lisandita kõrreliste rohi sileerus rahuldavalt, kuid lisaks piimhappelisele käärimisele toimus ka äädikhapet ja teisi rasvhappeid moodustavad protsessid. Silomahla pH oli 4,9 ja piimhappe kogus ületas teiste rasvhapete kogust vähe. Bioloogilise kindlustuslisandi kasutamisel (*Lactobacterium plantarum* juuretis) oli pH 4,1 ja piimhappe sisaldus ületas teiste rasvhapete sisaldust 15 korda. Suhkrute jääksisaldus võimaldas soodsat käärimise kulgu. Parema toiteväärtusega rohusilo saamiseks oli otstarbekas lisaks närvutamisele kasutada ka kindlustuslisandeid.

Tabel 3. Kokkuvõte 2009. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsides (Põllumajandusuuringute Keskuse analüüsides põhjal)

Näitaja	Ühik	Rohusilo (207 proovi)	Maisisilo (4 proovi)	Konservvili (17 proovi)
Kuivaine	%	28,9	20,6	70,2
Toorproteiini kuivaines	%	14,0	9,2	12,9
Happekiudu kuivaines	%	34,7	37,9	6,2
Neutraalkiudu kuivaines	%	51,9	60,7	19,8
Tuhka kuivaines	%	8,6	5,8	2,7
pH		4,3	4,0	4,8
ME	MJ/kg	9,5	9,2	13,0
Suhkrud kuivaines	g/kg	26,3	20,7	11,0
NH ₃ /üldN	%	4,1	3,6	1,1
Piimhape kuivaines	g/kg	101	89,0	5,0
Hapete summa kuivaines	g/kg	145	117	6,0
P kuivaines	%	0,28	0,21	-
K kuivaines	%	2,02	1,30	-
Ca kuivaines	%	1,00	0,54	-
Mg kuivaines	%	0,25	0,20	-

Kuivainesisalduse järgi jagunesid rohusilod järgmiselt:

märksilo (kuivainet < 25 %)	34% analüüsitud proovidest,
närbsilo (kuivainet 25–40 %)	57% analüüsitud proovidest,
kuivisilo (kuivainet 40–55 %)	8% analüüsitud proovidest,
sileeritud kuiv rohi (kuivainet >55 %)	1% analüüsitud proovidest.

Toorproteiinisalduse järgi hinnati rohusilod :

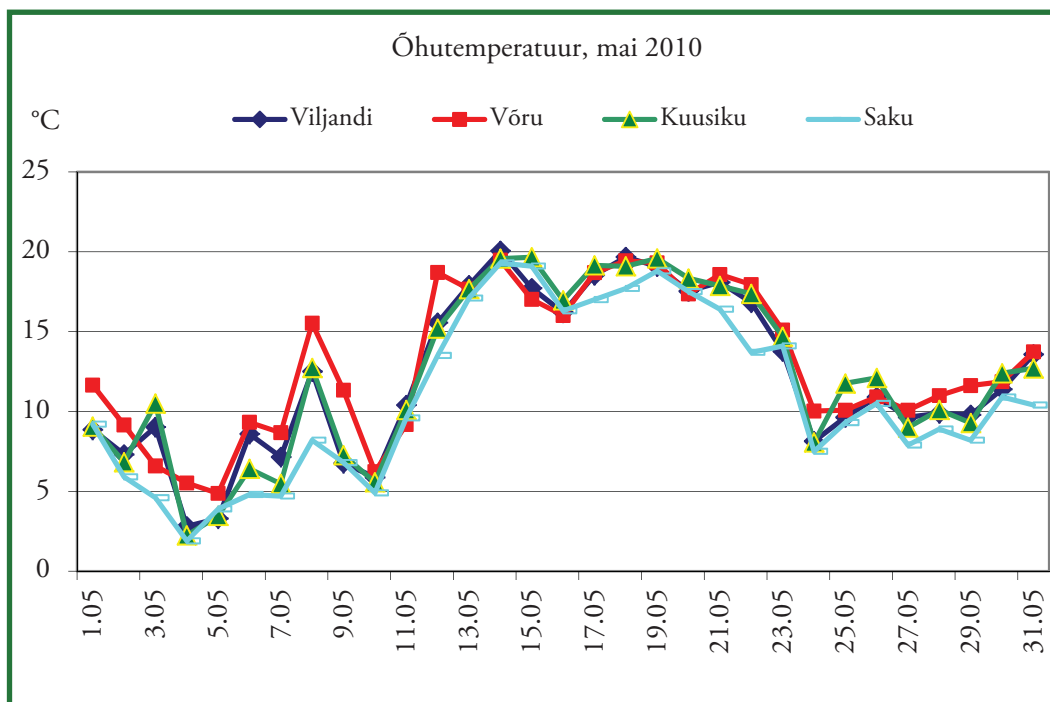
hea (toorproteiin kuivaines > 15 %)	33% analüüsitud proovidest,
rahuldav (toorproteiin kuivaines 12–15%)	46% analüüsitud proovidest,
halb (toorproteiin kuivaines < 12%)	21% analüüsitud proovidest.

Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (ME kuivaines > 9,5 MJ/kg)	53% analüüsitud proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	47% analüüsitud proovidest,
halb (ME kuivaines < 8 MJ/kg)	0,5% analüüsitud proovidest.

2010. aasta tulemused

2010. aasta kevadperioodi ilmastik oli viimaste aastate keskmisest erinev. Rohukasvu alguseks oli 25. aprill, mis oli 2–3 päeva võrra hilisem aastate keskmisest. Aprilli lõpp oli seevastu suhteliselt soe, sest maksimumtemperatuurid tõusid sisemaal 18–21 ja rannikul ning saartel 9–10 kraadini. Taimede areng saavutas kuu lõpuks keskmisega võrreldes kahepäevase edumaa. Heintaimede areng ja kasv olid ka maikuu viimaste aastate keskmisest märgatavalt kiiremad (vt õhutemperatuuri graafik). Soodsalt mõjus sellele ka öökülmade nõrk esinemine või täielik puudumine (öökülmad lõppesid 6. mail).



Analüüsiandmete alusel oli taimede kõrgust ja massi arvestades võimalik maikuu III dekaadi keskel niita enamikke kõrrelisterohkaid taimikuid. Kiirekasvulistest kõrrelistest hakkas aas-rebasesaba õitsema ja kerahein oli loomise faasis, neid taimikuid tuli niita. Hilise arenguga põldtimuti proteiinisaldus oli 190 g kg^{-1} KA, happekiu sisaldus (ADF) 312 g kg^{-1} , kuivaine seeduvus 650 g kg^{-1} KA. Põldtimuti optimaalne niiteaeg oli käes. Raiheinad säilitasid oma kõrge toiteväärtuse teistest kõrrelistest kauem.

Kuivainesisaldus oli väetatud kõrreliste ja liblikõieliste 31.05 proovides väike (13–23%), proteiinisaldus aga kõrge ($180\text{--}263 \text{ g kg}^{-1}$ KA). Rohumassi hoogne juurdekasv jätkus. Proteiinisalduse ja seeduvuse vähenemine oli liblikõieliste-kõrreliste segukülvides õhutemperatuuri mõningase jähnenemise tõttu tavalisest aeglasem.

Silotööd algasid maikuu lõpus heitlike ilmadega. Sademeid tuli küll vähe, kuid relatiivne õhuniiskus oli suur (üle 70%). Efektiveid temperatuure (> 5 kraadi) oli rohukasvu algusest maikuu lõpuks kogunenud 185–245 kraadi, mis viitab sellele, et kõik kõrrelisterohkad ja väikese ristikut sisaldusega taimikud (välja arvatud raiheinad) tuli hea toiteväärtusega sööda

saamiseks sileerida.

Liblikõieliserohkete põldheinte biomass kasvas juunikuu esimesel nädalal hoogsalt. Maikuu lõpul oli kuivaine seeduvus segukülvide haljasmassis 670–700 g kg⁻¹. Arvestades seeduvuse vähenemist 0,3–0,5% võrra ööpäevas oli liblikõielisterohkete segukülvide optimaalne niiteaeg saabunud. 7.06 proovis oli karjamaa-raiheina seeduvus piisavalt kõrge – 710 g kg⁻¹, kuid proteiinisaldus vähenes väga kiiresti (TP 144 g kg⁻¹ KA). Punase ristiku ja lutserni optimaalne koristusaeg saabus juunikuu teisel nädal. Niitmisega kiirustamise tingis suure tuule ja vihma poolt tekitatud lamandumine.

Heintaimede esimese niite optimaalne aeg lõppes juunikuu keskel. Ilma jahenemine alates 25. maist (keskmine temperatuur 10–12 kraadi) pikendas liblikõieliste-kõrreliste segukülvide optimaalset niiteaega.

Heintaimede sileerimise tingimused olid rahuldavad. Taimekasvuperiood kujunes soodsaks, põuaperioodi ei olnud ja ädalakasvu tingimused olid head.

Tabel 4. Kokkuvõte 2010. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsist (Põllumajandusuuringute Keskuse analüüsise põhjal)

Näitaja	Ühik	Rohusilo (279 proovi)	Maisisilo (2 proovi)	Konservvili (22 proovi)
Kuivaine	%	33,1	27,7	70,5
Kuivaines:				
toorproteiini	%	14,6	8,4	12,9
Happekiudu	%	34,4	26,0	7,7
neutraalkiudu	%	51,0	46,3	23,1
tuhka	%	8,8	4,3	2,8
pH		4,4	3,7	4,7
Metaboliseeruv energia	MJ/kg	9,6	10,7	12,8
Suhkrud	g/kg	28,0	31,0	19,0
NH ₃ /üldN	%	3,3	2,7	1,21
Piimhape	g/kg	103	103	7,0
Hapete summa	g/kg	140	118	8,0
P	%	0,29	0,24	0,44
K	%	2,10	1,70	-
Ca	%	1,06	0,6,	0,06
Mg	%	0,25	0,20	-

Kuivainesalduse järgi jagunesid rohusilod 2010. a. järgmiselt:

märksilo (kuivainet < 25 %)	27% proovidest,
närbsilo (kuivainet 25–40%)	53% proovidest,
kuivisilo (kuivainet 40–55%)	14% proovidest,
sileeritud kuiv rohi (kuivainet > 55%)	6 % proovidest.

Toorproteiini sisalduse järgi hinnati rohusilod :

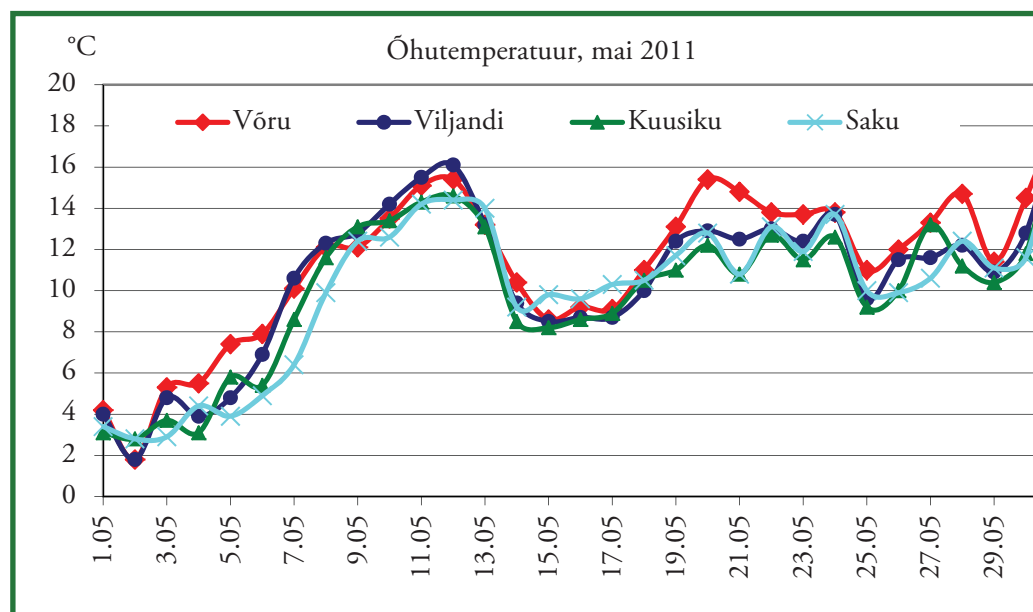
hea (toorproteiin kuivaines > 15%)	43% proovidest,
rahuldav (toorproteiin KA 12–15%)	40% proovidest,
halb (toorproteiin kuivaines < 12%)	17% proovidest.

Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (ME kuivaines > 9,5 MJ/kg)	66% proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	34% proovidest.

2011. aasta tulemused

2011. aasta ilmastik oli kevadperioodil sarnane viimaste aastate keskmisele. Rohukasvu alguseks oli 21. aprill, kui ööpäeva keskmine õhutemperatuur tõusis püsivalt üle 5 kraadi. Heintaimede kasvuaegne ilmastik oli selle aasta aprillis ja mais soodsa niiskusega, kuid jahedam aastate keskmisest. Aprilli III dekaadis täienes efektiivsete temperatuuride summa päevas 5 kraadi võrra. Mai I dekaad oli suhteliselt jahe (efektiivseid temperatuure lisandus päevas ainult 3,2 kraadi). Soojemad ilmad olid mai I ja II dekaadi vahetusel (päevas lisandus efektiivseid temperatuure 10–11 kraadi), mis pani rohu hoogsamalt kasvama. Vihma hakkas sadama kuu keskel ja sellega kaasnes ilma jahenemine (vt graafikut). Maikuu viimasel nädalal oli liblikõieliste-kõrreliste põldheinte massi märkimisväärne juurdekasv, kuid heintaimede maikuu areng ja kasv olid viimaste aastate keskmisest märgatavalt aeglasem.



Valikuliselt alustati silotöödega maikuu lõpus. Ilm oli jahe ja sademeid tuli piisavalt. Relatiivne õhuniiskus oli suur (enamasti üle 70%). Efektiivseid temperatuure (üle +5 kraadi) kogunes rohukasvu algusest maikuu lõpuks 170–230 kraadi. Kõrreliserohked ja väikese ristikutite sisaldusega taimikud (välja arvatud raiheinad) olid hea toiteväärusega sööda saamiseks

vajaliku soojussumma kätte saanud ja nende sobiv I niite aeg oli käes.

Ristikurohked taimikud olid heas kasvuhoos ja kõrge seeduvusega ning piisava proteiini-sisaldusega. Segukülvide kuivaine seeduvus oli 690–710 g kg⁻¹. Massi suurust ja kvaliteedi suhet arvestades kujunes heintaimede saak eelmise aastaga võrreldes 20% võrra väiksemaks. Juunikuu üllatas ilma soojenemisega, mis kiirendas heintaimede arengut. Heintaimede I niite optimaalne aeg oli juunikuu I dekaad. Kõrreliste seeduvus vähenes juunikuu I nädala lõpuks 650 g kg⁻¹-st allapoole, proteiinisaldus kuivaines oli 146–161 g kg⁻¹, kuivaine saak 3,2–4,8 t ha⁻¹. Sileerimise tingimused olid head.



Karjamaa-raiheina katse Sakus

Väga soe ilm kiirendas heintaimede arengut ja juunikuu teise nädala kestel kuivaine seeduvus vähenes päevas 0,5–0,8% võrra, proteiinisaldus 0,4–0,7% võrra päevas. Kõrreliste proteiinisaldus oli 120 g kg⁻¹ ja ristikurohke põldheina ning lutserni seeduvus alla 650 g kg⁻¹ KA-s.

Taimekasvuperiood oli põuane, sademeid tuli vaid 70% keskmisest.

Tabel 5. Kokkuvõte 2012. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsides (Põllumajandusuuringute Keskuse analüüsides põhjal)

Näitaja	Ühik	Rohusilo (489 proovi)	Maisisilo (9 proovi)	Konservvili (21 proovi)
Kuivaine	%	34,8	30,1	71,6
Toorproteiini kuivaines	%	14,2	8,6	13,4
Happekiudu kuivaines	%	34,9	25,8	-
Neutraalkiudu kuivaines	%	52,2	45,7	-
Tuhka kuivaines	%	8,6	4,1	2,8
pH		4,6	4,1	4,8
ME	MJ/kg	9,6	10,7	13,0
Suhkrud kuivaines	g/kg	28,0	19,0	-
NH ₃ /üldN	%	3,0	2,8	0,6
Piimhape kuivaines	g/kg	90	61	5,3
Hapete summa kuivaines	g/kg	124	90	8,0
P kuivaines	%	0,28	0,23	-
K kuivaines	%	2,05	1,53	-
Ca kuivaines	%	1,06	0,66	-
Mg kuivaines	%	0,24	0,17	-

Kuivainesisalduse järgi jagunesid rohusilod järgmiselt:

märksilo (kuivainet < 25 %)	20% analüüsiks toodud proovidest,
närbsilo (kuivainet 25–40 %)	53% analüüsiks toodud proovidest,
kuivisilo (kuivainet 40–55 %)	27% analüüsiks toodud proovidest.

Toorproteiinisalduse järgi hinnati rohusilod :

hea (toorproteiin KA > 15%)	33% analüüsiks toodud proovidest,
rahuldav (toorproteiin KA 12–15%)	47% analüüsiks toodud proovidest,
halb (toorproteiin KA < 12%)	20% analüüsiks toodud proovidest.

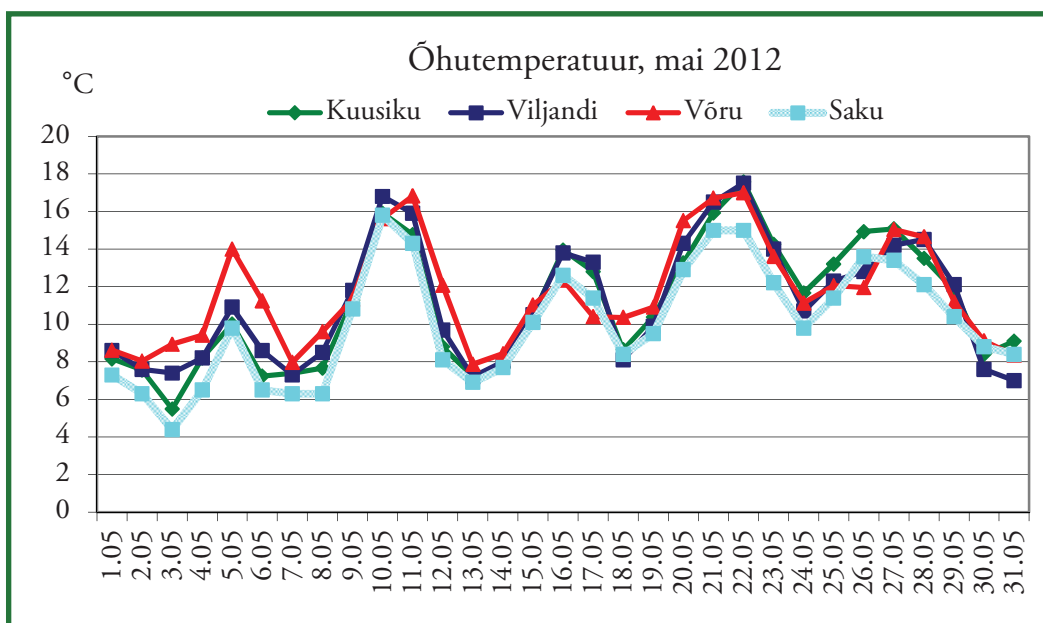
Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (ME kuivaines > 9,5 MJ/kg)	57% analüüsiks toodud proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	43% analüüsiks toodud proovidest.

2012. aasta tulemused

2012. aastal algas heintaimede vegetatsiooniperiood 21. aprillil. Aprillikuu efektiivsete temperatuuride summa Sakus oli 33 °C. Maikuu I ja II dekaad andis soojalisa tagasihoidlikult (3–5 kraadi ef temp ööpäevas), edasi muutus ilm soojemaks ja heintaimede haljasmassi juurdekasv suurenes. Vegetatsiooniperioodi algusest kogunes maikuu lõpuks efektiivseid temperatuure 191 °C. Analüüsiandmetele tuginedes oli silotegemine erandkorras võimalik 21. kalendrinädalast alates. Kiirekasvulistest kõrrelistest heintaimedest hakkas aas-rebasesaba õitsema ja kerahein oli jõudnud loomise faasi. Pealiskõrreliste heintaimede kasvukõrgus oli 40 cm (kõrsumise faas), KA saak kuni 2 t ha⁻¹, ületades vaevalt majanduslikku tasuvuspiiri.

21. kalendrinädal oli ilma poolest heintaimede kasvuks soodne. Taimede areng oli Lõuna-Eestis nädala võrra Põhja-Eestist ees. Rohumassi kogus ja selle kvaliteedinäitajad jõudsid maikuu lõpus eelmise aastaga võrreldes samale tasemele. Ilm muutus maikuu lõpus jahedaks (vt graafikut) ja vihmaseks, mis ei soodustanud silotegu. Nendes tingimustes toimus kvaliteedinäitajate märksa aeglasem vähenemine.



Rohu sileerimisega alustati valikuliselt mitmes kohas vabariigis. Rohu kasvukõrgus ületas 04. juunil proovivõtukohtades 60 cm (va punane ristik). Kõrreliste põhiliigid (põldtimut, aruhein, raiheinad) ei olnud juuni algul 23. kalendrinädalaks loomise arengufaasis, kuid toiteväärtust arvestades oli nende optimaalne niiteaeg käes.

Kuivainesisaldus oli heintaimedes endiselt väike (alla 20%), sest toimus hoogne massi juurdekasv. Kuivaine seeduvuse ja proteiinisalduse vähenemine oli tavapärane. Hea toiteväärtusega rohusööda saamiseks soovitatud seeduvuse alumise piirini (650 g kg⁻¹ KA) jõudsid Põlva vanem põldhein, Halinga kerahein ja Pihtla proovid.

Liblikõieliserikkad taimikud säilitasid oma kõrge toiteväärtuse. Ilmastik püsis juunikuu I dekaadil jahe. Efektiivsete temperatuuride nädalalisa oli Võrus 60, Viljandis 45 ja Sakus 33 kraadi. Heintaimede vegetatsiooni algusest oli efektiivsete temperatuuride summa 11. juuniks Võrus 342, Viljandis 292 ja Sakus 241 kraadi. Analüüsiandmed näitasid, et punase

ristiku segukülvide toiteväärtus oli vähenenud soovitatavast tasemest allapoole segudes timutiga ja keraheinaga (vastavalt seeduvus 630 ja 640 g kg⁻¹ ja proteiin 138 g kg⁻¹ KA), segus raiheinaga oli toiteväärtuse vähenemine märgatavalt väiksem (seeduvus 660 g kg⁻¹ ja proteiin 163 g kg⁻¹ kuivaines).

Liblikõielised on soojanõudlikumad, seetõttu toimub taimede areng jahedatel perioodidel aeglasemalt ja rohu hea toiteväärtus säilib kauem. Arengufaase arvestades jõudis lutsern õiepungade moodustumiseni 11. juuniks Sakus, varajasel punasel ristikul toimus see nädala võrra hiljem.

Segukülvide optimaalne niiteaeg lõppes juunikuu I dekaadiga, ristikul ja lutsernil jaanipäevaks. Katseandmetel oli vegetatiivse kasvuperioodi algusest kogunenud efektiivsete temperatuuride summa tugevas positiivses korrelatsioonis I niite KA saagiga ($r = 0,94$, $P < 0,01$) ning negatiivses korrelatsioonis rohusööda KA seeduvusega ($r = -0,75$, $P < 0,01$). Taimekasvuperiood oli 2012. aastal sajune, kõige rohkem sadas juunis (163% normist). Suvi oli jahe.

Tabel 6. Kokkuvõte 2013. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsides (Põllumajandusuuringute Keskuse andmetel)

Näitaja	Ühik	Rohusilo (454 proovi)	Maisisilo (12 proovi)	Konservvili (21 proovi)
Kuivaine	%	31,1	21,2	69,7
Toorproteiini kuivaines	%	14,0	9,7	13,6
Happekiudu kuivaines	%	33,8	37,3	-
Neutraalkiudu kuivaines	%	50,9	60,9	-
Tuhka kuivaines	%	8,7	5,5	2,2
pH		4,4	4,3	5,5
Metaboliseeruv energia KA	MJ/kg	9,7	9,3	13,5
Suhkrud kuivaines	g/kg	39,0	45,0	-
NH ₃ /üldN	%	3,7	1,8	1,1
Piimhape kuivaines	g/kg	110	25	3,0
Hapete summa kuivaines	g/kg	154	56	10
P kuivaines	%	0,29	0,22	-
K kuivaines	%	2,12	1,52	-
Ca kuivaines	%	1,00	0,67	-
Mg kuivaines	%	0,26	0,19	-

Kuivainesisalduse järgi jagunesid rohusilod järgmiselt:

märgsilo (kuivainet < 25%)	27% proovidest,
närbsilo (kuivainet 25–40%)	57% proovidest,
kuivsilo (kuivainet 40–55 %)	16% proovidest.

Toorproteiinisalduse järgi hinnati rohusilod :

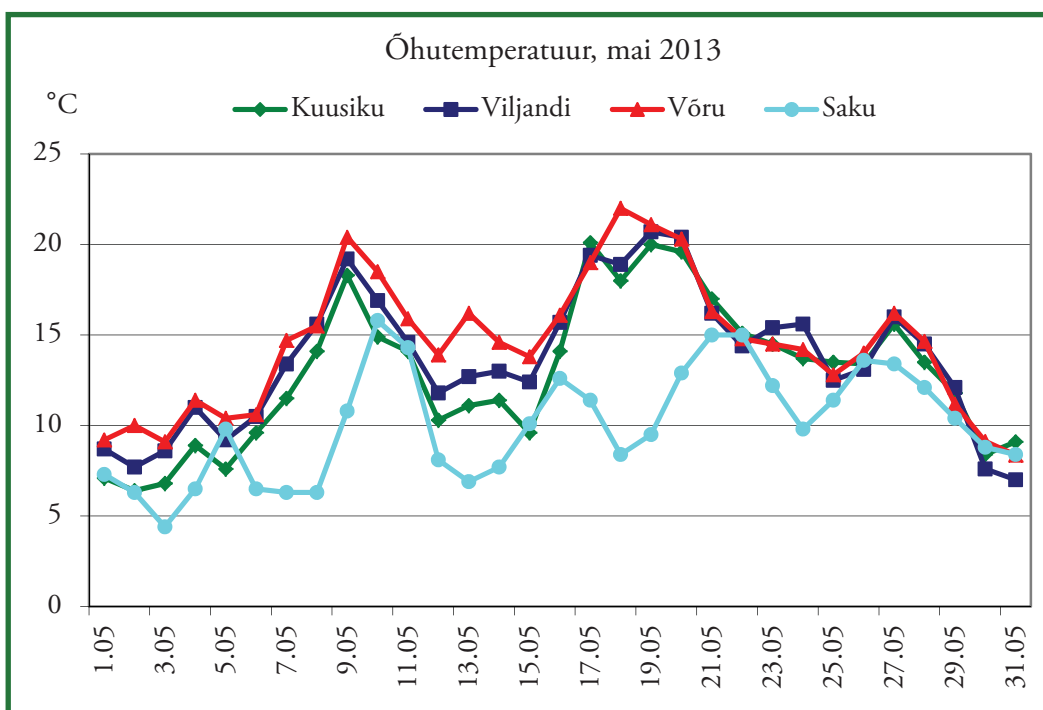
hea (toorproteiin KA > 15%)	31% proovidest,
rahuldav (toorproteiin KA 12–15 %)	53% proovidest,
halb (toorproteiin kuivaines < 12%)	16% proovidest.

Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (ME kuivaines > 9,5 MJ/kg)	73% proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	27% proovidest.

2013. aasta tulemused

2013. aastal pärast pikka talve algas rohukasv täiesti tavalisel ajal (21.–22. aprillil). Aprillikuus olulist kasvukiirust siiski jaheda ilma ja öökülmade tõttu ei olnud. Mai algul ilm soojenes ja alates 07. maist tõusis keskmine õhutemperatuur üle 10 kraadi, öökülmad praktiliselt puudusid. Soojemad ilmad olid maikuu I ja II dekaadi lõpus (vt õhutemperatuuride graafik). Efektiivseid temperatuure lisandus maikuu I dekaadis Võrus 80, Viljandis 71 ja Kuusikul 55 kraadi. Maikuu II dekaad oli soojem. Kokku oli efektiivsete temperatuuride summa rohuproovide võtmise ajaks (27. mai) Võrus 288, Viljandis 259 ja Kuusikul 219 kraadi. Võrreldes eelmise aastaga oli heintaimede areng keskmiselt neli kuni viis päeva kiirem.



Rohuproovide analüüsiandmete alusel oli maikuu lõpp varaste kõrreliste sileerimise optimaalne aeg. Kasvukõrgus oli olenevalt liigist 40–60 cm, kuid haljasmass oli väikese kuivainesisaldusega (13–15%) ja saak kuivaines 2,6–3,5 t ha⁻¹. Väetatud põldudel oli rohu proteiinisaldus üle 200 g kg⁻¹ KA-s ja kiusisaldus (NDF ja ADF%) veel väike. Rohu seeduvus oli kõrreliste taimikutel 640–670 g kg⁻¹, mis segusse võetud liblikõieliste mõjul suurenes 700 g kg⁻¹-ni KA-s.

Loodus oli 2013. aastal õhusoojaga helde. 22. kalendrinädalal lisandus efektiivseid temperatuure 92–95 kraadi, mis on tavalisest kaks korda enam. Heade kasvutingimustega kaasnes heintaimede kiire kasv ja areng. Kõrreliste kuivaine saak suurenes nädalaga 1,2 ja kõrreliste-liblikõieliste segukülvidel 2,0 t ha⁻¹.

Kõrrelised heintaimed olid loomise faasis ja edasise massi juurdekasvuga kaasnes toiteväärtuse kiire vähenemine. Nädala kestel vähenes seeduvus 0,5–0,8% võrra päevas ja oli kõrrelistel ning segukülvide KA-s väiksem kui 650 g kg⁻¹ KA, suurem oli seeduvus punase ristiku rikastes segukülvides.



Punase ristiku-kõrreliste segukülvi kasvukõrguse mõõtmine

Proteiinisaldus oli rohus normi piires (üle 150 g kg⁻¹), kuid vähenemine oli kõikidel taimikutel ulatuslik (0,7–1,0% võrra päevas) ja ADF tõus erakordselt suur (0,5–1,1% võrra päevas). Soovitatav ADF kiusisaldus lüpsikarja rohusilos oleks 310–320 g kg⁻¹ KA-s. Esitatud nõudele vastas liblikõieliste-kõrreliste rohi – kõrrelistel oli see suurem, punasel ristikul väiksem. Arvestades seeduvuse vähenemiseks kuni 0,5% ööpäevas, rohu sileerimisega 23. kalendrinädalal tuli kiirustada, eriti varaste kõrreliste (keraheina ja põldtimuti) niitmiseks.

Sileerimistingimused olid head. Õhutemperatuur oli kõrge ja relatiivne õhuniiskus langes päeval alla 40%, mis kindlustas soodsad tingimused massi närvutamiseks. Efektiivsete temperatuuride summa oli vegetatsiooni algusest kuni juunikuu I dekaadi lõpuks Kuusikul 412, Viljandis 447 ja Võrus 482 kraadi, seega üle 140 kraadi rohkem kui eelmisel aastal. Viimasel nädalal lisandus efektiivseid temperatuure 85–99 kraadi.

10. juuni analüüsides selgus, et kõrreliste ja kõrreliste-liblikõieliste taimikute rohi oli lüpsikarjale mõeldud hea rohusööda nõuetest väiksema toiteväärtusega. Ainult punase ristiku rohi ja punase ristiku segukülvid hilise raiheina sortidega olid kõrgema toiteväärtusega. Teatavasti on hea rohusööda seeduvuse piirväärtuseks lehmadel 650 g kg⁻¹, lihaveistel, lamastel ja hobustel 600 g kg⁻¹. Koos seeduvuse vähenemisega langeb ka söömus ja söödakasutuse efektiivsus.

Optimaalse niiteaja määramisel tuleb olla lutserni kasvatamisel hoolsam, sest lutsernil on biomassi akumulatsioon vartesse ristikutest kiirem ning taimede kokkukasvamisel jääb alarindes valgust vähemaks, sellega kaasneb lehekeste varisemine.

Optimaalne I niite aeg lutsernil oli eelnevatel aastatel Saku katsetes õitsemise algul (efektiivne temperatuur 280–340°) ja varasel punasel ristikul õitsemise algusest kuni täisõitsemiseni (efektiivne temperatuur 350–380°). Varasemate aastate andmetel oli varase punase ristiku optimaalne niiteaeg juunikuu II poolel, kuid 2013. aastal saabus see kuu I poolel.

Ädalakasv oli niidetud põldudel soodsa mullaniiskuse ja jätkuvalt lisanduva soojuse mõjul hea ning 6–7 nädala pärast oli kasvanud uus sileerimiskõlblik II niide. Taimekasvu-periood oli erakordselt soe, kuid tavalisest kuivem.

Tabel 7. Kokkuvõte 2014. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsides (Põllumajandusuuringute Keskuse andmetel)

Näitaja	Ühik	Rohusilo 365 proovi	Maisisilo 27 proovi	Konservvili 16 proovi
Kuivaine	%	34,2	31,1	64,4
Kuivaines: toorproteiin	%	14,4	7,8	12,2
happekiud	%	33,9	26,2	-
neutraalkiud	%	51,1	47,9	-
tuhk	%	4,5	3,8	4,2
pH		4,5	3,8	4,2
ME	MJ/kg	9,7	10,7	12,9
suhkrud	g/kg	30	13	6
NH ₃ /üld N	%	3,8	3,9	0,9
piimhape	g/kg	64	49	11
hapete summa	g/kg	104	77	16
P	%	0,29	0,23	-
K	%	2,15	1,61	-
Ca	%	1,08	0,61	-
Mg	%	0,25	0,16	-

Kuivaine sisalduse järgi jagunesid rohusilod järgmiselt:

märksilo (kuivainet vähem kui 25%)	21% proovidest,
närbsilo (kuivainet 25–40%)	53% proovidest,
kuivsilo (kuivainet 40–55%)	26% proovidest.

Toorproteiini sisalduse järgi hinnati rohusilod:

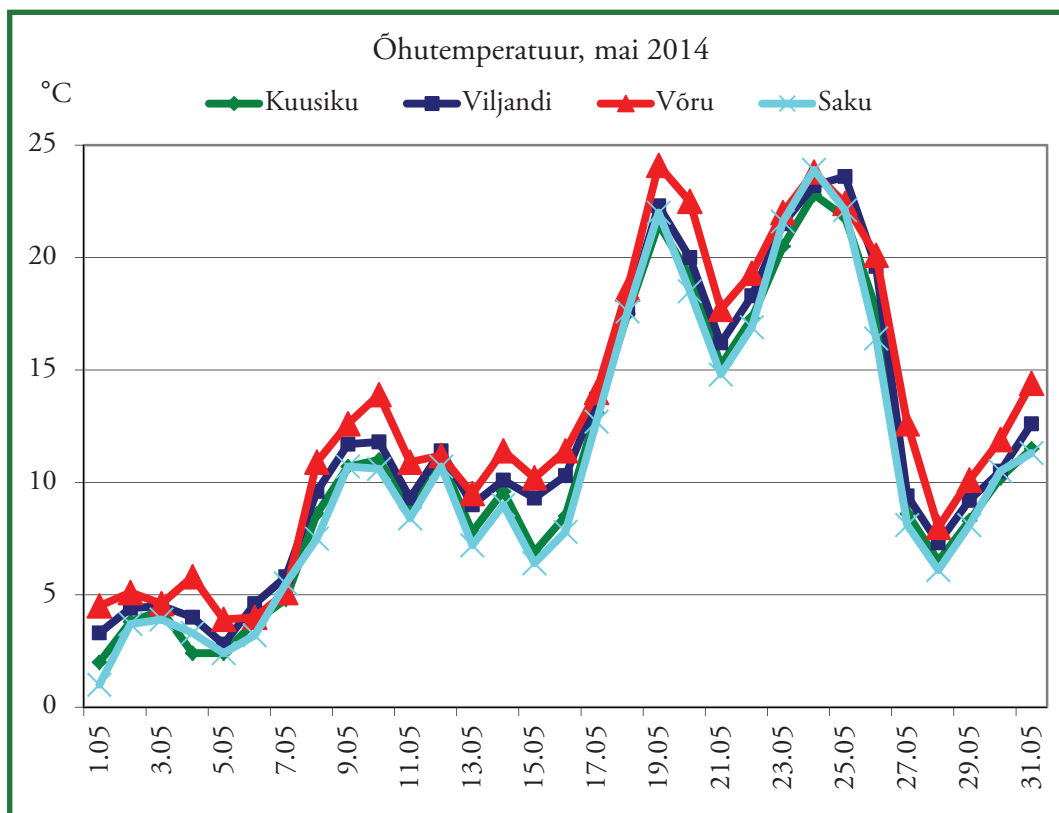
hea (toorproteiini KA rohkem kui 15%)	38% proovidest,
rahuldav (toorproteiini KA 12–15%)	46% proovidest,
halb (toorproteiini kuivaines alla 12%)	16% proovidest.

Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (ME kuivaines üle 9,5 MJ/kg)	70% proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	30% proovidest.

2014. aasta tulemused

2014. aasta ilmavaatluse (EMHI) andmetele tuginedes algas heintaimede kasv 3–4 päeva paljuaastate keskmisest varem (Lõuna-Eestis 17. ja Põhja-Eestis 18. aprillil). Tugevad öökülmad (rohu pinnal kuni miinus 10 kraadi) olid 24.–26. aprillini. Päevad olid päikeselised ja õhutemperatuur tõusis üle 20 kraadi. Efektiivsete temperatuuride summa oli rohukasvu algusest aprilli lõpuks Võrus ja Viljandis 71–74 kraadi ning Saku ja Kuusikul 41–47 kraadi. Taimede areng oli aprillis aastate keskmisest nädal aega ees.



Maikuu esimese nädala jahe ilm pani rohukasvu seisma. Mai esimesel dekaadil lisandus jaheda ja vihmase ilmaga efektiivseid temperatuure viimase kolme päeva kohta ainult 12 kraadi. Maikuu II dekaadi lõpu tugev soojaline (vt õhutemperatuuride graafikut) koos vihmahoogudega kiirendas heintaimede arengut ja kasvu. Efektiivsete temperatuuride summa oli maikuu II dekaadi lõpuks Võrus ning Viljandis 185 ja 170 kraadi, Sakus ja Kuusikul vastavalt 123 ja 117 kraadi.

Esimeste rohuproovide (võetud 21. mail) analüüsides selgus, et rohi oli veel väga noor (ADF 220–270 g kg⁻¹). Kasvukõrgus oli kõrrelistel 30–45 cm ja liblikõielistel 20–25 cm. Haljasmassi saak oli 10–20 t ha⁻¹, mille kuivainesisaldus ainult 12–15%. Proteiinisaldus oli noores rohus kõrge (220–270 g kg⁻¹) ja kiusisaldus väike (NDF 370–490 g kg⁻¹).

Maikuu lõpp paistis silma jaheda ja niiske ilma poolest. Keskmine õhutemperatuur langes vabariigis kolmel päeval alla 10 kraadi (Kuusikul oli ühel päeval ainult 6,5 kraadi). Efektiivseid temperatuure lisandus nädalaga 39–45 kraadi (Võrus 53 kraadi). Rohukasvu algusest oli efektiivsete temperatuuride summa rohuproovide võtmise päevaks, 02. juunil Võrus 318, Viljandis 293, Sakus ja Kuusikul vastavalt 236 ning 229 kraadi.

Heintaimede sileerimise põhitähelepanu kandus liblikõieliste-kõrreliste segukülvidele. Klassikalise põldheina (punane ristik timutiga) kõrval kasvatatakse liblikõielisi ulatuslikult segus aruheinte (harilik või roogaruhein) ja raiheintega (aru-raihein (festulolium) ning karjamaa-raihein), viimaste parema toiteväärtuse tõttu.

Heintaimede kasv ja areng kulgesid aeglasel tempos, kuid liigiti erinevalt. Vähesel soojanõudlusega põldtimut kasvas jõudsalt ja toiteväärtuse näitajad vähenesid ulatuslikult jõudes hea väärtusega näitajatelt rahuldava toiteväärtusega rohusööda tasemele 2. juuni proovides – KA saak 4,5 t ha⁻¹, seeduvus 610 g kg⁻¹ ja proteiin 153 g kg⁻¹ KA-s.

Segukülvide massi juurdekasv oli märkimisväärne (nädalaga KA 1,1 t ha⁻¹), kuid sealjuures olid toiteväärtuse muutused tagasihoidlikud (seeduvus vähenes ainult 1–3% võrra nädalas). Punane ristik kasvatas varsi ja oli kõrge toiteväärtusega.

Segukülvide proteiinisaldus oli rohus küllaltki kõrge (150–200 g kg⁻¹ KA), mis vähenes päevas 0,1–0,5% võrra. Kiusisalduse olulisem suurenemine toimus kõrreliste heintaimede mõjul, kõrte pikkuse juurdekasvu lõppemisega hakkas netraalkiudu ladestuma ligniini. Ligniini kontsentratsioon on olnud kõrsumise/varsumise faasi lõpul liblikõieliste vartes kuni 2,8 korda suurem kui kõrreliste kõrtes ja sellest tulenevalt seedub kõrreliste kiud paremini.

Ilmastikutingimused olid 23. kalendrinädalal heintaimede arenguks ja silo tegemiseks soodsad. Keskmine õhutemperatuur oli 14–22 kraadi, suhteline õhuniiskus püsis keskpäeval alla 50% ja haljasmassi närvutamise tingimused head.

Silo käärimist soodustavate, heintaimede pinnal elavate piimhappebakterite paljunemine elavnes (22. nädalal oli see jaheda ilma tõttu pärsitud). Edukad põllumehed olid heintaimede I niite sileerimise lõpetanud.

Nädalaga lisandus efektiivsete temperatuuride summale 81–97 kraadi ja rohuproovide võtmise ajaks (9. juuni) oli see Võrus 415, Viljandis 382, Sakus 317 ja Kuusikul 313 kraadi. Võrreldes eelmise sooja suvega oli efektiivseid temperatuure kogunenud küll 70–80 kraadi võrra vähem, kuid pikaajalist perioodi arvestades keskmisest rohkem.

Proovide analüüsides selgus, et hea toiteväärtusega silo saab valmistada veel punase ristiku ja karjamaa-raiheina taimikutest. Teiste kõrreliserohkete heintaimede seeduvus oli vähenenud 600 g kg⁻¹-le ja kõrreliste-liblikõieliste segukülvides 600–660 g kg⁻¹ KA.

Heintaimede sileerimise kulminatsioon oli 2014. aastal kõrrelisterohketel taimikutel maikuu viimane nädal ja kõrreliste-liblikõieliste segukülvidel juunikuu esimene nädal. Heintaimede areng oli Lõuna-Eestis sileerimise lõpus 1,5 nädala võrra ees. Suvi oli keskmisest soojem, sademeid tuli piisavalt.

Silo kvaliteedianalüüside kokkuvõte (tabel 8) näitab häid tulemusi. Analüüsitud rohusilode keskmine kuivainesisaldus ületas 30%, proteiinisaldus oli hea toiteväärtuse nõuete lähedal (ainult 8% proovides oli proteiinisaldus < 120 g kg⁻¹) ja 72% analüüsitud proovide metaboliseeruva energia sisaldus > 9,5 MJ kg⁻¹ KA.

Tabel 8. Kokkuvõte 2014. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsist (Põllumajandusuuringute Keskuse andmetel)

Näitaja	Ühik	Rohusilo 338 proovi	Maisisilo 17 proovi	Konservvili 5 proovi
Kuivaine	%	30,2	27,2	65,7
Kuivaines: toorproteiin	%	14,9	9,2	11,4
happekiud	%	33,5	27,8	-
neutraalkiud	%	49,8	49,4	-
tuhk	%	9,1	3,7	-
pH		4,4	3,7	4,8
ME	MJ/kg	9,8	10,4	13,2
suhkrud	g/kg	26	16	22
NH ₃ / üld N	%	4,4	4,2	2,3
piimhape	g/kg	101	62	12
hapete summa	g/kg	137	89	17
P	%	0,30	0,24	-
K	%	2,24	1,44	-
Ca	%	1,11	0,49	-
Mg	%	0,26	0,20	-

Kuivaine sisalduse järgi jagunesid rohusilod järgmiselt:

märgsilo (kuivainet < 25%)	32% proovidest, neist 51% riknes,
närbsilo (kuivainet 25–40%)	55% proovidest, neist 17% riknes ,
kuivisilo (kuivainet 40–55%)	13% proovidest, neist 13% riknes.

Toorproteiini sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (toorproteiini kuivaines > 15%)	49% proovidest,
rahuldav (toorproteiini kuivaines 12–15%)	43% proovidest,
halb (toorproteiini kuivaines < 12%)	8% proovidest.

Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

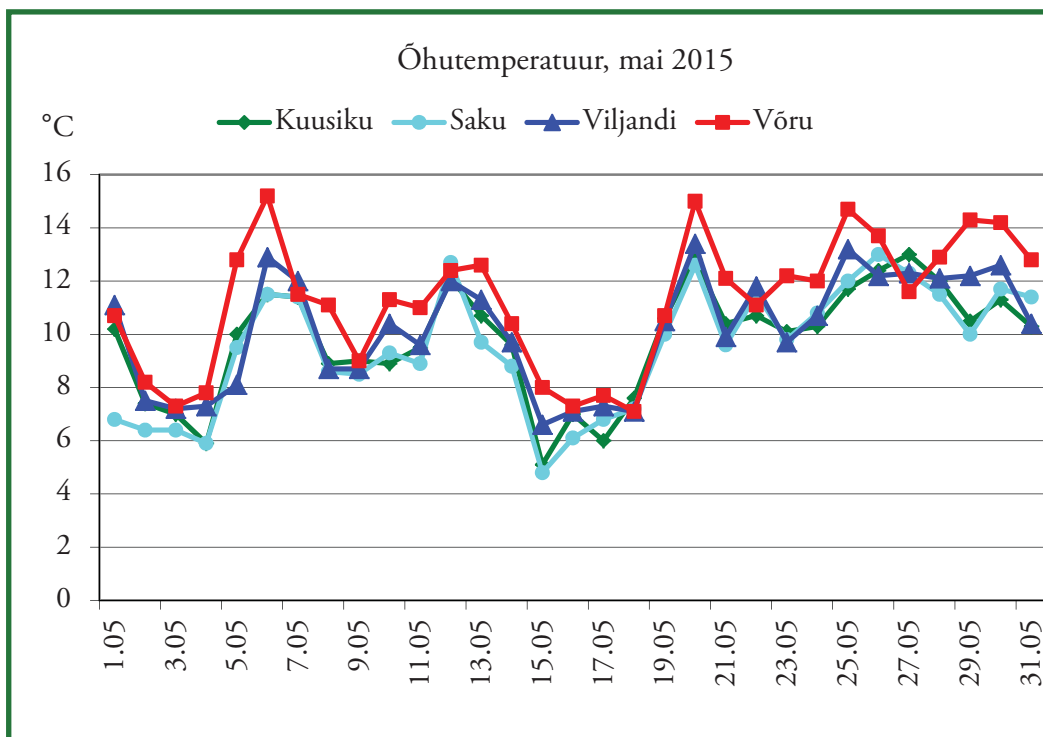
hea (ME kuivaines rohkem kui 9,5 MJ/kg)	72% proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	28% proovidest.

2015. aasta tulemused

2015. aastal algas riigi ilmteenistuse andmetel heintaimede kasv paljuaastaste vaatlusandmete keskmisel ajal. 21. aprillist tõusis õhutemperatuur üle +5 kraadi. Efektiivsete temperatuuride summa oli rohukasvu algusest aprilli lõpuks Võrus ja Viljandis 32–39 kraadi ning Sakus ja Kuusikul 18–24 kraadi. Võrreldes eelmise aastaga oli seda siiski poole vähem.

Maikuu alguse jahe ilm ei soodustanud rohukasvu. Keskmine õhutemperatuur püsis alla 10 kraadi. Esimesel dekaadil lisandus efektiivseid temperatuure Viljandis 44 ja Võrus 55 kraadi, kuid Sakus 34 ning Kuusikul 36 kraadi. Maikuu II dekaad oli endiselt jahe. Efektiivsete temperatuuride summa oli maikuu II dekaadi lõpuks Võrus ning Viljandis vastavalt 146 ja 121 kraadi, Sakus ja Kuusikul 90 ja 101 kraadi.

Valikuliselt alustati silotöödega maikuu lõpus. Kevad jätkus tavalisest veidi jahe-
dama ilmaga. Ilmteenistuse andmetel oli maikuu keskmine õhutemperatuur ööpäevas 9,8 kraadi ehk 0,6 kraadi võrra väiksem pikaajalisest keskmisest. Keskmine õhutemperatuur ei ulatunud ka Võru ilmajaama vaatlusandmetel üle 15 kraadi (vt õhutemperatuuride graafik). Maikuu kolmandal dekaadil kasvas efektiivsete temperatuuride summa 68–87 kraadi võrra. Rohukasvu algusest rohuproovide võtmiseni (01. juuni) oli efektiivsete temperatuuride summa Võrus 233 ja Viljandis 194 ning Kuusikul ja Sakus vastavalt 169 ja 158 kraadi. Heintaimede areng ja kasv toimus rahulikus tempos.



Kõrreliste heintaimede kasvukõrgus suurenes 22. kalendrinädalal kuni 21 cm võrra ja oli kõrgema agrofooniga põldudel 60–75 cm ning kiirema arenguga liigid jõudsid loomise faasi. Võrreldes eelmise aastaga toimus see nädal aega hiljem. Massi juurdekasvuga kaasnes toiteväärtuse aeglane vähenemine.

Kõrreliste kiusisaldus (raku kestaaine NDF) ei ületanud piirväärtuse taset üheski proovis. Jaheda ilma tõttu oli seedumatu (ADF) kiusisalduse suurenemine maksimaalselt 0,6% päevas, mis vähendas seeduvust 0,5% võrra päevas. Kõrreliste seeduvus oli $> 650 \text{ g kg}^{-1}$, segukülvides oleva libliköielise mõjul oli seeduvus rohu kuivaines 20–70 g kg^{-1} võrra suurem.

23. kalendrinädalal oli keskmine õhutemperatuur 13–15 kraadi (Võrus 16 kraadi). Efektiivseid temperatuure lisandus nädalaga 57–69 kraadi (Võrus 77 kraadi). Rohukasvu algusest oli efektiivsete temperatuuride summa rohuproovide võtmise päevaks (08. juuni) Võrus 310, Viljandis 263, Sakus ja Kuusikul vastavalt 215 ning 231 kraadi. Ühenädalane erinevus Lõuna-Eesti ja Põhja-Eesti vahel säilis endiselt. Eelmise aastaga võrreldes olid heintaimed arenenud nädala võrra aeglasemalt.

Heintaimede kasv ja areng kulgesid taime liigiti erinevalt. Väheema soojanõudlusega kõrrelised kasvatasid massi ja toiteväärtuse näitajad vähenesid oluliselt (seeduvus vähenes nädalaga 3–4% võrra) jõudes hea väärtusega näitajatelt rahuldava toiteväärtusega rohusööda tasemele. Segukülvide massi juurdekasv oli märkimisväärne (nädalaga KA 1,2 t/ha). Punane ristik kasvatas varsi ja oli endiselt kõrge toiteväärtusega. Kergesti lahustuvate süsivesikute katselisest määramisest Saku proovidest selgus, et suhkrute sisaldus oli värskes rohus keskpärase (timut 2,6% ja punane ristik 2,2%).

Proteiinisisaldus oli 8.06 rohus vähenenud (kõrrelistes 120–140 g kg^{-1} , segukülvides 130–160 g kg^{-1} KA-s) ja vähenemine oli päevas 0,2–0,5% võrra. Edaspidi toimus vartes seedumatu kiu osa oluline suurenemine, sest rakuseina ladestus pikkuse juurdekasvu lõppemisega hoogsalt ligniini.

Tehtud analüüsides selgub, et kõrreliserohkete heintaimede seeduvus oli vähenenud 620 g kg^{-1} -le ja kõrreliste-libliköieliste segukülvides piirnormi lähedale (650 g kg^{-1}). Hea toiteväärtusega silo valmistati veel punase ristiku ja karjamaa-raiheina taimikutest.

Ilmastikutingimused silo tegemiseks olid soodsad. Keskmine õhutemperatuur oli 14–16 kraadi, suhteline õhuniiskus püsis keskpäeval alla 50% ja haljasmassi närvutamise tingimused olid head. 15. juuniks oli efektiivsete temperatuuride summa vegetatsiooni algusest Võrus 382, Viljandis 331, Sakus 274 ja Kuusikul 292 kraadi.

2015. aastal oli rohu proteiinisisaldus tavapärasest väiksem. Proteiinisisalduse vähenemine toimus ulatuslikult 23. nädalal (0,4–0,6% võrra päevas). Kuigi ka punase ristiku proteiinisisaldus vähenes hoogsalt oli see veel suhteliselt kõrge (160 g kg^{-1} KA). Kõrreliserohkete taimikute proteiinisisaldus jäi enamasti alla 120 g kg^{-1} .

Taimekasvuperiood oli kaks nädalat keskmisest lühem (lõppes 06. oktoobril) ja sade-meid tuli vähe (juunis 76% ja augustis 38%), mis ei soodustanud heintaimede ädalakasvu.

Tabel 9. Kokkuvõte 2015. aastal valmistatud silo kvaliteedianalüüsidesid
(Põllumajandusuuringute Keskuse andmetel)

Näitaja	Ühik	Rohusilo 269 proovi	Maisisilo 19 proovi	Konservvili 7 proovi
Kuivaine	%	33,2	26,1	70,2
Kuivaines: toorproteiin	%	14,6	8,7	12,6
happekiud	%	31,8	31,1	-
neutraalkiud	%	48,5	55,9	-
tuhk	%	9,0	4,1	-
pH		4,4	4,0	4,9
ME	MJ/kg	9,9	10,1	13,2
suhkrud	g/kg	34	38	13
NH ₃ /üld N	%	4,3	3,4	1,5
piimhape	g/kg	79	29	7
Hapete summa	g/kg	113	54	15
P	%	0,30	0,23	-
K	%	2,27	1,09	-
Ca	%	1,04	0,38	-
Mg	%	0,28	0,23	-

Kuivaine sisalduse järgi jagunesid rohusilod järgmiselt:

märksilo (kuivainet < 25%)	20% proovidest, neist riknes 58%,
närbsilo (kuivainet 25–40%)	60% proovidest, neist riknes 17%,
kuivisilo (kuivainet 40–55%)	20% proovidest, neist riknes 24%.

Toorproteiini sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (toorproteiini kuivaines >15%)	43% proovidest,
rahuldav (toorproteiini kuivaines 12–15%)	44% proovidest,
halb (toorproteiini kuivaines <12%)	13% proovidest.

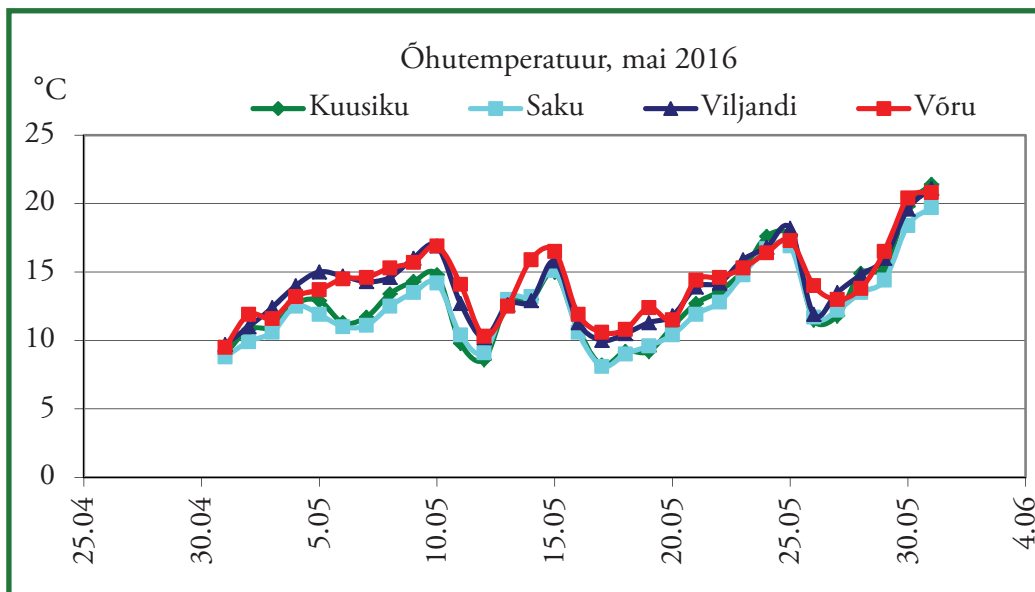
Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (ME kuivaines rohkem kui 9,5 MJ/kg)	87% proovidest,
rahuldav (ME kuivaines 8–9,5 MJ/kg)	13% proovidest.

2016. aasta tulemused

2016. aasta ilma kohta on samuti midagi iseäralikku öelda. Heintaimede vegetatsioon algas sellel aastal erakordselt varakult (05. aprill), kuid suurt edumaad juurdekasvus ei olnud. Aprilli I ja II dekaadis oli soojemaid päevi järjestikku ainult neli. Dekaaadi keskmised õhutemperatuurid olid Kuusikul vastavalt 5,3 ja 5,1 kraadi, Võrus aga 6,7 ja 6,1 kraadi. Põhiliselt hakkas rohi kasvama alles 27. aprillist. Efektiivsete temperatuuride summa oli rohukasvu algusest aprilli lõpuks Võrus ja Viljandis 30–40 kraadi ning Sakus ja Kuusikul 27 kraadi, mis oli võrdne 2015. aastaga.

Mai esimene dekaad oli tavalisest soojem (keskmine temperatuur Kuusikul 12, Võrus ja Viljandis 14 kraadi). Kuu keskel tulnud sademed hoogustasid rohu kasvu. Esimesel dekaadil lisandus efektiivseid temperatuure Viljandis 89 ja Võrus 87 kraadi, kuid Sakus 66 ning Kuusikul 72 kraadi. Maikuu II dekaadi algus ja lõpp olid veidi jahedamad (vt graafikut). Efektiivsete temperatuuride summa oli maikuu II dekaadi lõpuks Võrus ning Viljandis vastavalt 195 ja 188 kraadi, Sakus ja Kuusikul 151 ja 157 kraadi, seega 50–60 kraadi võrra enam kui eelmisel aastal.



Esimesed rohuproovid (võetud 23. mail) näitasid, et kõrreliste rohi on kõrsumise ja libliköielistel varsumise faasis. Kasvukõrgus oli kõrrelistel 32–59 cm ja libliköielistel 30–43 cm. Haljasmassi saak oli olenevalt domineerivast liigist ja mullaviljakusest 9–26 t/ha, mille kuivainesisaldus ainult 12–19%. Proteiinisaldus oli noores rohus kõrge (170–240 g kg⁻¹) ja kiusisaldus väike (NDF 290–550 g kg⁻¹) ning seeduvus hea (670–720 g kg⁻¹). Võetud rohuproovidest erinesid toiteväärtuse poolest teistest kõrrelistest kerahein, alaska luste, pehmeleheline roog-aruhein ja aru-raihein. Põldheinasegudes esines sageli suurema toiteväärtusega karjamaa-raihein.

Maikuu oli tavalisest veidi soojema ilmaga. Ilmateenistuse andmetel oli maikuu keskmine õhutemperatuur põhiliselt aktiivsete temperatuuride (üle 10 kraadi) tsoonis jõudes

kuu lõpul üle 20 kraadi. Maikuu kolmandal dekaadil kasvas efektiivse soojuse summa 80–90 kraadi võrra. Rohukasvu algusest rohuproovide võtmiseni (30. mai) oli efektiivsete temperatuuride summa Võrus 285 ja Viljandis 278 ning Kuusikul ja Sakus vastavalt 242 ja 231 kraadi. Heintaimede kasv oli toimunud kiires tempos.

Kõrreliste heintaimede kasvukõrgus suurenes 21. kalendrinädalal kuni 26 cm võrra ja oli parematel põldudel 70–85 cm ning põhilised liigid olid loomise faasis. Massi hoogsa juurdekasvuga kaasnes toiteväärtuse kiire vähenemine. Kõrreliste kiusisaldus (NDF) ületas kohati juba piirväärtuse taset (550 g kg⁻¹ KA-s). Kiurikkamad olid kerahein, aru-raihein ja alaska luste.

Sooja ilma tõttu oli seedumatu (ADF) kiusisalduse suurenemine 0,6–0,8% võrra päevas, mis vähendas seeduvust keskmiselt 0,5% päevas ja seeduvus oli varaste kõrreliste mõnes proovis juba 640 g kg⁻¹ KA-s. Kõrreliste niitmise optimaalne aeg oli möödas. Segukülvides oleva liblikõielise mõjul oli seeduvus 2–7% võrra suurem. Vähemalt 30%-line ristikutte osatähtsus rohus võimaldab optimaalset niiteaega viia 3–4 päeva hilisemale ajale. Kestva põua tõttu oli I niite saagitase väiksem.

Ilmastikus toimus 22. kalendrinädalal õhutemperatuuride muutus. 30. maist kuni 03. juunini oli kogu vabariigis ööpäevas sooja 20 kraadi, mis nädalavahetuseks langes 10 kraadi peale. Vaatamata sellele lisandus efektiivset soojust nädalas 93–95 kraadi. Rohuproovide võtmise päevaks (06.06.) oli ef. temperatuuride summa Võrus 372, Viljandis 373, Sakus ja Kuusikul vastavalt 317 ning 335 kraadi. Ühenädalane erinevus Lõuna-Eesti ja Põhja-Eesti vahel säilis. Põua väga tugev mõju kestis endiselt.

Heintaimede kasv ja areng kulgesid taime liigiti erinevalt. Kõrrelistel heintaimedel oli massi juurdekasvu, kuid toiteväärtuse näitajad vähenesid sealjuures oluliselt, jõudes hea väärtusega rohusööda tasemelt rahuldava toiteväärtuse tasemele. Segukülvide massi juurdekasv oli suurem (nädalaga KA 1,1 t/ha) ja keemilise koostise muutused tagasihoidlikumad (seeduvus vähenes 1–4% võrra nädalas), kuid toiteväärtus oli rahuldav. Lutsern valmistus õitsema, punane ristik kasvatas varsi ja oli endiselt kõrge toiteväärtusega.

Täheldada võis kuivainesisalduse järsku suurenemist, sest niiskusepuudusel hakkasid taimed põllul kuivama. Proteiinisaldus oli rohus suhteliselt väike (kõrrelistes 100–150 g kg⁻¹, segukülvides 110–140 g kg⁻¹ KA), kusjuures vähenemine toimus päevas 0,3–0,6% võrra. Kiusisalduse olulisemad suurenemised olid kõrreliste heintaimede mõjul, edaspidi toimus seedumatu kiuosa oluline suurenemine ka liblikõielistel, sest rakuseina ladestus taime pikkuse juurdekasvu lõppemisel ligniini.

Kauaoodatud vihm saabus 23. nädala keskel. Heintaimede massi juurdekasvu oli loota punase ristiku mõjul, kuid tugeva vihmaga kaasnes taimiku lamandumise oht. Massiline silotegu toimus sellel aastal 22. ja 23. kalendrinädalal. Ilmastikutingimused olid silo tegemiseks soodsad. Suhteline õhuniiskus püsis keskpäeval alla 50% ja haljasmassi närvutamise tingimused olid head.

Nädalaga lisandus efektiivsete temperatuuride summale 35–43 kraadi ja 13. juuniks oli summa Võrus 415, Viljandis 409, Sakus 356 ja Kuusikul 370 kraadi.

Ädalakasvuks olid tingimused soodsad. Domineeris tavalisest kõrgem õhutemperatuur ja sademeid oli piisavalt. Ädalakasv oli niidetud põldudel hea tänu rohketele sademetele juunis (237% keskmisest) ja augustis (204% keskmisest). Öökülmavaba (kuni 12. oktoobrini) ja suhteliselt kuiv september võimaldasid valmistada kvaliteetse silo ka kolmandast niitest.



Rohusaagi määramine Kuusiku Katsekeskuses

Tabel 10. Kokkuvõte 2016. aastal valmistatud silo analüüsides (Põllumajandusuurimise Keskuse andmetel)

Näitaja	Ühik	Rohusilo 291 proovi	Maisisilo 15 proovi	Konservvili 12 proovi
Kuivaine	%	34,5	30,1	69,4
Kuivaines toorproteiin	%	15,1	7,9	13,1
happekiud	%	32,4	27,5	–
neutraalkiud	%	48,8	48,2	–
tuhk	%	9,1	3,9	–
pH		4,6	3,9	4,8
ME	MJ/kg	9,9	10,5	13,1
suhkrud	g/kg	28	20	13
NH ₃ /üld N	%	3,9	3,1	1,1
piimhape	%	67	31	8,0
hapete summa	%	106	61	17
P	%	0,3	0,23	–
K	%	2,26	0,84	–
Ca	%	1,11	0,31	–
Mg	%	0,27	0,20	–

Kuivaine sisalduse järgi jaotusid rohusilod:

märksilo (kuivainet < 25%)	19% analüüsitud proovidest, neist riknes 71%
närbsilo (kuivainet 25–40%)	56% analüüsitud proovidest, neist riknes 25%
kuivsilo (kuivainet 40–55%)	25% analüüsitud proovidest, neist riknes 21%

Toorproteiini sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (toorproteiini KA > 15%)	52% analüüsitud proovidest,
rahuldav (toorproteiini KA 12–15%)	39% analüüsitud proovidest,
halb (toorproteiini KA < 12%)	9% analüüsitud proovidest.

Metaboliseeruva energia sisalduse järgi hinnati rohusilod:

hea (ME KA > 9,5 MJ)	84% analüüsitud proovidest,
rahuldav (ME KA 8–9,5 MJ)	16% analüüsitud proovidest.



Rohu hindamine Laates

HEINTAIMIKU LIIGILISE KOOSSEISU MÕJU TOITEVÄÄRTUSELE

Rohumaadele külvatavate liikide valik ja osatähtsus määratakse mullastiku, kasutusotstarbe (niitmine, karjatamine), kasvulaadi, ädalakasvu kiiruse jt omaduste alusel. Segukülvid on puhaskülvidega võrreldes vähem lamandunud, vähem umbrohtunud ja andnud 12–15% võrra suurema saagi (Sutter 1969; Sau 1970; Frame *et al.*, 1998).

Karjamaadele soovitatakse liigirikkamaid (4–6 liiki) seemnesegusid, tuues eeliseks rohu mitmekesisuse, parema maitsevuse, ühtlasema ädalakasvu ja karjamaa suurema tallamiskindluse (Sau 1970; Viiralt 1996; Tamm 1997). Juhtpositsioonil on valge ristik (> 30% saagist), millega sobitatakse alus- ja pealiskõrrelised.

Valge ristiku esinemist karjamaal iseloomustab perioodilisus. Uurimusest selgus, et valge ristiku-kõrreliste rohukamaraga karjamaade saagi ja vegetatsiooniperioodi sademete hulga vahel valitses tugev seos ($r = 0,84$), samuti valitses tihe seos ($r = 0,80$) saagi suuruse ja efektiivsete temperatuuride summa vahel. Sellest tulenevalt oli valge ristiku mõju saagile ja karjamaarohu toiteväärtusele suve teisel poolel kaks korda suurem kui kevadel. Kuival karbo-naatsel mullal on häid tulemusi saadud Jõgeval aretatud hübriidlutserniga 'Karlu', mis on küll niidutüübiline, kuid talub hästi karjatamist.

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

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

Karjamaadel on kasutusel valge ristiku-kõrreliste ja lutserni-kõrreliste ning kõrrelirohked rohukamarad. Seemnesegude uurimustest Juuliku katsefarmis selgus, et parasniiskel mullal olid karjamaal parema saagiga valge ristiku liikiderohked segud, mis sisaldasid nii pealis- kui ka aluskõrrelisi (Tamm 2000). Rohu botaanilises koosseisus domineerisid esimesel ja teisel aastal külvatud liigid. Valget ristikut (3 kg ha^{-1}) oli rohus üle 40%, sest soodsates oludes levis see liik väga kiiresti. Rohu kuivaine proteiinisaldus oli keskmiselt 175 g kg^{-1} , seeduvus 680 g kg^{-1} ja ME $10,4 \text{ MJ kg}^{-1}$ KA. Lutsernid ja punane ristik saavutasid esimesel aastal seemneseguga soovitud osatähtsuse, kuid punane ristik langes karjatamise tingimustes kolmandal aastal rohukamarast välja.

Karjamaa-raihein ületas oma agressiivsuse tõttu seemneseguga määratud 25%-lise osatähtsuse eesti sortidega segudes esimesel ja teisel aastal, kuid välismaa sortidega segudes, kus osatähtsuseks oli võetud 60% jäi soovitud tase saavutamata. Karjamaa-raiheinarahke seemnesegu kasutamisel saadi karjamaarohi $0,2\text{--}0,3 \text{ MJ kg}^{-1}$ võrra kõrgema toiteväärtusega (Selge 1996; Tamm 2000). Timut ja harilik aruhein kui keskmise konkurentsivõimega liigid püsisid rohus ettenähtud osatähtsusega.

Põuakartlikul mullal andis karjamaal parema saagi lutsernirohke seemnesegu kui kasutati karjatamisele vastupidavat sorti 'Karlu'. Võrreldes hübriidlutserniga 'Jõgeva 118' oli kuivaine enamsaak 17%, proteiinisaak 20% ja metaboliseeruva energia saak 14% suurem.

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

Kõrreliste haljasmass oli liblikõielistega võrreldes paremini sileeruv. Liblikõielistel oli suurem proteiinisisaldus, väiksem suhkrutesisaldus ja kõrgem puhverduvus.

Rohkesti tehakse rohusilo punasest ristikut, mis võimaldab saada kõrge toiteväärtusega (160–180 g kg⁻¹ proteiini, ME 9,5–10,5 MJ kg⁻¹) sööda. Toiteväärtuselt hea silo andis ka lutsern (proteiini 190 g kg⁻¹, ME > 10 MJ kg⁻¹). Kuigi silo fermentatsiooni parandas timuti lisamine liblikõielisterohkesse segusse, oli kindlustuslisandi kasutamine hea kvaliteedi tagamiseks vajalik (Lättemäe, Tamm 2002).

Keemiliste analüüside põhjal saab ka kitsheerne rohusilo lugeda heade söötade klassi, kuid orgaanilise aine madalama seeduvuse (< 65%) tõttu sobib see lihaloomadele, noorloomadele jt.

Heintaimede sortide valik võimaldas mõjutada rohusööda toiteväärtust. Suurema mõjuga olid liblikõielised heintaimed. Valida saame varajaste ja hiliste, di- ning tetraploidsete sortide vahel, kusjuures oluliseks faktoriks jääb sordi talvekindlus. Parema toiteväärtusega, kuid madalama kuivainesisaldusega olid punase ristiku tetraploidsed Jõgeva sordid 'Varte' ja 'Ilte'.

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

Kasutussageduse uuringus oli karjamaa-raiheina proteiini kogusaak neljaniitelisel kasutusel võrreldes kaheniitelisega 12,6% suurem. Proteiinisisaldus kuivaines ületas hea rohusööda miinimumnõude (> 150 g kg⁻¹) vaid karjamaa raiheina neljaniitelisel kasutusel. Kaheniitelisel kasutusel saadi rahuldava toiteväärtusega rohusööt, mis ei vastanud proteiini, seeduvuse ja metaboliseeruva energia sisalduselt hea rohusööda nõuetele. Vatsa proteiini bilanss oli negatiivne. Neljaniitelisel kasutusel saadi hea toiteväärtusega (seeduvus > 650 g kg⁻¹, ME > 10 MJ kg⁻¹) ja positiivse vatsa proteiinibilansiga rohusööt. Neljaniitelisel kasutusel oli kuivaines rohkem fosforit, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi kui kaheniitelisel kasutusel. Sagedasem niitmine andis noorema ja toitainerikkama sööda.

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

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

Lämmastikväetistega väetamisel saab hõlpsasti kiirendada kõrreliste rohu juurdekasvu, suurendada saaki, tõsta rohu proteiinisisaldust, kuid sööda toiteväärtuse põhinäitajad (kiusisaldus, seeduvus) jäävad siiski sõltuvaks liigilisest koosseisust ja kasvuperioodi pikkusest enne koristamist.

On korraldatud arvukaid katseid lämmastikväetise mõju kohta rohumaal, kuid vähe on andmeid lämmastikväetise järelmõju kohta. Sakus korraldatud väetamise katses (põhiväetis sügisel P19, K66) mõjutas N põldtimuti (*Phleum pratense* L.) ja karjamaa-raiheina (*Lolium perenne* L.) saaki ja saagi kvaliteeti. Väetisvariandid olid N200 (N80 kevadel, N60 peale I ja II niidet), N80 (kevadel) ning N0.

Tulemustest selgus, et lämmastikuga väetamata kõrreliste taimik annab põhisaagi esimese niitega, kusjuures ädalasaak jääb majandusliku tasuvuse piirist väiksemaks. N80 variandis andsid ädalad kevadise väetamise järelmõjuna arvestava saagilisa, eriti II niites (karjamaa-raiheina ja põldtimuti kõikide niidete kogusaak vastavalt 4,6 ja 5,3 t ha⁻¹). Suurima saagi saamiseks vajati lämmastikväetist iga niite tarbeks. Karjamaa-raiheina väetisvariantide seeduva kuivaine hektarisaak ületas N0 varianti 211% ja 113% vastavalt N200 (N80, N60, N60) ja N80 (ainult kevadel) ning põldtimutil vastavalt 174% ja 119%.

Heintaimede lehtede ja varte suhe oli põldtimuti kõrsumise faasis toiteväärtuse hindamisel täiendav faktor (lehtede varte suhe lämmastikuga väetamisel 49:51 ja N-ta 55:45), kõrred olid N0 variandis lühemad. Põldtimuti (kõrsumine) N0 variandi KA seeduvus oli suurem väetusvariantide omast (vastavalt 690 ja 650 g kg⁻¹ KA), TP sisaldus oli väiksem võrreldes väetusvariantidega (83 ja 189 g kg⁻¹ KA, vastavalt väetamata ja väetatud variandid). Esimese niite N0 variandi biomassis oli lehti 43% ja N väetisvariandis 40%.

Kõrreliste ja liblikõieliste heintaimede toiteväärtuse erinevused

Kõrreliste saagi ja bioloogilis-keemiliste omaduste analüüsiks kasutati 2007.–2011. aasta kõrreliste võrdluskatse ja karjamaa-raiheina varajase, keskmise ja hilise arenguga sortide põldkatse (2009–2012) andmeid. Kõrrelistest valiti analüüsimiseks põldtimut, harilik aruhein ja karjamaa-raihein. Erinevused liblikõieliste kõrreliste vahel ilmnesid rohkem taime morfoloogias ja lehtede ning varte toiteväärtuses, vähem KA saagis (kõrreliste anti N200). Võrreldes liikide KA saake (kõrreliste loomise *versus* liblikõieliste õitsemise faas), siis hektarisaagid põldtimuti, karjamaa-raiheina, varase punase ristiku ja lutserni vahel oluliselt ei erinevad (6,2–7,1 t ha⁻¹). Madalam oli hariliku aruheina (5,9 t ha⁻¹) KA saak (tabel 11).

Morfoloogiliste muutuste mõju heintaimede keemilisele koostisele oli jälgitav. Lehtede ja varte KA seeduvuse erinevus taime arenedes oli kõrrelistel tavaliselt väiksem võrreldes liblikõieliste lehtede ja varte KA seeduvuse erinevusega. Kui loomise faasis kõrreliste lehtede *vs* varte KA seeduvus oli 11–15% suurem, siis varase punase ristiku ja lutserni lehtede *vs* varte KA seeduvus oli õitsemisel vastavalt 15% ja 30% suurem.

Tabel 11. Kõrreliste KA saak ja toiteväärtus sõltuvalt arengufaasist

Liik	Arengufaas	Ef temp summa °C	Saak, KA t ha ⁻¹	Seeduvus, DDM%	ME MJ kg ⁻¹ KA
Põldtimut	Kõrsumine	174–220	3,84	65	10,2
	Loomise algus	235–260	5,04	64	9,9
	Loomine	287–320	6,48	62	9,6
Harilik aruhein	Kõrsumine	152–176	2,80	67	10,5
	Loomise algus	220–240	4,63	65	10,2
	Loomine	257–287	5,92	64	9,9
Karjamaa-raihein	Kõrsumine	190–235	3,54	69	11,0
	Loomise algus	262–287	4,76	67	10,5
	Loomine	320–350	6,21	65	10,2

Kõrrelistel ja liblikõielistel erinesid ADF, NDF, ADL kontsentratsiooni poolest, liblikõieliste NDF oli väiksem ja ADL suurem kui kõrrelistel. Intensiivne NDF ja ADF tõus vartel oli varte seeduvuse (DDM) languse põhjuseks, eriti kõrge oli lutserni varte NDF (keskmiselt 625 g kg⁻¹ KA õitsemisel) ja timuti kõrte NDF (loomisel 688 g kg⁻¹ KA). Ligniini kontsentratsioon NDF-st kõrsumise/varsumise faasi lõpul oli liblikõieliste vartel kuni 2,8 korda suurem kui kõrreliste kõrtes. Liblikõielised on kõrrelistega võrreldes suurema lõhusumatu NDF-ga. Kuna liblikõielised sisaldavad raku seinainet vähem kui kõrrelistel, siis peetusaeg vatsas on lühem. Olenevalt taimede arengufaasist seedivad veised 40–50% liblikõieliste kiust ja 60–70% kõrreliste kiust. Varasel punasel ristikul ja karjamaa-raiheinal langes seeduvus aeglasemalt kui lutsernil ja teistel kõrrelistel.

Põldtimuti optimaalne koristusaeg saabus juba kõrsumise lõpus. Kui kevad oli külm ja põuane, siis nihkus niitmine loomise algusfaasi. Timutist hiljem sai niita harilikku aruheina (loomise algul) ja karjamaa-raiheina (loomise algul või loomisel). Optimaalseks koristusajaks kogunes efektiivseid temperatuure põldtimutil 190–235°, harilikul aruheinal 220–240° ja karjamaa-raiheinal 260–290°. Summa sõltus kevadsuvisest temperatuuri kõikumisest ja sordist.

Liblikõielised on kõrrelistest erineva keemilise koostisega ja toiteväärtuse karakteristikutega, seepärast analüüsime neid eraldi. Uurimistöös analüüsitud lutserni ja punase ristiku katsete (2008–2012) niitmine ja rohuproovide võtmine toimus taimiku kolmes erinevas arengufaasis – varsumine, nuppumine (50% vartel on õisikud moodustunud) ja õitsemine (50% vartest on alustanud õitsemist). Katses olid varase punase ristiku 'Varte', hariliku lutserni 'FSG 408 DP' ja hübriidlutserni 'Karlu' ning 'Jõgeva 118' taimikuid. Varase punase ristiku puuduseks oli väike kuivainesisaldus, (ristikul 11–18%, lutsernil 14–23% varsumisest õitsemiseni), seetõttu oli ka lutserni KA ja seeduva KA kogusaak punase ristiku KA saagist suurem kõiges kolmes arengufaasis (tabel 12).

Lehtede kontsentratsioon langes ja varte mass kasvas koos fenoloogilise arenguga, kusjuures ristiku biomass jäi leherikkamaks kõigis arengufaasides (2–3% võrra). **Taime arenguga toimus vaadeldaval arenguperioodil varte biomassi koondumine vartesse (61% ristikul ja 64% lutsernil).** Kuna lutserni varred sisaldavad enam lignifeerunud struktuurseid kudesid kui ristiku varred, jäi lutserni varte seeduvus väiksemaks ristiku varte seeduvusest (varte KA seeduvus lutsernil ja ristikul olenevalt arengufaasist vastavalt 580–470 ja ristikul 640–560 g kg⁻¹).

Tabel 12. Libliköieliste rohusööda KA saak ja toiteväärtus

Liik	Arengufaas	Ef temp summa °C	Saak KA t ha ⁻¹	Seeduvus DDM%	ME MJ kg ⁻¹ KA
Lutsern	varumine	176–197	4,1	68	10,9
	nuppumine	242–276	5,7	62	10,1
	õitsemine	338–398	7,1	60	9,5
Punane ristik	varumine	203–221	3,6	70	11,2
	nuppumine	280–309	5,7	68	10,6
	õitsemine	348–419	6,6	61	10,1

Kuigi lutserni seeduva kuivaine hektarisaak oli varase punase ristiku saagist kõikides arengufaasides kõrgem, andis ristik lutsernist kõrgema energieetilise väärtusega rohusööda kõigis kolmes arengufaasis.

Lutserni ja ristiku morfoloogia iseärasused ja erinev keemiline koostis mõjutas taimiku toiteväärtust (tabel 13). Lutsern oli ristikust kõikides arengufaasides proteiinirikkam, kuid suurema ADF-sisaldusega. Lutsernil oli kõrgem TP sisaldus, kuid ristiku proteiin oli suurema bioloogilise väärtusega. Varumisest õitsemiseni oli lutserni ADF sisaldus 26–30 g kg⁻¹ võrra suurem ristiku ADF-st. Suurimad muutused rakuseina koostises toimuvad lutsernil siis, kui sõlmedevaheline areng läheb pikkuse kasvult üle radiaalsele kasvule koos sekundaarse rakuseina paksenemisega.

Lutserni KA seeduvus püsis hea rohusööda nõuete tasemel veel õitsemise algul, jahe- damal kevadsuvel võib ristiku seeduvus vastata etalonväärtusele ka õitsemise keskfaasis.

Tabel 13. Lutserni ja punase ristiku toiteväärtus, g kg⁻¹ KA

Arengufaas	Lutsern			Punane ristik		
	TP	NDF	ME MJ	TP	NDF	ME MJ
Varumine	230	336	10,9	212	325	11,2
Nuppumine	201	407	10,1	183	396	10,6
Õitsemine	163	446	9,5	145	422	10,1

Ristiku ja lutserni kuivaine ainevahetuslik energiasisaldus oli nuppumiseni hea toiteväärtusega rohusööda tasemel (vastavalt 10,6 ja 10,1 ME MJ kg⁻¹), sealt edasi langes lutserni ME õitsemise faasis 9,5-ni, ristikul 10,1-ni MJ kg⁻¹.

Optimaalse niiteaja määramisel tuleb olla lutserni kasvatamisel täpsem, sest lutsernil oli biomassi akumulatsioon vartesse kiirem ja taimiku ülarinde kokkukasvamisega kaasnes lehtede varisemine.

Optimaalne I niite aeg lutsernil oli õitsemise algul (ef temp 280–350°) ja varasel punasel ristikul õitsemise algusest kuni õitsemise keskfaasini (ef temp 350–380°) olenevalt sordist, kevadistest öökülmadest ning soojaperioodidest.

Liblikõieliste-kõrreliste segukülvide toiteväärtus

Ajalooliselt kõige vanem segukülv oli põldhein, mida kasutati loomasöödana ja mis oli ka põlluviljakuse hoidja. Liblikõieliste-kõrreliste segukülvides üks liik täiendab teist. Liblikõieliste-kõrreliste segukülvidel on rida eeliseid võrreldes liikide puhaskülvidega:

1. Segukülvid on tavaliselt saagikamad kui seguliikide puhaskülvid
2. Segukülvide proteiinisisaldus on suurem kõrreliste puhaskülvidest
3. Segukülvide liblikõieliste-kõrreliste suhtega parandame rohusööda seeduvust ja söömust
4. Segukülvidega pikendame rohusööda optimaalset koristusaega

Mõistlik on võtta kõrrelisi liblikõieliste segukülvidesse, vähendades sellega kõrreliste N pealtvætamisel kaasnevat N leostust. Liblikõieliste heintaimede juurtes sümbioosis taimedega elutsevad *Rhizobiumi* bakterid seovad õhulämmastikku, mida saavad peale peremeestaime kasutada mulla kaudu ka segukülvide kõrrelised, sellega saame kokku hoida N väetisi. Teisalt tekitab liblikõieliste kõrge proteiinisisaldus ja selle suur lõhustuvus vatsas probleeme söötisel, segukülvide toorproteiinisisaldus on üldjuhul optimaalse lähedal. Lutserni ja punase ristiku sileerimisel on probleemiks nende madal suhkrute sisaldus ja kõrge proteiinisisaldus ning madal kuivaine. Vastavalt siloteadlase dr F. Weissbachi teooriale on vaja küllaldaselt suhkruid, et toimuks kiire käärimine, hapete teke ja sellega kaasnev pH langus. Segukülvides leevendavad kõrrelised ka neid kitsaskohti.

Lutserni-kõrreliste segukülvid

Lutserni võtmisel seemnesegusse on võimalik pikendada kõrreliste puhaskülvi optimaalset koristusaega. Liblikõieliste kõrge proteiinisisaldus ja selle suur lõhustuvus vatsas on probleemiks söötisel. Segukülvi rohusööt on väiksema proteiinisisaldusega, sest kõrreliste bioloogiline areng on lutsernist kiirem. Lutserni-kõrreliste omavahelise suhte muutmisega saame reguleerida rohusööda seeduvust ja rohusööda toorproteiini kasutamise efektiivsust.

Lutsern suurendas segukülvis kõrrelistega rohusööda kuivaine proteiinisisaldust ($r = 0,73$, $P < 0,05$) ja vähendab neutraalkiu hulka ($r = -0,55$, $P < 0,01$). Hariliku lutserni 'FSG 408 DP' ja karjamaa-raiheina 'Raidi' segukülvi katses I ja II niite proteiinisisaldus oli 149–159 g kg⁻¹ KA, NDF sisaldus 450–478 g kg⁻¹ KA. Karjamaa-raiheina 'Raidi' puhaskülvis oli seevastu proteiini 125–144 g kg⁻¹ ja NDF 492–512 g kg⁻¹ KA.

Taimede konkurentsivõime segukülvis sõltus liigist ja sordist. Sakus läbiviidud segukülvi katses külvati harilik lutsern (*Medicago sativa*) 'FSG 408 DP' ja hübriidlutsern (*Medicago varia*) 'Karl' puhaskülvis (16 kg ha⁻¹) ja vastavalt variandile segus ühe kõrrelisega (kõrrelise külvisenorm oli pool puhaskülvimäärast): põld-rahein (*Lolium hybridum*) 'Molisto', roog-aruhein (*Festuca arundinacea*) 'Seine', harilik aruhein (*Festuca pratensis*) 'Darimo',

päideroog (*Phalaris arundinacea*) 'Palaton' ja ohtetu luste (*Bromus inermis*) 'Lincoln'.

Esimese kasutusaasta taimiku tihedus puhaskülvis oli harilikul lutsernil suurem võrreldes hübriidlutserniga (taimi ruutmeetril vastavalt 144 ja 120 tk). Segusse võetud kõrrelistest oli kõige tugevama konkurentsivõimega põld-raihein, mis vähendas lutsernitaimede arvu harilikul lutsernil 90-le ja hübriidlutsernil 73-le. Kui esimesel kasutusaastal KA botaanilise kaalalanalüüsi järgi moodustasid kõrrelised hariliku lutserni segudes 5–24% ja hübriidlutserni katses 5–35% siis kolmandal kasutusaastal oli hariliku aruheina kuni 39% ja roog-aruheina 45% (teistes variantides 14–29%). Hübriidlutsern 'Karlu' talus kõrrelisi saateliigina paremini, segudes hariliku aruheina ja roog-aruheinaga oli lutserni taimi vastavalt 60 ja 48 tk m²-1 (puhaskülvis 72).

Esimest korda niideti lutserni õiepungade moodustamise faasis või õitsemise algul olevalt kevad-suvisest temperatuurist ja sademetest. Katse koristati lutserni arengufaasi alusel, kuid hübriidlutserni aeglasema arengu tõttu saabus sama faas nädala võrra hiljem.

Kolme kasutusaasta keskmisena olid lutserni-kõrreliste segude KA saagid hariliku aruheina ja põld-raiheinaga lutserni puhaskülvist 5–8% suuremad. Kõige rohkem ületasid segukülvide KA saagid puhaskülvi saake 2008. aastal: hariliku lutserni-kõrreliste segud 12%, hübriidlutserni segud 20% (tabel 14). Saagi jaotus niidete lõikes oli ühtlasem hariliku lutserni külvides. Kolme aasta keskmisena ületasid hariliku lutserni segud III niites (põld-raiheina, roog-aruheina ja hariliku aruheinaga) lutserni puhaskülvi KA saaki 5%, hübriidlutserni III niite segud põld-raiheina, roog-aruheina ja hariliku aruheinaga olid hübriidlutserni KA puhassaagist 38% suuremad. Hübriidlutserni puhaskülvi kolmas saak oli väga väike ja jäi allapoole koristamise majandusliku tasuvuse piiri, kuid segus kõrrelistega saadi koguseliselt majanduslikult tasuv III niite saak. Segukülvidest andis usutavalt suurema saagi lutsern segus põld-raiheinaga.

Tabel 14. Lutserni-kõrreliste segukülvide kuivaine saak, t ha⁻¹

Taimik	<i>Medicago sativa</i> ('FSG 408DP')			<i>Medicago varia</i> ('Karlu')		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Lutsern (L)	15,5	12,6	10,8	14,8	11,8	11,3
L+'Molisto'	15,4	14,9	11,9	13,7	14,4	11,8
L+'Seine'	14,7	13,4	8,8	15,5	14,5	10,9
L+'Darimo'	16,5	14,8	9,5	15,2	15,0	10,6
L+'Palaton'	15,2	14,5	8,9	14,9	13,7	9,5
L+'Lincoln'	16,0	13,3	9,4	15,5	13,0	9,7
PD 0,05	0,34	0,63	0,53	0,46	0,24	0,31

Põld-raihein *Molisto', roog-aruhein 'Seine', harilik aruhein 'Darimo', päideroog 'Palaton', ohtetu luste 'Lincoln'

Kõrrelise lisamine lutsernile muutis rohusööda keemilist koostist (tabel 15).

Tabel 15. Lutserni-kõrreliste I niite kuivaine saagi toiteväärtus

Taimik	<i>Medicago sativa</i> FSG 408DP)			<i>Medicago varia</i> (Karlu)		
	TP, g kg ⁻¹	DDM, g kg ⁻¹	ME, MJ kg ⁻¹	TP, g kg ⁻¹	DDM, g kg ⁻¹	ME, MJ kg ⁻¹
Lutsern (L)	210	657	10,3	193	635	10,0
L+Molisto	168	638	10,0	140	616	9,6
L+Seine	175	631	9,9	168	587	9,1
L+Darimo	181	637	10,0	143	620	9,8
L+Palaton	194	657	10,4	190	630	9,9
L+Lincoln	154	632	9,9	126	583	9,0

Põld-raihein *Molisto', roog-aruhein 'Seine', hariliku aruhein 'Darimo', päideroog 'Palaton', ohtetu luste 'Lincoln'

Lutserni puhaskülvi toorproteiinisaldus I, II, III niites oli 193-233g kg⁻¹ KA. Hariliku lutserni-kõrreliste segukülvide proteiinisaldus I ja II niites oli optimaalne (154–183 g kg⁻¹ KA), va päideroo seguvariant (194–199 g kg⁻¹), sest päideroogu oli KA saagis vähe (5–21%). Päideroog ei talu pidevat kolmekordset niitmist varajases arengufaasis. Kuigi kõrreliste mõjul proteiinisaldus vähenes, ei langenud see hariliku lutserni segudes rohusöödale nõutud tasemest väiksemaks.

Katseandmed näitasid, et lutserni puhaskülvist saadud rohusööda metaboliseeruva proteiini sisaldus oli 83–87 g kg⁻¹, segudes oli see väiksem (77–86 g kg⁻¹). Niidete löikes olulisi erinevusi ei olnud, kõige suurem erinevus oli segus ohtetu lustega.

Vatsa proteiini bilanss (VPB) näitab mikroobse proteiini sünteesiks vajaliku lõhustunud proteiini liiga või defitsiiti mikroorganismidele kättesaadava energia korral. Lutsernisöötaades on proteiinisaldus kõrge ja vatsas lõhustuva proteiini hulk suur (80–85 g kg⁻¹) ning sellest tulenevalt VPB tugevalt positiivne. Kõrreliste mõjul vähenes VPB ja oli ohtetu luste, hariliku aruheina ja põld-raiheina variantides segus hübriidlutserniga nullilähedane. Kui VPB on nullilähedane või nõrgalt positiivne siis kasutavad mäletsejad söödaproteiini kõige efektiivsemalt.

Hübriidlutserni segudes ohtetu luste ja põld-raiheinaga (kõrrelisi kuni 35%) oli proteiinisaldus kõige väiksem I niites (126–140 g kg⁻¹ KA-s). Hübriidlutserni 'Karlu' segukülvide väiksem proteiinisaldus oli tingitud nädala võrra hilisemast koristamisest. Arengult olid lutsernid koristamisel küll võrdsed, kuid segusse võetud kõrrelistes jõudsid niitmise ajaks vanemasse arengufaasi, mis läbi vähenes hübriidlutserni segude proteiinisaldust rohkem kui segudes hariliku lutserniga. Toorproteiinisaldus I niites oli usutavas seoses segukülvis lutserni protsendiga ($r = 0,73$, $P < 0,05$). Nimetatud seosele tuginedes peaks lutserni osatähtsus segus kõrrelistega olema vähemalt üks kolmandik.

Analüüsiandmed näitasid, et kõrreliste mõjul suurenes oluliselt kuivaine NDF sisaldus ja vähenes metaboliseeruv energia. Segukülvide I niite saagi ja NDF vahel oli positiivne seos ($r = 0,60$, $P < 0,01$) ning botaanilise kaalanalüüsi andmete alusel negatiivne seos lutserni protsendi ja NDF vahel ($r = -0,55$, $P > 0,01$).

Segude ainevahetusenergia sisaldus vähenes kõrreliste mõjul, tugevama mõjuga olid ohtetu luste ja hariliku-aruheina variandid, kus kõrrelisi oli KA-s 30–50%, kõige väiksema mõjuga päideroog (kõrrelisi segus 5–21%). Hariliku lutserni segud kõrrelistega I niites andsid suure energiasaldusega sööda (ME 9,9–10,4 MJ kg⁻¹), hübriidlutserni segud 9,0–9,9

MJ kg⁻¹. Hübriidlutsern segus roog-aruheina ja ohtetu lustega olid kõige madalama energietilise toiteväärtusega I niites (9,0–9,1 MJ kg⁻¹).

Hübriidlutsern talus kõrreliste konkurentsi saateliigina paremini kui harilik lutsern. Roog-aruhein vähendas hariliku lutserni osa segus juba teisel kasutusaastal. Hariliku ja hübriidlutserni segukülvis oli põld-raiheina, hariliku aruheina ja ohtetu luste % botaanilise kaalanalüüsi andmetel ühtlasem (24–39%).

Lutserni-kõrreliste katsetes sobisid hübriidlutserni seemnesegus klassikalist põldtimutit asendama keskmise arengukiirusega leherikkamad kõrrelised – karjamaa-raihein, harilik aruhein ning hariliku lutserniga ka põld-raihein. Roog-aruhein oli soodsates kasvutingimustes agresiivne saateliik, eriti segus hariliku lutserniga.

Punase ristiku - kõrreliste segukülvid

Põldheinasegudes lisatakse punasele ristikule sageli põldtimutit, et parandada taimiku seisukindlust, vältida tühikute umbrohtumist ja pikendada kasutusiga. Katteviljata külvides on kõrreliste liikide valik ulatuslik (ühe-, kahe- või mitmeaastased). Noores arengufaasis varane punane ristik on väikese kuivainesisaldusega, kuid suure toiteväärtusega. Segusse sobivate kõrreliste liikide valikul tuleb arvestada kõrreliste arengukiirusega ja toiteväärtusega ning kõrreliste mõjuga saagile.

Varase punase ristiku-kõrreliste optimaalse I niite koristusaja väljaselgitamiseks kolme-niitelisel majandamisel valiti katsevariantide koristusaegadeks punase ristiku õiepungade moodustumine (1. algus) ja õitsemine (2. algus). Varase punase ristiku arengut arvestades külvati segukülvi põld-raiheina ja roog-aruheina ning kiire arenguga keraheinaga.

Hilisemal taimiku koristamisel saadi kõikides variantides I niites ja II niites suurem saak, kuid kolmandas niites oli saak väiksem. 1. alguse III niite saak oli ristikul 3,1 t ha⁻¹, segudel 3,2–4,1 t ha⁻¹, 2. algusel ristikul 1,7 t ha⁻¹, segudel 2,2–3,0 t ha⁻¹ (tabel 16).

Tabel 16. Erineva koristusajaga ristiku-kõrreliste segukülvide KA saak, t ha⁻¹ KA

Variant	I niide		II niide		III niide		Kokku	
	1.algus	2.algus	1.algus	2.algus	1.algus	2.algus	1.algus	2.algus
Punane ristik (R)	6,5	9,2	4,1	4,6	3,1	1,7	13,7	15,5
R+põld-raihein	6,6	8,3	4,3	4,6	3,3	2,4	14,2	15,3
R+roog-aruhein	6,7	9,8	4,5	5,1	3,2	2,2	14,4	17,1
R+kerahein	6,0	8,8	4,5	4,9	4,1	3,0	14,6	16,7

Esimese kasutusaasta saagis oli põld-raiheina 18–30%, roog-aruheina 13–21% ja kerahein 14–18%. Punane ristik oli tugeva konkurentsivõimega. Talvekahjustusi esines põld-raiheinal, roog-aruheinal ja punasel ristikul, kerahein seevastu talvitus hästi. Teise kasutusaasta (1. algus) II niite rohusööda KA-s oli põld-raiheina 19–35%, roog-aruheina 22–25%, kerahein 57%. Hilisema koristusaja variandis oli rohusööt kõrrelisterohkem. Toiteväärtuse muutused kõrreliste mõjul ei olnud varase koristuse korral märkimisväärsed (ME 10–11 MJ

kg⁻¹). Hilisema koristusega variantides vähenes metaboliseeruva energia sisaldus 9,5–10 MJ-ni. Proteiinisaldus vähenes kõrreliste mõjul 1. alguses 3% võrra, kuid koristuse hilinemisel 5% võrra, olles siis soovitud miinimumsisaldusest (150 g kg⁻¹ KA-s) väiksem.

Võrreldes koristusaegade 1. algust 2. algusega vähenes kahe kasutusaastaga ristiku-kõrreliste segude I niite keskmine proteiinisaldus 164-lt 119 g kg⁻¹-ni ja seeduvus 664-lt 590 g kg⁻¹-ni KA-s. Kerahein oli väga kiire arenguga agressiivne saateliik. Võrreldes ristiku puhaskülvi ristiku kerahein segukülviga vähenes I niite proteiinisaldus 143-lt 110 g kg⁻¹ -ni ning seeduvus 640-lt 580 g kg⁻¹-ni KA-s, segusööt ei vastanud hea rohusööda kriteeriumi nõudele, seega ei sobinud kerahein punase ristiku segukomponendiks.

Varase punase ristiku-kõrreliste segukülvide kolmeniitelisel kasutamisel tuleks I niide teha õiepungade moodustamise faasis, mis kindlustaks ühtlase saagijaotuse vegetatsiooniperioodil ja rohusaagi kõrge toiteväärtuse. Hilisem niitealgus andis küll suurema KA saagi hektarilt, kuid rohusööda toiteväärtus oli väiksem. Ristiku-kõrreliste katses põld-raiheina ja roog-aruheina segud ristikuga kindlustasid keraheinaga võrreldes kõrgema segukülvide toiteväärtuse kogu kasvuperioodil.

2006. aastal rajati varase punase ristiku 'Varte' segukatse kõrrelistega (põldtimut 'Tika', harilik aruhein 'Darimo', karjamaa-raihein 'Raidi'). Külvisenorm oli ristikul 10 kg ha⁻¹, kõrrelistel – põldtimut 5 kg ha⁻¹, harilikul aruheinal 14 kg ha⁻¹ ja karjamaa-raihein 7 kg ha⁻¹. Segukülvide I niide tehti ristiku õiepungade moodustamise faasis, kokku tehti kolm niidet.

I kasutusaastal pakkus ristik tugevat konkurentsi kõrrelistele, I niite KA-s oli harilikku aruheina 18%, põldtimutit 25% ja karjamaa-raiheina 30%. II kasutusaastal oli I niite KA-s 30% harilikku aruheina, 38% põldtimutit ja 21% karjamaa-raiheina, II niites vastavalt 32%, 20% ja 40%. Timuti ädalakasv oli aeglane, seepärast oli timuti osakaal II niites väiksem. Kui I kasutusaasta seeduvus ristik + karjamaa-raiheina ja ristik + harilikul aruheina segukülvide I niites (16.06) oli 650–640 g kg⁻¹ ja toorproteiin 151–138 g kg⁻¹ siis ristik + põldtimuti KA seeduvus oli ainult 604 g kg⁻¹ ja TP 109 g kg⁻¹.

Teisel kasutusaastal saadi parim tulemus ristik + karjamaa-raiheina segukülvist. I niite rohusööda TP ja seeduvus vastas hea toiteväärtuse kriteeriumile (TP 158 g kg⁻¹, seeduvus 680 g kg⁻¹), II niites (26.07) oli kõrreliste mõju väiksem ja toiteväärtus samuti hea rohusööda nõuetele vastav ning ristiku-kõrreliste segukülvide energeetiline väärtus hea (10,0–10,4 ME MJ kg⁻¹). Punase ristiku-kõrreliste segukülvides oli liblikoeliste protsent positiivses korrelatsioonis rohusööda TP-ga ja negatiivses NDF-ga (vastavalt $r = 0,87$, $P < 0,01$ ja $r = -0,66$, $P < 0,01$). Punase ristiku sobivaks osalusprotsendiks saagis oli vähemalt 50%.

Ristiku-põldtimuti segu oli küll kõige suurema KA saagiga, kuid timuti liigiomadused viisid alla rohusööda TP ja seeduvuse. Punase ristiku segud hariliku aruheina ja karjamaa-raiheinaga andsid toiteväärtuse kriteeriuminõudele vastava rohusööda kui I niide tehti ristiku õiepungade moodustumise faasis, ädalakasvuperiood I ja II niite vahel oli 45–50 päeva, III niide tehti 55–60 päeva hiljem.

Mineraalained rohusöötades

Laborites piirduakse enamasti Ca, P, K ja Mg sisalduse määramisega. Kõige liikuvam nendest on K, mis osaleb taime ainevahetusprotsessides ning on põhiline rakusisene katioon. K soodustab lämmastikühendite omastavust taimedel ja proteiinirikkad taimeosad on seetõttu K rikkamad (noored lehed, pungad). Suurenev lahustuva K kontsentratsioon vähendab taimel Ca ja Mg omastavust. Töö käigus tehtud analüüsiandmete alusel esines

korrelatsioon K ja Ca sisalduse vahel (lutsern $r = 0,36$, ristik $r = 0,37$, kõrrelised $r = 0,70$, $P < 0,05$) ning K ja Mg vahel (lutsern $r = 0,36$, ristik $r = 0,53$, kõrrelised $r = 0,51$). Elementide antagonismi tõttu võib suur K sisaldus pidurdada Mg sisenemist taimedesse, kuid väikese Mg sisaldusega rohu söötmine võib olla loomade karjamaatetaanina põhjuseks. Haigust võib esineda ka silorikka ratsiooni korral.

Rohusöötade K sisaldus, mis ületab 15 g kg^{-1} katab mäletsejaliste K tarbe. Üleliigne kogus K väljutatakse kergesti uriiniga. K intensiivistab taimede rakukesta puitumist, sest ta aktiveerib süsivesikute sünteesi ja selle kaudu ligniini teket. Katseandmetel suurenes mõõdukale väetiseannusele (P20 K60) lisaks antud P30 K100 mõjul KA saak 17%. Kiuisalduses olid samuti usutavad muutused. Mõõdukal väetamisel oli hübriidlutserni 'Karlul' ja harilikul lutserni 'WL326HQ' kuivaines NDF sisaldus 388 ja 434 g kg^{-1} , lisaväetamisel aga vastavalt 425 ja 492 g kg^{-1} . ADF sisaldus suurenes Karlul 300-lt 345-le ja WL326HQ 333-lt 361-le g kg^{-1} . Ühekülgne K väetamine võib suurendada rohusööda K sisaldust, kuid katses tasakaalustatud väetamise tingimustes usutavat K sisalduse tõusu ei olnud.

Fosfor kuulub asendamatu elemendina valkainete, nukleiinhapete, hormoonide, ensüümide jt tähtsate taimekasvu reguleerivate ühendite koostisesse. Rohusöötade P sisaldus kõigub suures ulatuses ($1,7\text{--}4,3 \text{ g kg}^{-1}$). Katseandmetel oli P sisaldus suurem varasel niitmisel. Kõrreliste (timut, harilik aruhein, karjamaa-raihein) kuivaines oli esimesel niitajal fosforit $3,3\text{--}3,4 \text{ g kg}^{-1}$, hilisemal niitmisel aga $2,7\text{--}2,9 \text{ g kg}^{-1}$. Liblikõielised olid veidi P rikkamad ($3,0\text{--}3,7 \text{ g kg}^{-1}$). Lehed olid P rikkamad kui varred (vastavalt $4,1$ ja $2,9 \text{ g kg}^{-1}$).

Kaltsium on vajalik taimede kasvuks ja arenguks, sest ta osaleb süsivesikute ja valkude ainevahetuses. Eri taimeliikide Ca sisaldus on erinev ja varieerub suurtes piirides. Ristik ja lutsern olid Ca rikkamad kui kõrrelised. Taimede vegetatiivosadest olid kõige kõrgema Ca ja toortuha sisaldusega lehed. Täiskasvanud loomad omastavad kuni 50% söödaga saadud kaltsiumist.

Söötmisel on oluline Ca:P suhe ratsioonis. Piimalehmadel võib liiga suur suhe (3-5:1) halvendada P ja Mg omastamist. Ristikus ja lutsernides ongi lai suhe (4-5:1), mida on võimalik parandada kõrreliste lisamisega segukülvidesse. Kõrreliste Ca:P suhe oli väiksem (I niites 1,2:1, II ja kolmandas niites 1,4:1).

Magneesium kuulub taimede lehtede klorofüllil, protoplasma ja taimede kasvuks vajalike ainete koostisse. Mg on positiivses korrelatsioonis Ca ja proteiiniga. Varases arengufaasis on taimed Mg rikkamad kui hilisemal niitmisel. Andmed näitasid ka seda, et liblikõielistes oli Mg rohkem kui kõrrelistes. Katseandmetel oli ristikus varasel koristamisel Mg sisaldus $3,0$ hilisel niitmisel $2,6 \text{ g kg}^{-1}$, kõrrelistes aga vastavalt $1,5$ ja $1,2 \text{ g kg}^{-1}$.

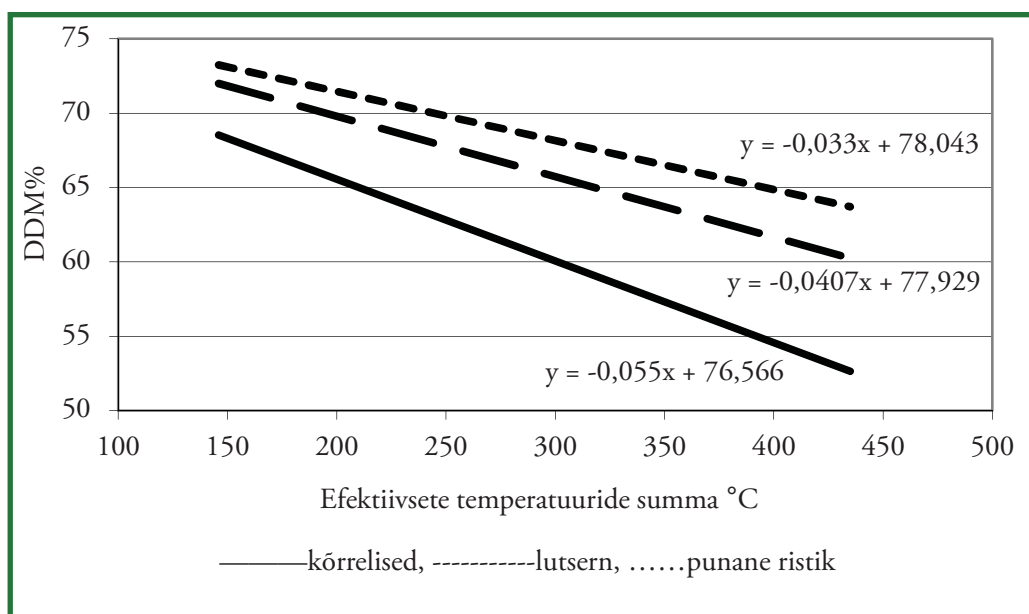
Sadementerikkamal kasvuperioodil on taimed väiksema Mg sisaldusega, sest toimub Mg väljaleostumine mullast. K mõjub negatiivselt Mg absorptsioonile, kuid Ca võib vastupidiselt seda suurendada. Mg omastavust võib vähendada väike süsivesikute sisaldus ja kõrge proteiini kontsentratsioon. Liblikõieliste-kõrreliste segukülvide kasvatamine ning tasakaalustatud väetamine võimaldab optimeerida rohusöötade mineraalelementide sisaldust.

Mineraalelementide sisaldus oli suurim lutsernisöödas. Toortuha sisalduselt ületab lutsern teisi rohusöötasid ja enamasti on see üle 100 g kg^{-1} . Mineraalelementidest oli lehtede kuivaines esikohal kaltsium ($20\text{--}30 \text{ g kg}^{-1}$), vartes aga kaalium ($30\text{--}35 \text{ g kg}^{-1}$). Võrreldes vartega on lehtedes rohkem fosforit ($3\text{--}4$ ja $2\text{--}3 \text{ g kg}^{-1}$, vastavalt lehtedes ja vartes). Kasvuperioodi arvestades oli kuivaine mineraalelementide sisaldus suurim esimeses niites.

KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Uurimistöös kasutatud liikide (kerahein, põldtimut, harilik aruhein, raiheinad lutsern, varane punane ristik) ja liblikõieliste-kõrreliste segukülvide optimaalse koristusaja määramisel võeti aluseks kuivaine TP, NDF, ADF, ADL sisaldus ja biomassi suurus. Rohusööda toiteväärtuse ja efektiivsete temperatuuride summa vahel oli väga tihe seos. Summa kasvades vähenes toiteväärtus.

Joonisel 1 on esitatud kõrreliste, lutserni ja varase punase ristiku erinev soojakasutus ning seeduvuse sõltuvus efektiivsete temperatuuride summast. Efektiivsete temperatuuride summa suurenemisel 10 kraadi võrra vähenes esimese niite seeduvus keskmiselt: varasel punasel ristikul 0,33%, lutsernil 0,41% ja kõrrelistel (põldtimut, harilik aruhein) 0,55% võrra.



Joonis 1. Rohu kuivaine seeduvus sõltuvalt temperatuurist

Mitme aasta andmeid kasutades oli efektiivsete temperatuuride summa meetod I niite optimaalse koristusaja määramiseks küllalt täpne. Aastate erinevuste elimineerimiseks oli võimalik täpsust suurendada rohuproovide laborianalüüse kasutades. Kõrreliste heintaimede esimese niite optimaalne aeg sõltus põhiliselt maikuu temperatuuridest. Liblikõielistele vajalik suurem soojus koguneb maikuu ja juunikuu esimesel poolel.

Optimaalseks niiteajaks fikseeriti efektiivsete temperatuuride summa, mil rohi vastas veel hea toiteväärtuse nõuetele. Aastate lõikes oli summa erinev. Kõige vähem soojust kogunes esimese niite ajaks kõrrelistel 2015. aastal ja kõige rohkem 2013. aastal (tabel 17). 2013. aastal ei olnud maikuu öökülmi ja soojem ilm saabus suhteliselt varakult. 2015. aasta kevad oli seevastu jahe ja kuiv, mis pikendas heintaimede arengut.

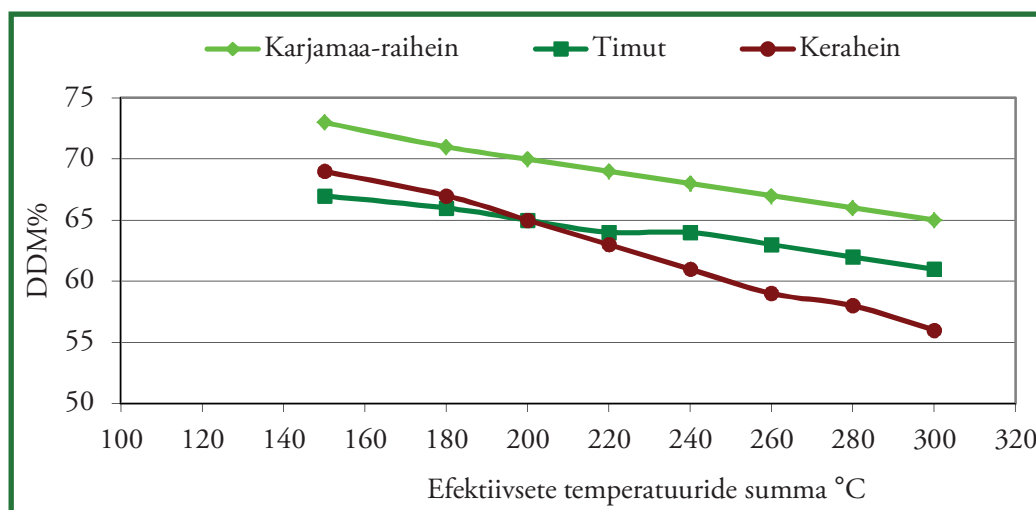
Tabel 17. Efektiivsete temperatuuride summa Sakus, °C

Aasta	Aprill + maikuu	Juuni I+II dekaad	Kokku
2006	175	183	358
2007	210	205	415
2008	166	167	333
2009	201	119	320
2010	222	135	357
2011	175	232	407
2012	191	129	320
2013	278	227	505
2014	230	169	399
2015	153	162	315
2016	260	175	435

Rohusööda toiteväärtus sõltus kasvatatavast heintaimede liigist, agrofoonist ja koristamise ajast ning tehnoloogiast. Kõige suuremat mõju avaldab heintaimede niitmisel arengufaas, taime vananedes raku protoplasma väheneb ja raku seinaine osa (tselluloos, hemitselluloos, ligniin) kasvab. Toiteväärtuse varieerumise põhjuseks heintaimede liikide ja sortide vahel on nende morfoloogilised erinevused ning taimede erinev keemiline koostis.

Lühikese kasvuajaga keraheinal taime morfoloogiline areng oli kiire. Soojaperioodid maikuu kiirendavad keraheina kõrsumist. Kõrsumise faasis suurenes biomass peamiselt kõrte arvel. Optimaalseks koristusajaks on kõrsumisfaas (efektiivsete temperatuuride summa 200 °C). Põldtimut on kiire kevadise kasvualgusega, kuid liigiomase kiusisalduse kiire suurenemise tõttu tuleb timutit niita kõrsumisfaasis (joonis 2).

Hea toiteväärtusega rohusööda andsid raiheinte külvid. Karjamaa-raiheina suurem toiteväärtus tulenes ühelt poolt paremast keemilisest koostisest ja teiselt poolt sellest, et karjamaa-raiheina bioloogiline areng on teistest kõrrelistest heintaimedest aeglasem.



Joonis 2. Kõrreliste erinevate liikide seeduvuse vähenemine

Liblikõielised vajavad arenguks ja kasvamiseks rohkem soojust kui kõrreliised. 2009., 2012. ja 2015. aasta juunikuu alguse madalamate temperatuuride tõttu oli ristiku ja lutserni areng aeglasem võrreldes aastate keskmisega. Lutsern oli põuakindlam ja kiirema arenguga kui punane ristik. Kui maikuu lõpp ja juunikuu I dekaad olid jahedad, siis liblikõieliste seeduvus ja TP sisaldus püüsid kõrged (680–700 g kg⁻¹ KA seeduvus ja 190–230 g kg⁻¹ KA toorproteiin).

Liigilise koosseisu hindamine oli oluline segukülvide optimaalse niiteaja määramisel. Segukülvide niitmise hilinemisel toimus kõrreliste kiirema arengu mõjul rohusööda proteiini-sisalduse ja ainevahetusenergia vähenemine. Lutserni-kõrreliste katsetes sobisid hübriid-lutserniga seemnesegusse põldtimutiit asendada karjamaa-raihein ja harilik aruhein ning hariliku lutserniga veel põld-raihein. Roog-aruhein oli viljakal mullal agressiivne, eriti segus hariliku lutserniga.

Ristiku-põldtimuti segukülvid olid küll kõige suurema KA saagiga, kuid põldtimuti liigiomadused vähendasid rohusööda toiteväärtust. Varase punase ristiku segukülvid hariliku aruheina ja karjamaa-raiheinaga andsid toiteväärtuse kriteeriuminõuetele vastava rohusööda kui I niide tehti ristiku õiepungade moodustumise faasis.

Liblikõieliste-kõrreliste külvisenormi suhtega saame muuta rohusööda seeduvust ja toorproteiini kasutamise efektiivsust. Liblikõieliste-kõrreliste segukülvide kasvatamine ja tasakaalustatud väetamine võimaldab optimeerida samuti rohusööda mineraalelementide sisaldust.

Põllumajandusuuringute Keskuse Taimse materjali laboris aastatel 2007–2016 tootjate poolt toodud rohusilodest määrati üheltpoolt keemiline koostis ja toiteväärtus ning teiselt poolt hoiustamisel toimunud fermentatsiooniprotsessi tulemused. Tootmises toimunud positiivsetest muutustest annavad ülevaate rohusilo toorproteiini ja metaboliseeruva energia sisalduse graafikud (joonis 3; joonis 4).



Joonis 3. Rohusilo proteiinisaldus



Joonis 4. Rohusilo metaboliseeruva energia sisaldus

Proteiinisisaldus suurenes analüüsitud siloproovide keskmisena 135 g kg⁻¹ tasemelt hea toiteväärtusega rohusööda tasemeni (> 150 g kg⁻¹). Sisalduse vähenemist esines ebasoodsa ilmastikuga 2011., 2012. ja 2015. aastal. Rohusilo metaboliseeruva energiasisalduse suurenemine toimus oluliste tagasilöökideta.

Viimase kolme aasta keskmisena jaotusid rohusilod kuivaine sisalduse järgi järgmiselt: märgsilo 24% (kuivaine < 25%), närbsilo 57% (kuivaine 25–40%), ja kuivsilo 19% (kuivaine 40–55%). Liiga märjas silomaterjalis (kuivainesisaldusega alla 25%) esines rohkem silo vale käärimist. Probleemsed on märgsilod, sest anaeroobsetes tingimustes võivad areneda ka võihappebakterid. Võihappebakterite kasv pidurdub kui sileeritava massi kuivainesisaldus ületab 40%.

Närvutamine parandab fermentatsiooni, vähendab sileerimise kadusid ja pärsib bio-geensete amiinide teket. Kui ilmastik ädala koritamisel (3. niide) ei võimalda närvutada, siis tuleb silotegemisel kasutada kindlustuslisandeid.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Frame, J., Charlton, J.F.L., Laidlaw, A.S. 1998. Temperate Forage Legumes. Wallingford, UK,
- Kaldmäe, H., Karis, V., Kärt, O. 1997. Optimaalse silotegemise aja määramine heintaimede proteiini- ja toorkiuisalduse alusel. – *APS-i Toimetised* 3. Tartu, lk. 14...17.
- Kaldmäe, H., Olt, A., Vadi, M. 2004. Libliköeliste proteiini lõhustuvusest. – *Agraarteadus* XV, nr 2, lk 90...95.
- Lättemäe, P. 2000. Kindlustuslisandite ja närvutamise mõju lutsernist valmistatud pallisilo kvaliteedile. – *APS toimetised* nr 11, lk 55...58.
- Lättemäe, P., Tamm, U. 2002. Lutsernisilo kvaliteedi parandamine segukülvide ja kindlustuslisandite kasutamisega. – *Agraarteadus* XIII, nr 6, lk 337...342.
- Lättemäe, P., Tamm, U. 2005. Eri kindlustuslisandite mõju silo käärimise kvaliteedile ja kuivaine kadudele. – *Agronoomia* 2005. Tartu, lk 162...164.
- Oll, Ü., Tõlp, S. Söötade energiasisalduse arvutamise juhend koos abitabelitega. Tartu, 1997. 83 lk.
- Older, H.. 1992. Heintaimede mitmeniiteline koristamine. – Rmt. *Robumaaviljelus talupidajale*, lk. 126...142
- Ots, M. 2005. Energia- ja proteiiniallika mõju mikroobse proteiini sünteesile mäletsejalistel. – *Väitekirja doktorikraadi taotlemiseks loomakasvatuse erialal*, 139 lk.
- Rihma, E., Kärt, O. Dairy cows' intake of silage prepared from different grass. – *Proceedings of the Animal Nutrition Conference*, pp. 22...29, 2000.
- Rinne, M., Jaakola, S., Huhtanen, P. 1998. The Effects of Grass Growth Stage at Harvest on the Energy and Protein Values of Silage for Dairy Cows. – *Proceedings of the Animal Nutrition Conference*. Tartu, pp 18...22.
- Sau, A., 1970. Kultuurrohumaade heinaseemnesegud ja nende koostamine. EPA, Tartu. 31 lk.
- Selge, A. 1996. Mitmeliigiliste karjamaataimikute saagivõime, rohu toiteväärtus ja söödavus ning lüpsilehmade poolt söödud rohu kogus. – *Põllumajandusdoktori väitekirja referaat*. Tartu, 36 lk.
- Sutter, H. 1969. Lutserni agrotehnilised katsed. – *Lühikokkuvõtteid EPA Agronoomiateaduskonna teadusliku uurimistöo tulemustest 1941...1968*. a., lk. 147...160.
- Tamm, U. 1997. Ristikusilo maksimaalne söötmine lehmadele. – *APS-i Toimetised* 3. Tartu, lk. 76...79.
- Tamm, U. 2000. Erinevate seemnesegudega rajatud karjamaade saak ja rohu toiteväärtus. – *APS-i toimetised* nr 11, lk 75...78,
- Tamm, U., Tamm, S., Valgus, T., 2002. Külviaasta punase ristiku saak ja toiteväärtus segus kõrrelistega. – *Agraarteadus*, nr.1, lk 36...41.
- Tamm, U., Tamm, S. 2003. Karjamaa-raiheina di- ja tetraploidsete sortide kasutussageduse mõju saagile ja toiteväärtusele. – *Agraarteadus* XIV 2, lk 96...102.
- Tamm, U., Tamm, S. 2006. Lutserni morfoloogiliste muutuste mõju sööda toiteväärtusele. – *Agronoomia* 2006, Jõgeva, lk 141...146.

ISBN 978-9949-9742-1-4