



EESTI TAIMEKASVATUSE INSTITUUT
AGROTEHNOLOOGIA OSAKOND

**MAHEPÕLLUMAJANDUSES SOOVITATAVAD PROTEIINI- JA
ENERGIARIKKAD KULTUURID JS KARJAMAASEGUD**

Projektijuht: dr Valli Loide

Projekti täitjad: Uno Tamm
Heli Meripõld
Liina Edesi

2021

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	3
2. Materjal ja metoodika.....	3
3. Tulemused ja arutelu.....	6
3.1. Mahesööda monitooring.....	6
3.2. Energia ja proteiinirikkad karjamaa segud.....	12
3.3. Söödakultuuride katsed.....	16
4. Soovitused ja ettepanekud.....	30
Kasutatud kirjandus.....	31

1. SISSEJUHATUS

Loomade mahesööt on sageli rahuldava toiteväärtusega, suur vajadus on energiarikaste ja sobiva proteiinisaldusega mahesööda järele. Sööda toiteväärtuse suurendamiseks uuriti uute kultuuride kasvatamist ja söodatootmise tehnoloogiate täiendamist. Koostöölepingud sõlmiti 2016. a. kahe piimafarmiga (Koonga ja Nissi vallas). Valikus lähtuti tootmistasemest (piimatoodang 5000 ja 8000 kg lehma kohta aastas) ja söötmistehnoloogiatest (täisratsiooniline segasööt ja söötade eraldi etteandmine). Kahe lihaveisekasvataja (Koonga ja Kose vallas) valikul võeti arvesse vanuseliselt loodetav võimalikult suurem lihakeha mass realiseerimisel (aastamass üle 400 kg). Lambakasvataja ja kitsekasvataja (põhikarjas 100 lüpsikitse) paiknevad Haapsalu lähisel. Lambafarmi eripära on suure elusmassiga (90–100 kg) lambatõu-Zwartbles (puhtatõulised ja ristandid) pidamine. Kitsekasvatajal on lüpsiplats ja kitsepiima ümbertöötlemise meirei.

Uurimistöö viidi läbi projekti RUP 26.02.2016 nr 10.1-2/430 p.3 raames aastatel 2016–2020.

Eesmärk ja tegevused

Loomade mahesööt on olnud rahuldava toiteväärtusega ja valdkonna tulemuste parandamiseks on suur vajadus energiarikaste ning kõrge proteiinisaldusega mahesöötate järele. Mahetootmise arenguks vajatakse selles valdkonnas ka rohkem teadmisi.

Uurimistöö eesmärgid ja täitmine:

1. Selgitada välja mahepõllumajandusloomade (piimalehmade, lihaveiste, kitsede ja lammaste) proteiini- ja energiavajaduse puudujäägid põhisosjadega söötmisel.
2. Koostada söödaratsioonid: esimeses etapis (2016–2017) piimalehmadele ja lammastele ning teises etapis (2018–2019) lihaveistele ja kitsedele.
3. Katsetada energia- ja proteiinirikaste söödakultuuride kasvatusvõimalusi.
4. Töötada välja söödabaasi toiteväärtuse suurendamise abinõud.

2. MATERJAL JA METOODIKA

Uurimistöö viidi läbi koostöös tootmisettevõtetega (6 mahefarmi), Kuusiku katsekeskuses ja ETKI katsepõldudel. Võrreldi väljavalitud farmide söödavajaduse ja söödabaasi vastavust maheloomakasvatuse nõudlusega.

Suve jooksul koguti igal aastal 70–80 rohuproovi (karjamaalt ja püsirohumaadelt; kõrrelisterohked, ristiku- ja lutsernirohked segud mineraal- ja turvasmullal) ja 20–30 siloproovi. Talveperioodil kasutatavate söödaproovide valikul otsiti tootmisfarmides kasvatatud energia- ja proteiinirikkaid kultuure (vahekultuurid kaer, oder, rukis, hernes, rüps; heintaimedest raiheinad, alaska luste, pehmeleheline roog-aruhein, punane ristik ja hübriidlutsern). PMK laboris analüüsitud söötade analüüsitulemusi kasutati söödaratsioonide koostamisel.

Mikrobioloogilise aktiivsuse määramiseks dehüdogenaasi meetodil võeti mullaproove kõrreliste puhaskülvidest ja nende segukülvidest liblikõielistega.

Uurimistöös korraldati 4 põldkatset.

Esimene neist külvati 2015. a. Sakus, heintaimede uute liikide ja sortide võrdlemiseks. Variantideks oli Alaksa luste (*Bromus sitchensis*) sort 'Hakari' ja roog-aruheina (*Festuca arundinacea*) sordid 'Barolex' ning 'Barelite'. Viimaseid soovitas sordiaretaja kuivaine parema seeduvuse ja sellest tuleneva suurema energiasisalduse poolest. Samad liigid ja sordid olid katses puhaskülvis ja segus punase ristikuga. (avaldatud artiklid Tamm, et al. 2018 ja Tamm jt. 2019).

Teine lappkatse rajati 2016. a. Kuusiku katsekeskuses erinevate lutsernisortidega külvatud

karjamaasegude uurimiseks. Lutsernisortidest olid katses harilik lutsern 'Artemis' ja hübriid -

lutserni sordid 'Karl' ning 'Juurlu', kõrrelistest oli segus harilik aruhein, põldtimut ja aasnurmikas. Lutsernitaimed olid 2017. a. kevadel toitainetevaese mulla tõttu (pH 7,1, C_{org} 1,9%, P 91, K 95) väga kidurad ja seetõttu täiendati katset väetusvariantidega. Kolmele kordusele anti I niite järgselt mahevätist Biocat G ('must pärl') 423 kg/ha ja kainiit 300 kg/ha (foon A) ning kolmele kordusele (foon B) anti sõnnikukomposti (20 t/ha) mineraalväetisi kasutamata (artikkel Tamm, et al. 2020).

Kolmas lappkatse külvati Sakus erinevate mahekultuuride saagi ja selle toiteväärtuse võrdlemiseks. Kevadel (2017) külvati püsirohumaat künnijärgselt erinevate variantidena oder mahesort 'Evergreen' ja sort 'Anni' (500 idanevat t/ha), söödahernes 'Clarissa' ning suvirüps 'Hohto' (120 idanevat seemet/m²). 2018. aastal olid eelviljadeks samad kultuurid ja sordid, sest külv tehti risti eelmise aasta katselappidele (artikkel Tamm, jt. 2019).

Neljas lappkatse külvati Sakus 2017. a. suvel kõrge toiteväärtusega heintaimeliikidest koostatud seemnesegude hindamiseks. Eesmärgiks oli saada ülevaade alaska lustega segus olevate liikide (lutsern 'Karl', punane ristik 'Varte' ja karjamaa-raihein 'Raite') mõjust saagile ja selle toiteväärtusele maheviljeluses. Võrdluseks olid samad liigid segus ohtetu lustega.

NB: kõigi nelja põld/lappkatse detailne metoodika on toodud eraldi iga katse juures.

Väärtuslikku teemakohast materjali laekus alates 2002. aastast koostöös PMK-ga läbiviidud heitaimede toiteväärtuse seirest (siloseire). Uurimismaterjali analüüsimisel kasutati samuti instituudis varem kogutud ETF grantide, projekti „Piim“, interreg „Knowsheep“ ja rakendusuuringute RUP andmeid.

Rohusöötades määrati PMK söötade ja teravilja laboris järgmised toitainete sisalduse parameetrid: kuivaine (KA), toorproteiin (crude protein), neutraalkiud – NDF (neutral detergent fiber), happekiud ADF (acid detergent fiber) ja tuhk. Proteiini määramiseks söötades tehti kindlaks sööda lämmastikusisaldus. Rohusöötade ja teraviljapõhiste söötade proteiinisalduse saamiseks korrutatakse tulemus koefitsiendiga 6,25-ga. Kasutatakse Kjeldahli ja Dumas meetodeid. Siloanalüüside puhul annab õigema tulemuse Kjeldahli meetod. NDF – saadi proovi keetmisel pindaktiivset ainet (detergent) naatriumlauruulsulfaati sisaldava lahusega ja kuumalt filtreerimisel. NDF sisaldab tselluloosi, hemitselluloosi ja ligniini. NDF-sisaldusest lähtudes saab arvutada ratsiooni söödava rohusööda koguse.

ADF-sisaldus saadi 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. Tuhk – 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.

Kuivaine määrati 130 °C või 105 °C juures kuumutades proovi hästiventileeritavas kuivatuskapis kuni konstantse kaaluni. Taimne keemiline koostis: P, K, Ca, Mg määrati röntgenluminesentspektromeetriga (Energy Dispersion X-ray Spectrometry). Selle meetodi kasutamisel on proovi ettevalmistus äärmiselt lihtne – õhkuiv 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 lähiinfrapuna (NIR) spektromeetria ($\lambda \sim 700\text{--}2500\text{ nm}$) 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) täpses analüüsimises referentsmeetodiga, sellele järgnevas vastava NIR spektrite mõõtmises ning statistiliste meetoditega vastavate korrelatsioonide leidmises. PMK laborid on akrediteeritud vastavuses standardiga ISO 17025: 2005.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Mahesööda monitooring

3.1.1. Söödaratsioonide koostamine

Maheviljeluses kasutatavast maast on 80% heintaimede all. Sealt varutakse sööt põhiliselt mäletsejastele loomadele. Uurimistöös on põhirõhk seatud rohusöödadega seotud küsimustele. Projekti raames koostatud söödaratsioonide alusel hinnati rohusööda toiteväärtuse mõju tootmistulemustele piimalehmadel ja lihaveistel ning lammastel ja kitsedel.

Söödaratsioonide koostamisel kasutatud söötade andmed (tabel 3.1.1.1):

Tabel 3.1.1.1. Maheteravilja keemiline koostis ja toiteväärtus

Parameetrid	Mahevil			Tavavil		
	rukis	oder	kaer	rukis	oder	kaer
Kuivaine, %	84,7	85,3	83,5	86	86	86
Kuivaines:proteiin, %	9,6	11,7	10,8	11,0	12,5	12,7
toorkiud, %	3,9	5,6	10,7	2,7	6,0	11,2
toorrasv, %	2,1	2,2	4,1	2,1	2,2	5,3
toortuhk, %	1,4	2,0	2,5	2,1	2,5	2,8
N-ta eks.a.,	83,0	78,5	71,9	82	77	68
ME MJ/kg	13,3	13,0	11,5	13,6	13,0	11,9
Mahumass kg/hl	68,5	60,6	48,0	72	65	54

Analüüsiandmetel oli maheviljade proteiinisaldus väiksem tavaviljeluse teraviljadest. Toorkiudu oli rohkem maherukkil võrreldes tavaga, kaera ja odra toorkiu sisalduste vahe, erinevate tehnoloogiate vahel oli väike. Maheviljade tera mahumass oli kõikidel liikidel tavaviljade omast väiksem, sest kõlujaid teri ja prahti oli seal rohkem. Energiasisaldus oli maheviljas eelnevast tulenevalt väiksem.

Toiteväärtuselt jäi hein rohusilodele alla. Samuti oli kuivaine söömus suure kiusisalduse tõttu väiksem. Varajasel niitmisel oli siiski võimalik varuda rahuldava proteiinisaldusega ja hea söömusega (üle 2% elusmassist) heina (tabel 3.1.1.2).

Enamasti jäi sellise heina ainevahetusenergia sisaldus kuivaines siiski alla 9,0 MJ/kg. Suhteliselt paremast proteiinisaldusest tulenevalt oli varem niidetud heinaga võimalik koostada ratsioone, kus vatsa proteiinibilanss ei muutunud negatiivseks. Heina hea säilivuse kindlustamiseks võeti kasutusele noorest rohust valmistatud heina kilerullide tegemine (heinise tehnoloogia). Suure kuivainesisalduse tõttu (enamasti üle 60%) ei toimu rullis silotüübilist

Tabel 3.1.1.2. Heina keemiline koostis ja toiteväärtus, %

Heinaproov	Proteiin	ADF	NDF	DDM	ME MJ/kg	Tuhk	Reaal. söömus
Varane niitmine	12,8	36,2	55,3	61	8,7	6,5	2,08
Niitmine enne jaani	9,5	38,5	60,5	59	8,4	5,2	1,88
Niitmine pärast jaani	7,9	41,6	64,2	56	8,0	5,9	1,72

käärimist ja hermeetilises keskkonnas ei lähe hein ka hallitama. Heinis ja kuivsilos sobivad hästi kitsedele ja hobustele (tabel 3.1.1.3).

Tabel 3.1.1.3. Heinise keemiline koostis ja toiteväärtus

Näitajad	Varakult niidetud	Opt ajal niidetud	Heinis katteviljast	Heinis II niitest	Püsi- rohumaalt
Kuivaine, %	70,3	75,7	77,5	65,8	67,3
Toorproteiin kuivaines, %	12,1	9,1	12,2	13,7	7,7
Happekiud kuivaines, %	34,2	38,1	35,7	34,4	36,3
Neutraalkiud kuivaines, %	55,0	62,6	57,0	52,8	62,6
Toortuhk kuivaines, %	7,4	5,8	7,2	8,2	5,1
Fosfori sisaldus kuivaines, %	0,26	0,21	0,24	0,28	0,20
Kaaliumi sisaldus kuivaines, %	1,90	1,37	1,80	2,02	1,32
Kaltsiumi sisaldus kuivaines, %	0,90	0,60	0,90	0,90	0,41
Magneesiumi sisaldus kuivaines, %	0,20	0,15	0,16	0,20	0,15
Seeduvus, %	62	59	61	62	61
Metaboliseeruv energia kuivaines, MJ/kg	9,7	9,2	9,5	9,6	9,4
pH	4,5	5,4	4,9	5,6	5,6
Piimhape kuivaines, g/kg	17	11	27	28	10
Hapete kogusumma kuivaines, g/kg	30	20	43	46	18
Ammoniaaklämmastik kogulämmastikust, %	0,8	0,1	0,3	1,2	0,4
Lahustuv lämmastik kogulämmastikust, %	35	32	38	50	37
Söömusindeks	98	94	95	95	96
Metaboliseeruv proteiin, g/kg k.a.	81	75	80	83	75
Vatsa proteiinibilanss, g/kg k.a.	21	1	24	35	-12
Prognoositav k.a. söömus, % kehamassist kg	2,13	1,81	1,99	2,16	1,85
Silo max kogus NDF ja käärimis-kvaliteedi järgi kuivaines, kg	13,9	11,7	13,0	14,0	12,00

Heinise tehnoloogia rakendamiseks saab kasutada silotehnoloogia masinaid. Valida võib ka liblikõieliste mõõduka sisaldusega taimikuid. Niiteaeg kujuneb pärast optimaalset silotegu. Heinise tehnoloogia on igati sobiv rohumaade taimikute uuendamisel kasutatava kattevilja koristamisel. Ristikurohked põllud jäävad silo valmistamisel I niite lõppu, sest punse ristiku areng on aeglasem. Toiteväärtus oli silol hea (tabel 3.1.1.4).

Lutsernisilo oli analüüsiandmetel kõige suurema proteiinisaldusega (tabel 3.1.1.5). Proteiinirikka liigina võimaldab lutsern koos segusse võetud kõrrelistega (isegi 50% osatähtsuse korral) kindlustada metaboliseeruva proteiini sisalduseks vähemalt 80 g/kg KA. Ligniini on

Tabel 3.1.1.4. Ristikurohke põldheina silo keemiline koostis ja toiteväärtus

Näitajad	Märgsilo, varajane koristus	Märgsilo, vale käärimine	Närbsilo, optimaalne niiteaeg	Närbsilo, hiline koristus	Kuivsilo, hiline koristus
Kuivaine, %	22,9	14,4	40,0	30,0	47,6
Toorproteiin kuivaines, %	16,6	18,3	15,6	15,0	9,4
Happekiud kuivaines, %	30,9	30,4	31,9	39,8	37,3
Neutraalkiud kuivaines, %	46,4	42,7	46,8	55,4	59,7
Toortuhk kuivaines, %	9,8	10,9	9,4	9,0	6,2
Fosfori sisaldus kuivaines, %	0,32	0,35	0,32	0,28	0,23
Kaaliumi sisaldus kuivaines, %	2,4	2,71	2,42	1,96	1,63
Kaltsiumi sisaldus kuivaines, %	1,41	1,60	1,41	1,20	0,74
Magneesiumi sisaldus kuivaines, %	0,26	0,28	0,30	0,22	0,15
Seeduvus, %	65	65	64	58	60
Metaboliseeruv energia kuivaines, MJ/kg	10,1	10,1	9,9	9,0	9,3
pH	5,0	5,1	4,8	5,1	5,0
Piimhape kuivaines, g/kg	45	20	70	27	24,6
Hapete kogusumma kuivaines, g/kg	69	115	96	62	37
Ammoniaaklämmastik kogulämmastikust, %	1,5	9,1	3,3	4,0	3,6
Lahustuv lämmastik kogulämmastikust, %	43	57	62	41	63
Söömusindeks	97	89	92	85	91
Metaboliseeruv proteiin, g/kg k.a.	89	91	87	80	76
Vatsa proteiinibilanss, g/kg k.a.	53	66	46	52	2
Prognoositav kuivaine söömus, % kehamassist kg	2,51	2,49	2,35	1,84	1,83
Silo maksimaalne kogus NDF ja käärimis- kvaliteedi järgi kuivaines, kg	16,3	(16,3)	15,3	12,0	11,9

Tabel 3.1.1.5. Lutsernirohke põldheina silo keemiline koostis ja toiteväärtus

Näitajad	Märgsilo, varajane koristus	Märgsilo, hiline koristus	Närbsilo, optimaalne niiteaeg	Närbsilo, hiline koristus	Kuivsilo, hiline koristus
Kuivaine, %	25,3	23,9	32,3	36,9	64,8
Toorproteiin kuivaines, %	16,7	15,8	16,3	12,3	13,7
Happekiud kuivaines, %	30,2	33,2	31,4	34,7	34,4
Neutraalkiud kuivaines, %	43,8	47,6	45,1	53,8	52,8
Toortuhk kuivaines, %	10,4	9,5	10,2	7,8	8,2
Fosfori sisaldus kuivaines, %	0,34	0,32	0,33	0,27	0,28
Kaaliumi sisaldus kuivaines, %	2,61	2,46	2,55	2,07	2,02
Kaltsiumi sisaldus kuivaines, %	1,30	1,35	1,33	0,96	1,19
Magneesiumi sisaldus kuivaines, %	0,31	0,30	0,28	0,19	0,20
Seeduvus, %	65	63	64	62	62
Metaboliseeruv energia k.a., MJ/kg	10,1	9,8	10,0	9,6	9,6
pH	5,1	4,2	5,1	5,5	5,7
Piimhape kuivaines, g/kg	63	89	75	26	28
Hapete kogusumma kuivaines, g/kg	124	127	136	58	46

Ammoniaaklämmastik kogulämmastikust, %	8,0	2,1	8,5	7,0	0,4
Lahustuv lämmastik kogulämmastikust, %	61	35	71	76	37
Söömusindeks	87	88	84	90	95
Metaboliseeruv proteiin, g/kg k.a.	89	86	88	81	83
Vatsa proteiinibilanss, g/kg k.a.	52	50	51	23	35
Prognoositav kuivaine söömus, % kehamassist kg	2,39	2,21	2,24	2,0	2,16
Silo maksimaalne kogus NDF ja käärimis-kvaliteedi järgi k.aines, kg	15,5	14,4	14,5	13,0	14,0

lutsernis rohkem kui ristikus. Sellest tingituna jääb kuivaine seeduvus väiksemaks. Söömus oli lutsernisilol siiski väga hea, ületades ka niitmise hilinemisel 2%.

Tüüpilise põldheina kõrval tehakse silo erinevatest kultuuridest (tabel 3.1.1.6.) Märkida võib karjamaa eelniidust valmistatud närbsilo head toiteväärtust. Noor rohi närbub kiiresti,

Tabel 3.1.1.6. Erinevatest kultuuridest valmistatud silo keemiline koostis ja toiteväärtus

Näitajad	Karjamaa eelniit	Kaer katteviljana	Talirukki kuivsilu	Vilis	Maisisilo
Kuivaine, %	58,8	49,5	43,3	28,4	27,8
Toorproteiin kuivaines, %	12,4	13,9	7,7	13,8	9,2
Happekiud kuivaines, %	30,7	39,6	33,6	34,8	24,3
Neutraalkiud kuivaines, %	51,4	59,2	58,4	52,2	45,1
Toortuhk kuivaines, %	7,7	7,7	5,5	8,8	3,3
Fosfori sisaldus kuivaines, %	0,29	0,21	0,31	0,29	0,24
Kaaliumi sisaldus kuivaines, %	2,15	1,43	1,58	2,06	0,86
Kaltsiumi sisaldus kuivaines, %	0,76	1,06	0,31	0,74	0,34
Magneesiumi sisaldus kuivaines, %	0,25	0,18	0,19	0,26	0,22
Seeduvus, %	65	58	63	62	70
Metaboliseeruv energia k.a., MJ/kg	10,1	9,0	9,7	9,6	10,9
pH	5,2	5,0	4,2	4,3	3,7
Piimhape kuivaines, g/kg	31	45	5,7	49	58
Hapete kogusumma kuivaines, g/kg	46	62	13	104	103
Ammoniaaklämmastik kogulämmastikust, %	2,5	3,0	2,9	7,7	4,7
Lahustuv lämmastik kogulämmastikust, %	47	49	31	48	45
Söömusindeks	99	86	99	84	99
Metaboliseeruv proteiin, g/kg k.a.	85	79	78	83	84
Vatsa proteiinibilanss, g/kg k.a.	19	43	-16	35	-12
Prognoositav kuivaine söömus, % kehamassist kg	2,31	1,74	2,03	1,93	2,64
Silo maksimaalne kogus NDF ja käärimis-kvaliteedi järgi k.a., kg	15,0	11,3	13,2	12,5	17,0

fermentatsioonitingimused on head, kuid silohappeid tekib vähe. Söömusedeks oli silol suur ja prognoositav kuivaine söömus väga hea. Sealjuures oli suur ka metaboliseeruva energia (10 MJ/kg) ja metaboliseeruva proteiini (85 g/kg) sisaldus. Kuigi maisisilo seeduvus oli kõrge (70%) ja söömusedeks 99% ei saa maisi maheviljeluses väetamata agrofoonil kasvatada.

3.1.2. Põhisöötade toiteväärtuse mõju mäletsejaliste söötmisel

Lamba- ja kitsefarmis oli karjamaarohi hea energiasisaldusega (10,5–11,0 MJ/kg) ja küllaldaselt proteiinirikas ning rahuldab uttede tarbe. Laudaperioodil ainult heinaga söötmisel jäi algtiinetel uttedel 12–14% ME katmata. Heina ja hea toiteväärtusega rohusilo söötmisel sai tarve kaetud. Imetamisperioodil oli vaja anda rohusöötadele lisaks teravilja (300–400 g/p).

RUP projekti kaasatud talu andmete alusel koostati kitsede söödaratsioonid (tabel 3.1.2.1). Ratsiooni tasakaalustamine söötmisnormiga ei olnud kitsede pidamisel raske kui kasutati liblikõielisterohket karjamaad ja mõõduka lutsernisisaldusega rohusilo.

Mahetootjate andmete alusel koostati söödaratsioonid piimafarmile, kus aastatoodang oli 5000 kg lehma kohta ja farmile kus aastatoodang oli 8000 kg lehma kohta. Karjamaarohust valiti ratsiooni eraldi kõrge toiteväärtusega ja hea toiteväärtusega rohi. Rohusilodest valiti ratsiooni hea toiteväärtusega ja rahuldava toiteväärtusega rohusilod.

Piimakarja söötmisel oli rohusööda toiteväärtusel suur mõju tootmistulemustele. Karjamaarohu kasutus oli kultuurkarjamaal 11–15 kg KA päevas. See kattis (olenevalt toodangutasemest) kõrge toiteväärtusega kevadise ja suvise rohu korral ME päevasest tarbest 68–92% (tabel 3.1.2.2). Halvema rohuga, keskmise toiteväärtusega karjamaal jäid tulemused väiksemaks. Rohusilo kasutati piimakarja ratsioonides päevas 10–12 kg KA, mis kattis ME tarbe hea toiteväärtuse korral 60–80%. Keskmise toiteväärtusega rohusilo söömus jäi 2% lähedale ja siis sai kõrgema toodanguga farmis põhisöödaga ME tarbe katta vaid pooles ulatudes või alla selle.

Söömuse, kuivaine seeduvuse ja ainevahetusenergia näitajate alusel arvutati varutud rohusööda efektiivsus lihavesilistel. (tabel 3.1.2.3). Mida nooremad on loomad, seda suurema toiteväärtusega rohusööda tuleb neile anda. Lihavesi elusmassi juurdekasv sõltus samuti rohusööda liigist ja selle toiteväärtusest.

Tabel 3.1.2.1. Kitsede söödaratsioonid

Ratsioon	Söödakogus, k.a, kg	ME, MJ	Keemiline koostis, g		
			Seeduv prot-n	Ca	P
Lüpsvate kitsede söödaratsioon suvel					
Karjamaarohi	1,6	17,3	205	10,4	6,0
Kaerajahu	0,3	3,6	27	0,3	1,14
Mineraalsööt	0,01			1,4	0,7
Ratsioon kokku	1,91	20,9	232	12,1	7,8
TARVE (söötmissnorm)		20,4	165	11,9	6,9
Lüpsvate kitsede söödaratsioon talvel					
Põldhein, mahe	0,5	4,0	24	2,0	1,1
Rohusilo	1,4	13,4	115	14,8	3,8
Kaer	0,2	2,3	24	0,4	1,14
Ratsioon kokku	2,10	19,7	163	17,2	6,0
TARVE		18,3	153	10,8	6,3
Noorkitsede söödaratsioon suvel					
Karjamaarohi	0,85	9,4	99	5,2	3,0
Mineraalsööt	0,01			0,7	0,4
Ratsioon kokku	0,86	9,4	99	5,9	3,4
TARVE		9,3	71	4,4	2,8
Noorkitsede söödaratsioon talvel					
Hein	0,3	2,3	9	3,6	0,6
Rohusilo	1,0	9,6	82	1,0	2,7
Mineraalsööt	0,01			0,7	0,4
Ratsioon kokku	1,31	11,9	91	5,3	3,7
TARVE		8,1	65	4	2,6

Tabel 3.1.2.2. Erineva toiteväärtusega rohusöötade efektiivsus piimakarjal

Rohusööt	ME/MJ kg	Söömus, %	ME tarbe katmine, % lehmadel toodanguga	
			5000 kg	8000 kg
Karjamaarohi:				
kõrge toiteväärtusega	11,0	3,0	81–92	68–77
hea toiteväärtusega	9,0	2,5	70–78	57–66
Rohusilo:				
hea toiteväärtusega	10,0	2,5	74–78	62–67
keskmise toiteväärtusega	8,5	2,0	53–74	44–55

Tabel 3.1.2.3. Erineva toiteväärtusega rohusöötade efektiivsus lihaveistel

Rohusööt	ME/MJ kg	Söömus, %	Juurdekasv g/pv, elusmassiga	
			300 kg	500 kg
Karjamaarohi:				
-kõrge toiteväärtusega	11,0	3,0	1500	1800
-hea toiteväärtusega	9,0	2,5	800	1100
Rohusilo:				
-hea toiteväärtusega	10,0	2,5	700	800
-keskmise toiteväärtusega	8,5	2,0	500	700
-Hein. keskmise väärtusega	8,0	2,0	400	600

Ainult rohusöötadega (karjamaarohi, silo, hein) söötmisel oli lihaveiste noorloomade keskmised juurdekasvud kuni 1000 g/päevas. Kui soovitakse rohkem, siis on vaja anda lisaks jõusööt.

3.2. Energia ja proteiinirikkad karjamaasegud

3.2.1. Karjamaarohu väärtus

Karjamaarohuga kaetakse meil suveperioodil põhiline osa mäletsejaliste energia, valgu ja mineraalainete vajadusest. Piimakarja söötmisel loetakse karjamaarohu kuivaine toorproteiniisisalduse miinimumpiiriks 15% (Oll, 1995; Kärt jt. 2011). Osa autoreid esitab karjamaarohu toorproteiniisisaldusele tagasihoidlikumad nõuded. Nii loetakse rohi maheviljeluse lihastele täisväärtuslikuks ka siis kui see sisaldab 12–14% TP kuivaines (Külvet jt, 2009).

Võttes aluseks eelpoolnimetatud toiteväärtuse nõuded on korralikus karjamaarohus alati proteiiniisisalduse nõudlus kaetud. A.Sau (1965) järgi peaks karjamaarohu liblikõieliste sisaldus siis olema 15–30%. Kiusisalduse osas kehtib teadlaste üksmeelne arvamus, et optimaalselt peaks rohusöödas olema NDF sisaldus liblikõielisterohke taimiku korral mitte üle 46% ja kõrreliisterohke taimiku korral 55% (Tamm, 2005; Olt, 2013).

Karjamaarohu toiteväärtuse tähtsamaks näitajaks on energeetiline väärtus. Varasemad uurimistulemused näitasid, et karjatamisperioodi keskmisena sisaldas rohu kuivaine süsteemsel kasutamisel 10,4–11,0 MJ/kg energiat ja 15–17% proteiini (Tamm, 2000; Piirsalu, 2012).

Mineraalainetest sisaldab karjamaarohi vähe fosforit ja naatriumi. V. Sikk (2005) leidis, et mida rohkem on rohus proteiini, seda rohkem on ka fosforit. Fosfori ja kiusisalduse vahel oli aga vastupidine seos. Pool-looduslikel karjamaadel jääb nõudlusest katmata Zn, Se, Cu, Co ja loomadele tuleb juurde sööta mineraalsööta (Ots jt. 2020).

Loomakasvatuse ja agronoomiliste nõuete täitmiseks sobivad kõige enam liigirikkad karjamaa rohukamarad, täites ühtlasi rohestamise ja elurikkuse loomise eeskirju. Vanemast kirjandusest leiame, et sobivaks karjamaarohu botaaniliseks koosseisuks loetakse 15–35% liblikõielisi, 60–70% kõrrelisi ja 10–15% rohundeid (Adojaan, 1961; Sau, 1965; Toomre, 1965). Tänapäeval on üha enam hakatud tähelepanu pöörama liigilisele mitmekesisusele ning selle säilitamisele nii pool-looduslikel rohumaaal kui ka põllumajanduslikel aladel (Viiralt, 1999; Older jt. 2000; Mills et al., 2007).

Sageli seostatakse liigilise mitmekesisuse säilimist mõõduka häiringuga, nagu seda on karjatamine ja niitmine, mistõttu rohumaaade ekstensiivset majandamist on hakatud pidama üheks peamiseks liigilise mitmekesisuse säilitamise viisiks (Pärtel et al., 2005). Seda toetavad ka uurimused, milles on leitud, et karjatamine mõjub paljudele rohumaa taimeliikidele soodsalt ning tõstab taimekoosluste liigirikkust (Bullock et al., 2001; Pavlů et al., 2006). Ühtlasi avaldab karjatamine mõju ka karjamaarohu kvaliteedile. Intensiivselt karjatatud aladel on taimede toorproteiini sisaldus ja seeduvus kõrgem, sest kasutatud rohi on noorem.

Uurimistöö andmete läbitöötamisel koostati U. Tamme poolt tabel mahe karjamaarohu toiteväärtuse hindamiseks (tabel 3.2.1.1), kus hindamisklassideks on võetud kõrge toiteväärtus, hea toiteväärtus ja rahuldav toiteväärtus.

Projekti täitmisel kogutud rohuproovide analüüsitulemuste süstematiseerimise tulemusena saab ülevaate majandites kasutatud pool-looduslike karjamaade rohu väärtusest (tabel 3.2.1.2).

Tabel 3.2.1.1. Mahe karjamaarohu toiteväärtus kuivaines, %

Näitajad	Karjamaarohu toiteväärtus		
	kõrge	hea	Rahuldav
Toorproteiin	üle 15	12–15	alla 12
Metaboliseeruv proteiin g/kg	üle 90	85–90	alla 85
ADF kiud	alla 24	24–27	üle 28
NDF kiud	alla 36	36–42	üle 42
DDM (seeduvus)	üle 70	67–70	alla 67
Kuivaine söömus	üle 3	2,5–3	alla 2,5
Ainevahetusenergia ME, MJ/kg	üle 11	9,5–11	alla 9,5

Tabel 3.2.1.2. Rohu toiteväärtus kuivaines (%) pool-looduslikel karjamaadel

Näitajad	Aru-karjamaa	Rannakarjamaa	Puiskarjamaa	Palukarjamaa
Toorproteiin	12,3	13,7	14,4	16,0
Metabolis proteiin g/kg	85	82	83	88
ADF	30,6	33,0	32,8	28,9
NDF	46,6	49,8	49,3	45,2
DDM (seeduvus)	65	63	63	66
Söömus	2,5	2,4	2,4	2,6
ME MJ/kg	9,8	9,4	9,5	9,9

Parandatud püszikarjamaad kujunevad külvatud karjamaade pikaajalisel (üle 5 aasta) kasutamisel. Parandusvõteteks on olnud happeliste muldade lupjamine, sõnnikuga väetamine ja harvaesinev heinaseemnete täienduskülv. Lühema kestusega külvatud liigid on rohustust kadunud ja suurema leviku on saanud mitmed rohundid, kõige sagedasemateks liikideks olid harilik raudrohi (*Achillea millefolium*) ja harilik võilill (*Taraxacum officinale*), mets-harakputk (*Anthriscus sylvestris*), kibe tulikas (*Ranunculus acris*), harilik hiirehernes (*Vicia cracca*), oras-tähthein (*Stellaria graminea*).

Parandatud püszikarjamaal enam esinevad kõrrelised olid põldtimut (*Phleum pratense*), harilik kerahein (*Dactylis glomerata*), punane aruhein (*Festuca rubra*), harilik kastehein (*Agrostis capillaris*), aasnurmikas (*Poa pratensis*) ja aas-rebasesaba (*Alopecurus pratensis*). Iseloomulikemateks taimekooslusteks olid valge ristiku (*Trifolium repens*)–punase aruheina (*Festuca rubra*) kooslus; punase aruheina (*Festuca rubra*)–keraheina (*Dactylis glomerata*) kooslus; aas-rebasesaba (*Alopecurus pratensis*) –aasnurmika (*Poa pratensis*) kooslus ja valge ristiku (*Trifolium repens*)–hariliku kasteheina (*Agrostis capillaris*) kooslus.

Punase aruheina (*Festuca rubra*)- aasnurmika (*Poa pratensis*) ja valge ristiku (*Trifolium repens*)- punase aruheina (*Festuca rubra*) taimikuga karjamaad paiknesid parematel muldadel.

Väheviljakatel aladel oli aasnurmikas asendunud hariliku kasteheinaga (*Agrostis capillaris*). Karjatamise kõrgus sõltus rohukamara tüübist ja rohukamara vanusest. Vanematel, valge ristiku ja aluskõrreliste rohkel kamaral, karjatamiskõrguseks oli 10–15 cm, pealiskõrreliste rohke karjamaa karjatuskõrgus 15–17 cm. Heintaimede arengut arvestades oli see kõrrelistel võrsumise lõpp võrsumise algus, olenevalt liigi kasvu- ja arengukiirusest. Rohundite levik oli aluskõrreliste poolt pidurdatud. Taimikud olid keskmise tihedusega (4500–5000 kõrrelise võrset m²-l). Rohukamarate botaaniline koosseis on pidevas muutumises.

Kultuurrohumaade taimiku liigiline koosseis olenes põllule külvatud seemnesegust. Seda eriti nooremate taimikute (1–3 aastat) korral. Antud uurimuses vaadeldud kultuurniitudel domineerisid peamiselt kõrrelised. Sagedasemateks ja ühtlasi ohtramateks liikideks olid põldtimut (*Phleum pratense*), harilik kerahein (*Dactylis glomerata*), harilik aruheina (*Festuca pratensis*), aas-rebasesaba (*Alopecurus pratensis*), umbrohtudest harilik orashein (*Elymus repens*), harilik võilill (*Taraxacum officinale*) ja põldohakas (*Cirsium arvense*). Vanematel taimikutel (4–5 aastat) oli hakanud rohkem levima kõrrelised alusheinad- aasnurmikas (*Poa pratensis*), punane aruhein (*Festuca rubra*) ja kasteheinad. Iseloomulikumaks taimekoosluseks kultuurkarjamaal oli aluskõrreliste- ja valge ristiku (*Trifolium repens*) rohke taimik. Nagu oodata võis, oli kultuurrohumaade liigiline mitmekesisus võrreldes teiste taimekooslustega väiksem. Pool-looduslikud rohumaad olid oma botaaniliselt koosseisult liigirikkamad, kuid rohu toiteväärtus oli kultuurrohumaadel suurem (tabel 3.2.1.3).

Tabel 3.2.1.3. Rohu toiteväärtus (% K:A) külvatud karjamaadel ($\bar{x}$ -keskmine; SE-standard viga)

Näitajad	Ristikurohke		Lutsernirohke		Püsikarjamaa	
	$\bar{x}$	SE	$\bar{x}$	SE	$\bar{x}$	SE
Toorproteiin	18,1	±0,6	18,2	±0,6	14,5	±0,6
Metaboliis proteiin g/kg	96	±0,6	96	±0,6	88	±0,6
ADF	23,6	±0,5	25,5	±0,6	27,3	±0,7
NDF	37,4	±0,6	42,0	±0,7	43,7	±0,8
DDM (seeduvus)	71	±0,6	70	±0,5	68	±0,6
Söömus	3,2	±0,04	2,9	±0,06	2,6	±0,06
ME MJ/kg	11,3	±0,1	11,0	±0,1	10,4	±0,1

Segukülvide liikide valikul tuleks arvestada kasvukoha tingimustega ja rohumaade kasutusotstarbega. Liblikõieliste kõrge proteiinisaldus ja selle suur lõhustuvus vatsas võib tekitada söötmisel probleeme, segukülvide TP sisaldus oli optimaalse lähedal. Segukülvide seeduvuse ja söömuse näitajad olid kultuurkarjamaal püsikarjamaa vastavatest näitajatest paremad.

3.2.2. Rohusaagi kasutamine

Loomaliikide vajadusi, ilmastikutingimusi, heitaimeliikide omadusi ja rohusöötade tootmise mehhaniseerimise võimalusi silmas pidades varutakse heina, kuivsilu, silo või kasutatakse

kasvanud rohi haljassöödana või karjamaarohuna. Maikuu teisest poolest kuni oktoobrikuu keskpaigani vajavad karjatatavad loomad värsket rohtu ja samal ajal varutakse kvaliteetset rohusööta talveperioodiks. Nimetatud ülesande tätmiseks kasutatakse olemasolevaid rohumaakõlvikuid ja konveieri loomiseks rajatakse erineva arengukiirusega kõrreliste- kui ka liblikõielisterohkeid taimikuid.

Rohi kasvab vegetatsiooniperioodi algul kiiremini kui suve teisel poolel, mis põhjustab rohusaagi tsüklilise varumise. Sügisel moodustab heintaimede kasvukiirus 40–50% suve alguse kasvukiirusest. Karjamaal on rohukasv kõige kiirem pärast esimest karjatamist (mai lõpul, juuni algul), sest varakevadise väiksema õhutempertuuri tõttu on rohukasv suhteliselt aeglane. Rohukasvu aeglustumist täheldatakse ka suvel esinevate põuaperioodide ajal. Orienteeruv rohusaagi jaotus vegetatsiooniperioodi kuude lõikes on tabelis 3.2.2.1.

Tabel 3.2.2.1. Rohusaagi laekumine kuude lõikes %-des

Taimikud	Kuud				
	mai	juuni	juuli	august	september
Pool-looduslikud karjamaad	5–10	50–60	15–20	10–15	5–10
Külvatud karjamaa keskmiselt:					
mineraalmuldadel	10–15	35–40	20–25	15–20	10–15
turvasmuldadel	5–20	30–35	25–30	20–25	15–20
põhjarannikul ja saartel	5–10	40–50	15–20	15–20	10–15
erodeeritud muldadel	10–15	40–45	15–20	15–20	10–15

Pideva ja küllaldase rohutagavara loomiseks rakendatakse karjamaal ka niitelist kasutust. See on tigitud ühelt poolt heintaimede bioloogiast (kärpimisega hoitakse taimed võrsumise fasis) ja teiselt poolt rohukasvu hooajalisusest. Rohukasvu kiiruse muutumine vegetatsiooniperioodi kestel sõltub heintaimiku botaanilisest koosseisust. Pealiskõrreliste rohukamaral väheneb sügise poole rohukasv reljeefsemalt kui tihedal alusheiterohkel taimikul, sest võsundilistel alusheintel toimub uute võrsete teke pidevalt, pealisheintel aga kevadisel ja sügisel võrsumisperioodil. Sellest tingitult on aluskõrrelistel parem kasvuhuog, mis väljendub soodsate kasvutingimuste korral suuremas rohu juurdekasvus.

Vaatamata karjatamise varasele algusele võib rohi karjamaal kasvada kevadel kiiremini kui loomad suudavad seda ära süüa. Teise karjatamisringiga alustatakse niipea kui esimese karjatamise alguse aladel on kasvanud uus karjatamiskõlblik saak (rohu kõrgus 15–17 cm). Ilmade soojenemisel on rohukasv ja heintaimede areng kiire ning selle tulemusel on mai lõpus või juuni algul karjamaal ülekasvanud kõrsunud rohi. Sellist rohtu söövad loomad halvasti ja parema sööda otsimisega kaasneb liigne tallamine ning tekivad suured söödakaod.

Kõrsunud ja vananenud heintaimedel väheneb ädalakasvuvõime ja koos suve teisel poolel aeglasemalt kulgeva vegetatsiooniga tuleb karjamaarohust puudu. Olukorra parandamiseks tuleb

appi võtta karjamaadelt rohusilo tegemine. Karjamaade niitmine peaks toimuma hiljemalt kõrreliste heintaimede kõrsumise lõpul, et säilitada taimedel suveks hea ädalakasvu võime. Katseandmetel oli päevane kuivaine juurdekasv olenevalt arengufaasist niitmise ajal:

heintaimede võrsumisel 120 kg/ha

kõrsumise algul 95 kg/ha

kõrsumise lõpul 61 kg/ha

Karjamaa niidetavaid alasid on soovitatav igal aastal vahetada, mis säilitab karjamaatüübilise rohukamara pikaks ajaks. Üksnes karjatamisega võrreldes suureneb vahelduval kasutamisel taimiku saak 20% (Tamm, 2006).

3.3. Söödakultuuride katsed

3.3.1. Lappkatse „1“

Materjal ja meetoodika

Uurimus viidi läbi kolmel aastal (2016–2018). Katsed rajati Sakus tüüpilisele kamar-karbonaatmullale, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 7,1 (ISO 10390), C_{org} 5.0% (Tyurin method), liikuva P ja K sisaldus vastavalt 247 ja 228 mg kg⁻¹ (Mehlich III meetod). Külvisenorm alaska luste sort 'Hakari' (*Bs*) oli 28 kg ha⁻¹, roog-aruheina sort 'Barelite' (*Fa*) 30 kg ha⁻¹ ja tetraploidne punane ristik sort 'Varte' (*Tp*) oli 10 kg ha⁻¹. Katsed rajati kolmes korduses, koristuslapi suurus oli 14 m².

Katses võrreldi kolme erinevat tehnoloogiat: kaks maheviljeluse tehnoloogiat (alaska luste sort 'Hakari' ja roog-aruhein sort 'Barelite' puhaskülvis ning segus punase ristikuga sort 'Varte'). Tavaviljeluse variandis kasvatati sorte 'Hakari' ja 'Barelite' puhaskülvis N200 (80+60+60) väetisfoonil.

Katsed niideti mikrotraktoriga MF 70. Rohuproovid analüüsiti Van Soesti skeemi järgi PMK Söötade ja teravilja laboris. Taimikuid niideti suve jooksul kolm korda. Esimene niide tehti maikuu lõpul juuni algul, teine niide juulis ja kolmas niide septembri algul. Efektiivseid temperatuure üle 5 °C oli esimeseks niiteks 2016. a 290 °C, 2017. A. 257 °C ja 2018. a 349 °C. Katse läbiviimisel koguti järgmisi andmeid: kuivaine saak (KA), toorproteiin (TP), neutraalkuid (NDF), happekiud (ADF), metaboliseeruv energia (ME) ja kuivaine seeduvus (DDM). Lappkatsele lisaks kasutati 2016. –2018. a. PMK-ga koostöös läbiviidud siloseire materjale. Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi AGROBASE 20TM (Fisheri LSD test).

Tulemused ja arutelu

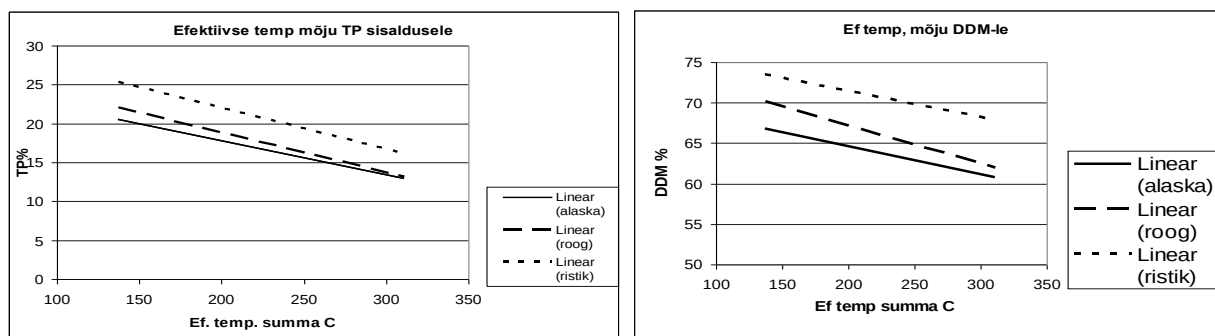
Kõrgem kuivaine saak saadi kolme aasta keskmisena tavaviljeluses 'Hakari' (N200) ja 'Barelite' (N200) kasvatamisel, vastavalt 14,1 ja 13,1 t ha⁻¹. Kolme aasta keskmine kuivaine saak oli maheviljeluse puhaskülvil 5,0 ja 5,3 t ha⁻¹ vastavalt 'Hakari' ja 'Barelite' (tabel 3.3.1.1). 'Barelite' ja 'Hakari' punase ristiku segukülvide kolme aasta keskmine KA saak oli vastavalt 12,0 ja 12,7 t ha⁻¹. 'Barelite' N0 variandi KA saagi väikesele tõusule võrreldes 'Hakari' N0 variandiga aitas kaasa taimikusse 2017. a. vihmasel suvel kasvama hakanud valge ristiku, mis võis olla ka rohu kõrgema toorproteiini tõusu põhjuseks. 'Hakari' N200 puhaskülvi hektarisaak ületas 'Hakari'+ 'Varte' segukülvi KA saaki, Barelite saagid jäid Hakari saakidest väiksemaks.

Tabel 3.3.1.1. Alaska luste, roog-aruheina ja nende kasvatamisel segus punase ristikuga KA saak t ha⁻¹ 2016–2018

Liik / Sort	Variant	2016	2017	2018	Keskmine
	N0	7,4	4,4	3,3	5,0
	(Tp) segus ristikuga	15,0	14,0	9,1	12,7
(Bs)/Hakari Hakari	N200	16,4	14,8	10,9	14,1
	N0	6,4	5,0	4,5	5,3
	(Tp) segus ristikuga	15,5	12,1	8,4	12,0
(Fa)/Barelite	N200	14,4	13,1	11,9	13,1
PD 95%	/ LSD95%	0,69	0,38	0,53	0,25

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$; ANOVA, Fisher LSD test)

Rohusööda keemilise koostise kujunemisel ja suurema energeetilise väärtusega sööda varumisel on oluline teha I niite optimaalsel ajal. I niite efektiivsete temperatuuride summa oli positiivses korrelatsioonis punase ristiku ja kõrreliste I niite KA saagiga ($r=0,75$ ja $r=0,86$, $P<0,01$ vastavalt punane ristik ja kõrreliste) ning negatiivses korrelatsioonis KA seeduvusega ($r=0,90$ ja $r=0,89$, $P<0,01$ vastavalt punane ristik ja kõrreline) Päevane DDM langus peale I niite optimaalse aja möödumist oli kõrrelistel 0,49 g kg⁻¹, punasel ristikul 0,30 g kg⁻¹ KA. Punase ristiku toorproteiinisaldus ja KA seeduvus oli I niites kõrreliste omast kõrgem (joonis 1).



Joonis 1. Efektiivsete temperatuuride mõju TP sisaldusele ja seeduvusele.

2016. a. saabus 'Hakari' ja 'Barelite' optimaalne niiteaeg maikuu lõpus. Maikuu lõpus suurenes kõrreliste NDF sisaldus 0,63 ja 0,89% võrra päevas vastavalt 'Barelite' ja 'Hakari'. Rohumassi kiire juurdekasvuga kaasnes toiteväärtuse vähenemine. Kõrreliste kiusisaldus (raku kestaaine NDF) ületas I niites (3.06.2016, EF temp 290 °C) N200 variandis mõlemal kõrrelisel soovitud piirväärtust (550 g kg⁻¹ KA), keemilise analüüsi andmetel oli 'Hakari' ja 'Barelite' NDF vastavalt 592 ja 596 g kg⁻¹ KA.

I niites, generatiivsete taimeosade kasvu ajal, oli saagi kvaliteedimuutused kiiremad kui ädalas. Tavatehnoloogia II ja III niites 'Barelite' NDF ja ADF olid väiksemad kui 'Hakaril', sest 'Barelite' on suvetüübiline kõrreline ning seetõttu oli kõrsi II ja III niites vähe.

Segukülvide I niide tehti (punase ristiku nappumise faasis ja kõrrelised loomise faasis) 12 päeva puhaskülvidest hiljem. Rohusööda DDM ja ME sisaldus Hakari+Varte ja Barelite+Varte segukülvis oli suurem kui 'Hakari' ja 'Barelite' puhaskülvi tehnoloogias, sest üldiselt on liblikõielised parema seeduvuse ja suurema energiasisaldusega.

2017. a. kevad oli jahe ja öökülmadega, 22. kalendrinädalal olid kõrrelised kõrsumise faasis. Jaheda ilma tõttu NDF ja ADF suurenemise maksimumid lükkusid vahemikku 5–12 juuni - vastavalt 0,8 ja 0,6% võrra päevas. 5. juuni rohuproovides oli kõrreliste DDM 650 ja 700 g kg⁻¹ KA vastavalt roog-aruhein ja alaska luste. I niiteks (15.06.2017, EF temp 257 °C) oli DDM langenud 625 g kg⁻¹ KA, ainult Barelite+Varte rohuproovi seeduvus oli 657 g kg⁻¹ KA.

N0 variandi II niite saak oli väike jahedama juunikuu (juunikuu temperatuur madalam vastavalt -1,6 kraadi °C aastate keskmisest) ning suhteliselt põuase juulikuu tõttu (sademeid 17% paljuaastate keskmisest). 'Hakari' N0 ja 'Barelite' N0 rohusööda ME sisaldus rahuldaks loomakasvatajat, kuid sellise väikese saagiga rohumaad sobivad ainult karjatamiseks.

2018. a. oli soe ja põuane. 2018. a. näitas selgelt Alaska N200 variandi varasemat koristamise vajadust Barelitest. Alaska luste ADF ja NDF kõige suuremad päevased juurdekasvud olid 21–28.05 (ADF 0,62% ja NDF suurenes 1,04% päevas), roog-aruheina maksimumid 28.05–04.06 (ADF ja NDF suurenes vastavalt 0,73% ja 0,97% päevas). I niide tehti 5. juunil (EF temp 349 °C). Suvised kõrged temperatuurid ja pöud jättis mahetootjad loomakasvatajad ilma II niitest, ka viljakate väetisfooniga muldade kõrreliste ja liblikõielistega segukülvide saak oli väike. III niite kasvuks olid ilmastikutingimused soodsad. Selline oli pilt ka katsepõldudel. Juuni- ja juulikuu (II niide) sademete hulk 2018. aastal Sakus moodustas paljude aastate keskmisest 31%.

Kõige suurema toiteväärtusega rohusööti saadi maheviljeluses kõrreliste kasvatamisel segus punase ristikuga (DDM 642–701 g kg⁻¹ KA, 9,9–10,8 ME MJ KA), kusjuures suurema toiteväärtusega rohusööda andis roog-aruhein (tabel 5.1.3).

Maheviljeluse puhaskülvide toiteväärtus oli roog-aruheinal ja alaska lustel rahuldav kuni hea (roog-aruheina DDM 646–664 g kg⁻¹, ME 10,1–10,4 MJ ja alaska lustel DDM 625–659 g kg⁻¹, ME 9,7–10,3 MJ KA), kuid selle tehnoloogia probleemiks oli väike II ja III niite KA saak. Barelite segukülvid olid suurema ME võrreldes Hakari segukülvidega, sest 'Hakari' on 'Barelitest' liigimaselt kõrgema kiusisaldusega.

Kõige väiksema TP sisaldusega olid N0 variandi I,II,III niite kõrrelised (91–134 g kg⁻¹ DM), N200 ja maheviljeluse segukylv andsid II ja III niites piirväärtuse lähedase (TP=150 g kg⁻¹ KA) või sellest suurema proteiinisalduse rohusööda /tabel 3.3.1.2).

Tabel 3.3.1.2. KA toiteväärtus alaska luste (Bs), roog-aruheina (Fa) ja kõrrelise/ punase ristiku segukülvide (Tp) viljelustehnoloogiates (2016 – 2018 keskmine)

Liik / Sort	Variant	2016–2018			
		TP	NDF	ME/MJ kg ⁻¹	DDM
		g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		g kg ⁻¹
I niide	N0	91	569	9,8	634
(Bs) 'Hakari'	(Tp)segus ristikuga	119	505	9,9	642
	N200	137	601	9,6	619
(Fa) 'Barelite'	N0	96	558	10,1	646
	(Tp)segus ristikuga	129	463	10,2	662
	N200	130	575	9,9	631
II niide	N0	87	603	9,7	625
(Bs) 'Hakari'	(Tp)segus ristikuga	170	449	10,1	656
	N200	130	625	9,6	619
(Fa) 'Barelite'	N0	100	532	10,3	666
	(Tp)segus ristikuga	174	431	10,3	668
	N200	148	511	10,5	674
III niide	N0	134	511	10,3	659
(Bs) 'Hakar'i	(Tp)segus ristikuga	211	426	10,5	676
	N200	193	589	9,9	635
(Fa) 'Barelite'	N0	131	474	10,4	664
	(Tp)segus ristikuga	208	368	10,8	701
	N200	163	492	10,5	670

Kõigis niidetes olid segukülvide NDF madalam (NDF 368–463 g kg⁻¹ ja 426–505 g kg⁻¹ KA vastavalt 'Barelite' ja 'Hakariga') võrreldes puhaskülvi tehnoloogiatega. Erakordselt põuasel 2018 aastal oli II niite ädalakasvu pikkus 60 päeva ja sellest tingituna 'Hakari' mõlema puhaskülvi tehnoloogia NDF väga kõrge (N0 – 603 ja N200 – 625 g kg⁻¹ KA).

Järeldused katsest

Segukülvides oli 'Barelite' väiksema konkurentsivõimega kui 'Hakari', nii sellest kui ka 'Hakari' liigimastest iseärasustest tingitult oli Hakari+Varte taimik madalama TP sisaldusega ja kõrgema NDF-sisaldusega kui Barelite+Varte segu.

Kõrgeim kuivaine saak 14,1 t ha⁻¹ saadi kolme aasta keskmisena 'Hakari' N200 tehnoloogiaga. Kõrreliste puhaskülvis kasutatud N väetisfoon (80+60+60) suurendas rohusööda saaki ja toorproteiini sisaldust.

Puhaskülvi tehnoloogiates oli 'Barelite' parema seeduvusega ja suurema energeetilise väärtusega kui 'Hakari'. Söödavarumise perioodi pikendamiseks olid 3 tehnoloogiat sobivad, kuid päevane kõrreliste DDM langus I niites (4,9 g kg⁻¹ KA) peale optimaalset koristamisaega näitas kui tähtis on koristusaeg kvaliteetse rohusööda varumisel. Segukülvides pikendas punane ristik optimaalset niiteaega, sest punane ristik liigimaselt, aeglustab rohusaagi kiufraktsiooni suurenemist.

3.3.1.2. Lappkatse „2“ .

Katse eesmärk oli selgitada väetamise mõju lutserni- kõrreliste karjamaa saagile ja toiteväärtusele maheviljeluses. Liblikõielised pakuvad olulisi võimalusi säästvate rohumapõhiste söötade tootmiseks. Lutserni füsioloogiline areng saagikoristuse ajal mõjutab oluliselt sööda toiteväärtust (Tamm *et al.*, 2011). Hübriidlutsern 'Karlu' on tõestanud oma väga head talvekindlust Soome põhjapiirkondades, laiuskraadidel 60°49' N (Mela *et al.*, 1996). Liblikõieliste segude kasvatamisel tuleb arvestada liblikõieliste liigi fenoloogilist arengut, püsivust ja toiteväärtust. Varasemad uuringud on näidanud, et lutserni kasvatamine heintaimede segudes parandab rohusaagi toiteväärtust ja sileerivaid omadusi. (Tamm, 2017). Eesmärk oli uurida sõnnikukomposti ja mahe mineraalväetiste mõju lutserni kõrreliste karjamaal, et suurendada rohusaaki ja parandada selle kvaliteeti.

Materjal ja meetodika

Katse rajati 2016. aastal PMK Kuusiku Katsekeskuses. Uuringud viidi läbi neljal aastal (2017–2020). Katse rajati tüüpilisele kamar-karbonaatmullale, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 7,1 (ISO 10390), mulla süsinikusisaldus C_{org} 1,9% (Tyurin meetod) ning liikuva P ja K sisaldus vastavalt 91 ja 165 mg kg⁻¹ (Mehlich III meetod).

Mahetootjatele lubatud väetist Biocat G (Black pearl) anti 423 kg ha⁻¹ ja mineralväetist Kainit 300 kg ha⁻¹ foonile A pärast esimest niidet. Toitainete sisaldus oli Biocat G (Black pearl) N 42, K 17, S 14 kg ha⁻¹ ja Kainit K 27, Mg 9, S 12, Na 60 kg ha⁻¹. Ülejäänud kolmele variandile (foon B) anti 21 t ha⁻¹ komposteeritud veisesõnnikut, mille toitainete sisaldus oli järgmine: N 4, P 23, K 151 kg ha⁻¹ ja KA 20.3%. Külvisenorm lutserni sortide 'Artemis' (Ms), 'Karlu' (MvM) ja 'Juurlu' (MvM) oli 12 kg ha⁻¹ ja teiste kõrreliste harilik aruhein (*Festuca pratensis* Huds.), timut (*Phleum pratense* L.) ja aas-nurmika (*Poa pratensis* L.) kolmel liigil kokku 20 kg ha⁻¹. Katse

rajati kolmes korduses ja koristuslapi pind oli 10,5 m². Saak niideti haljasmassi kombainiga Hege 212. Esimene niide tehti 31. mai – 3. juuni (lutsern pungumise, kõrrelised kõrsumise faasis), teine niide tehti juuli keskel ja kolmas niide septembri algul. Effektiivseid temperatuure üle 5 °C esines 2017. a (aprill – september) 1246 °C ja 2018 oli 1754 °C ning 2019. a oli 1459 °C. Sademeid esines 2017. aprill – september 488 mm, 2018. a 319 mm ja 2019. a 412 mm. Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi AGROBASE 20TM.

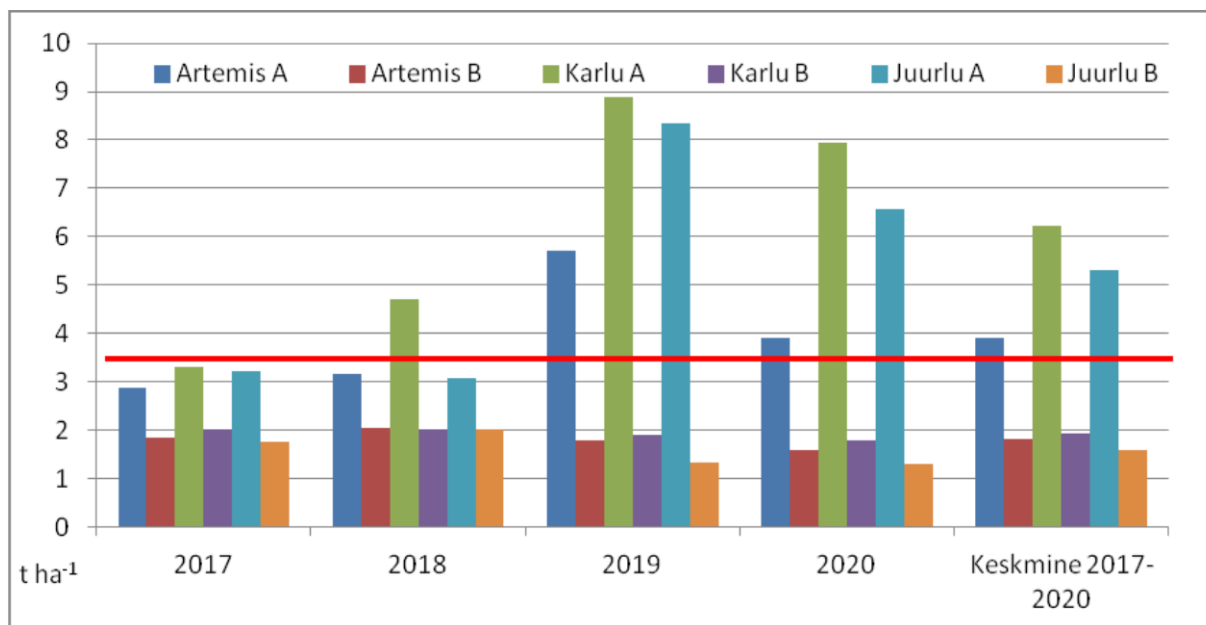
Tulemused ja arutelu

Keskmine kuivainesaak neljal aastal oli kõrgem foonis A 3,90–6,21 t ha⁻¹. Erakordselt kõrge 8,89 t ha⁻¹ oli lutsern 'Karlu' saak foonis A 2019. aastal. (tabel 3.3.2.1; joonis 2). Väetise mõju oli eriti märkimisväärne lutserni sordi 'Karlu' puhul. Keskmine kuivaine saak nelja aasta jooksul oli Biocat G ja Kainit (foon A) puhul 'Karlu' 6,21 t ha⁻¹, 'Juurlu' 5,29 t ha⁻¹ ja 'Artemise' 3,90 t ha⁻¹. Komposteeritud veisesõnniku puhul (foon B) oli kuivaine saak sordil 'Karlu' 1,93 t ha⁻¹, 'Artemis' 1,82 t ha⁻¹ ja 'Juurlu' 2,0 t ha⁻¹.

Tabel 3.3.2.1. Lutserni-kõrreliste karjamaasegude kuivainesaak, t ha⁻¹, 2017–2020

Sort	Väetusfoon	Kuivaine saak t ha ⁻¹				
		2017	2018	2019	2020	Keskmine
Artemis	Biocat+kainit (A)	2,86 ^a	3,15 ^b	5,7 ^b	3,91 ^c	3,90 ^c
	Veisesõnnik (B)	1,83 ^b	2,05 ^c	1,8 ^c	1,6 ^d	1,82 ^d
Karlu	Biocat+kainit (A)	3,31 ^a	4,71 ^a	8,89 ^a	7,93 ^a	6,21 ^a
	Veisesõnnik (B)	2,01 ^b	2,01 ^c	1,89 ^c	1,8 ^d	1,93 ^d
Jurlu	Biocat+kainit (A)	3,22 ^a	3,07 ^b	8,33 ^a	6,57 ^b	5,29 ^b
	Veisesõnnik (B)	1,75 ^b	2,02 ^c	1,34 ^c	1,3 ^d	1,70 ^d

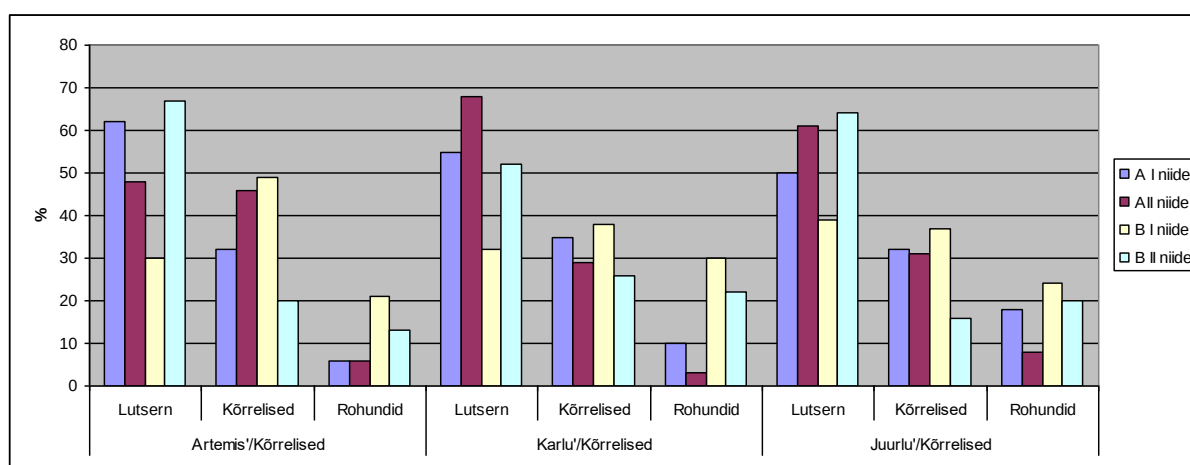
Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust sortide ja väetusfoonide saagikuse vahel (Turkey-Kramer test, $p < 0,05$).



Joonis 2. Lutserni - kõrreliste karjamaasegude kuivainesaak $t\ ha^{-1}$ 2017–2020. Punane joon tähistab keskmist kuivainesaaki ($3,46\ t\ ha^{-1}$) läbi aastate ja variantide

2020-ndaks aastaks oli A fooni rohukamar tihe ja lutsernikas. Rohusaagi KA-st moodustas lutsern A fooni I ja II niites järgmiselt; Artemis 62 ja 48%, Karlu 55 ja 68%, Juurlu 50% ja 61%. Rohusaagi KA-st foonis B moodustas mõlemas niites lutsern Artemis 22 ja 48%, Karlu 40 ja 58%, ja Juurlu 28 ja 38% (joonis 3).

Lutserni-kõrreliste karjamaa väetamine (tabel 3.3.2.2) foonis A suurenes TP ja vähenes NDF võrreldes B fooni I ja II niites. A fooni toorproteiini sisaldus KA-s oli I niites $147\text{--}159\ g\ kg^{-1}$ ning II niites $149\text{--}189\ g\ kg^{-1}$ ületades usutavalt sorditi B fooni segusid.



Joonis 3. Lutserni - kõrreliste karjamaa botaaniline koosseis 2020

Tabel 3.3.2.2. Lutserni - kõrreliste karjamaa segude kuivaine toiteväärtused 2017 – 2020

Sort	Foon	Esimene niide				Teine niide			
		TP	NDF	ME	DDM	TP	NDF	ME	DDM
(Ms) 'Artemis' AD Artemis	A	149	467	10,3	672	149	465	9,9	653
	B	122	505	10,1	668	104	516	9,8	649
(MvM) 'Karlu'	A	159	453	10,3	672	189	416	10,1	671
	B	111	489	10,1	669	114	486	10,1	664
(MvM) 'Juurlu'	A	147	464	10,3	671	176	426	10,2	673
	B	104	500	10,2	670	107	511	10,0	660

NDF sisaldus KA foonis A oli I niites 453–467 g kg⁻¹ ja II niites 416–465 g kg⁻¹, mis oli oluliselt väiksem võrreldes B fooniga (I niites 489–505 g kg⁻¹ ja II niites 486–516 g kg⁻¹).

Lutserni-kõrreliste karjamaa kõigis variantides oli kõrge seeduvus (668–673 g kg⁻¹ KA) I ja II niites. A ja B foonide vahel ei olnud olulisi erinevusi ME ja DDM arvestades.

Järeldused katsest

Lutserni-kõrreliste karjamaa agrofoon A (Biocat G ("Must pärl") ja Kainit KA saagid ületasid statistiliselt oluliselt lutserni-kõrreliste karjamaa B fooni (kompostitud veisesõnnikuga) nelja katseaasta jooksul. Täpselt ajastatud I niitega (lutsern varsumine, kõrreline kõrsumine) kogusime nii A kui ka B foonidelt hästi seeduva ja suure energeetilise väärtusega sööda.

Kõige suurema saagiga olid nelja katseaasta jooksul lutsern Karlu-kõrreliste segud Mõlema agrofooni puhul esimeses ja teises niites ME väärtuse erinevusi ei olnud.

3.3.3. Lappkatse „3“

Materjal ja meetoodika

2016. a. rajati Sakus põldkatse erinevate põllukultuuride (oder, suvirüps, söödahernes) maheviljeluses kasvatamiseks ja nende sortide hindamiseks eelviljana. Katseala mullaks oli keskmise raskusega leostunud muld, mille pH oli 7,0, liikuvat P 75 mg kg⁻¹, K 96 mg kg⁻¹ ja orgaaniline aine 3,4%. 2015. a. sügisel tehti püsirohumaa künd. Kevadel peale esimest kultiveerimist lasti umbrohuseemnetel minna idanema, et see järgmise kultiveerimisega hävitada. Külvi tehti 09. mail 2016. a., kohe kui mulla küpsus seda võimaldas. Katsevariandid olid: oder - mahesort 'Evergreen' ja sort 'Anni' (500 idanevat tera/m²), söödahernes 'Clarissa' (100 idanevat seemet/m²) ning suvirüps 'Hohto' (120 idanevat seemet/m²). Kolmandal päeval pärast külvi äestati põldu umbrohtude tõrjeks.

Aktiivne taimekasvuperiood 2016. a. (ööpäevane õhutemperatuur püsivalt üle 10 °C) algas Sakus 3. mail ja kestis püsivalt 18. septembrini, kuuel päeva septembrikuu lõpul olid ka ööpäevased temperatuurid üle 10 °C. Taimekasvuaeg oli vaatlusaastate keskmistest soojem, maikuu õhutemperatuur oli paljude aastate keskmisest 2,7, juuni 0,6, juuli 0,8, august 0,5 ja september 1,5 võrra soojemad. Kuu sademete hulk moodustas vastava kuu aastate keskmisest normist maikuu 22%, juunis 139,2%, juulis 38,2%, augustis 154,8% ja septembris 31,9%. Saak koristati kombainiga 'Sampo 500' 02. septembril.

Koristuse järgselt tehti põllul kahel korral kõrrekoorimine ja sellele järgnes sügiskünd. 2017. a. peale esimesel võimalusel tehtud mullaharimist külvati 9. mail oder 'Anni' ja mahesoder 'Evergreen', söödahernes 'Clarissa' ning suvirüps 'Hohto' risti eelmise aasta katselappidele, et hinnata nende mõju eelviljana.

2017. a. kevad oli jahe ja öökülmadega. Aktiivne taimekasvuperiood (ööpäevane õhutemperatuur püsivalt üle 10 °C) saabus 2017. a. alles 18. maist ja kestis 27. septembrini. Keskmised õhutemperatuurid olid kolmel esimesel kasvukuul - maikuu 0,6, juunis 1,6, juulis 1,3 °C võrra madalam paljude aastate kuu keskmisest. Ilmastik oli eriti ebasoodne herne kasvatamiseks. Augustikuu I dekaadi tugevad sajud löid hernepõllu kohati laudsiledaks, põhjustades sellega lisaks suurele mähkurikahjustusele ka herneseeme idanemise kaunas enne koristamist. Saak loristati kombainiga 09. septembril.

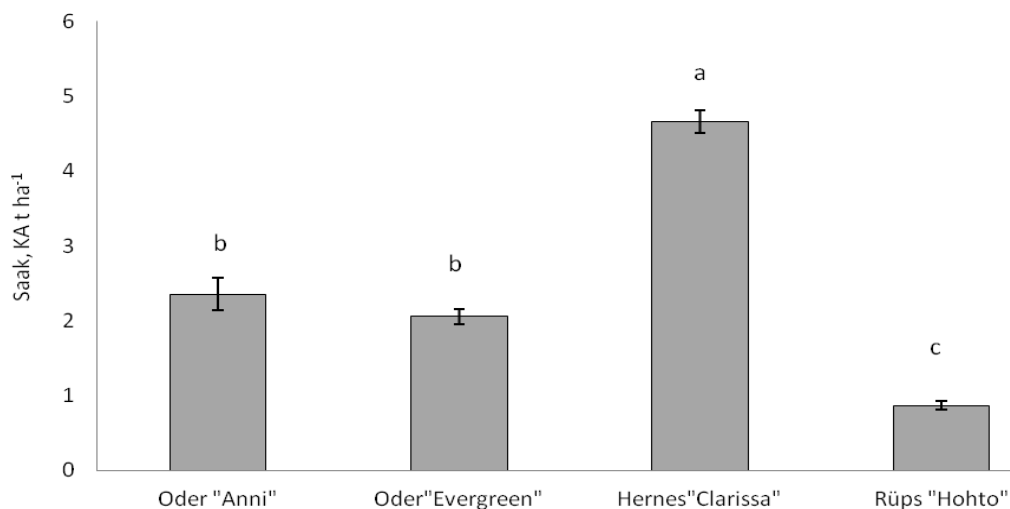
Katseproovidest tehti saagi struktuuranalüüs ja teraproovidest määrati PMK laboris saagi keemiline koostis.

Mulla mikrobioloogilise aktiivsuse iseloomustamiseks kasutati ensümaatilise aktiivsuse määramise meetodit. Määratud ensüümiks oli dehüdrogenaas. Selleks võeti mullaproovid 0–20 cm sügavuselt ning need analüüsiti L. Edesi poolt ETKI Saku laboris. Terasaagid arvutati 14% niiskusele ning terakvaliteedi (proteiinisisisaldus, 1000 tera ja mahumass) analüüsid tehti PMK laboris. Saagiandmed töödeldi dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures statistikaprogrammiga Agrobases™.

Tulemused ja arutelu

2016. a. oli teraviljade kasvuks soodne. Oder Anni keskmine kõrrepikkus oli 57 cm ja Evergreen 44 cm, produktiivvõrseid vastavalt 3,3 ja 2,8 tk taime kohta, keskmine terade arv peas Annil 19 ja Evergreenil 15 tera. Augustikuu vihmad ei põhjustanud herne tugevat lamandumist, 10% koristatud saagist oli mähkuri kahjustatud ja kaunas idanema läinud. Aasta 2016 oli hernel väga hea saagiaasta (4,65 t ha⁻¹). Herne keskmine kasvukõrgus oli 83 cm, kaunu moodustus varre kohta 4–5. Rüpsi tärkamine 2016. aastal oli ebaühtlane, lisaks sooja kevadega kaasaskäiv maakirbu rüüste jättis põllule suuri tühikuid. Rüpsi keskmine varrepikkus oli 93 cm, kevadine

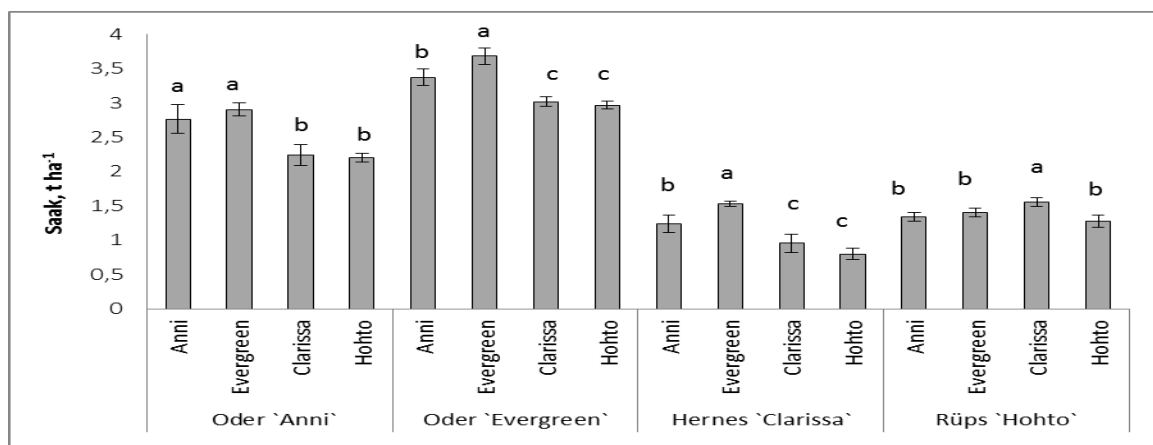
võrsumine oli väike (25% taimedest), üksikvõrsetel kaunu 38 tk, võrsunud taimedel 55 tk. Saak koristati kombainiga 02. septembril. Odra keskmine saak oli sordil `Anni` 2,35 ja mahesordil `Evergreen` 2,05 t ha⁻¹, hernel 4,65 t ha⁻¹ ja suvirüpsil 0,86 t ha⁻¹ (joonis 4).



Joonis 4. Põllukultuuride saagid (KA t ha⁻¹) püsirohumaa järgselt 2016. a.

2017. a. ilmastik oli ebasoodne herne kasvatamiseks. Augustikuu I dekaadi tugevad sajud löid hernepõllu kohati laudsiledaks, põhjustades sellega herneseme idanemise kaunas enne koristamist. Mida rohkem varrel oli noori kaunu (0, 1, 2, 3 seemnega kaunu), seda suurem oli nende varte hernemähkuri kahjustust (40–100%). Külma kevade tõttu toimus herne areng aeglasemalt võrreldes eelmise 2016. aastaga ja hernemähkuri röövikute koorumine langes kokku noorte kaunade kasvufaasiga.

Kõige paremaks eelviljaks (joonis 5) oli hernele oder. Eelviljana - hernes herne ja hernes/rüpsi järgi andis palju väikeseid 0, 1, 2, 3 seemnega/kaunu (52–53%) kaunadest). Meie



Joonis 5. Erinevate eelviljade mõju kultuuride saagile (KA t ha⁻¹) mahekatstes 2017. a.

Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust eelviljade ja kultuuri saagikuse vahel (Turkey-Kramer test, $p < 0,05$).

laiuskraadil võib olla hernemähkurite röövikute kahjustust igal aastal, röövikute talvitumine toimub sama põllu mullas. Tõrje olekski kevadkülv esimesel võimalusel, koristamine õigeaegselt, kõrrekoorimine ning sügav sügiskünd.

Odra saak oli mahesordil 'Evergreen' eelviljade keskmisena 3,26 ja sordil 'Anni' 2,53 t ha⁻¹ (1000 tera kaal vastavalt 51,4 ja 42,5 g). Jahedam kevad ja juunikuu sademed 2017. aastal olid teraviljadele sobivad, sest juunikuus moodustuvad odra saaki kujundavad stuktuurielemendid (peade pikkus, pähikute arv jm.). Suvirüpsi "Hohto" saak eelviljade keskmisena oli 1,40 t ha⁻¹ (1000 tera kaal 1,80 g) ja hernel 1,13 t ha⁻¹ (1000 tera 261 g).

Otradele oli kõige paremaks eelviljaks oder ise ja kõige halvemaks rüps. Hernes eelviljana jätab mulda palju suviumbrohtude seemet ja taliumbrohtusid (valge hanemalts, põldkannike, orashein, kõrvenõges jt). Herne järgi (tabel 3.3.3.1) kasvasid odrad kõige pikemaks võrreldes teiste eelviljadega (taime kõrgus 76 cm ja 71 cm vastavalt Anni ja Evergreen) ja andsid rohkem mitteproduktiivseid võrseid (0,9 tk taime kohta, teiste eelviljade järgi kasvades 0,2–0,6 tk taime kohta), mis ei andnud saagilisa. Odrad olid lamandumiskindlad.

Rüpsi sobiv eelvilili oli oder. Hernes jättis küll umbrohusema mulla eelviljana, kuid rohkem orgaanikat järgmisele kultuurile kui odrad aga selle mõju ei olnud näha järgneva kultuuri saagis. Rüps ja herne vahele oleks soovitav jätta 1–2 aastane puhkeaeg, sest mõlemad võivad kanda ühist haigust - valgemädanikku. Valgemädanikku (*Sclerotinia sclerotiorum*) nakatumist esineb sellistel aastatel, kui rüpsi õitsemiseelne- ja õitsemisaeg langeb vihmaperioodile - seeme jääb peeneks ja variseb (Kaarli, 2004). Rüpsi kõrgus eelviljade Anni, Evergreen ja Clarissa järgi oli vastavalt 100, 92 ja 98 cm, rüps rüpsi järgi 87 cm, seisukindlus hea - kõigi eelviljade puhul 8 palli (skaala 1–9 skaala, 1 = halb). Kõige väiksem oli rüpsi umbrohtuvus odra järgi vastavalt 1–2, rüpsi järgi 2, herne järgi 2–3. palli (1–5 numbriline skaala, number 5 - kõige suurem umbrohtuvus). Kõige rohkem külgharusid oli rüpsi peavarrel mahe odra järgi (3,5 tk), herne ja tavaodra järgi 3,4 tk ja rüpsi järgi 2,4 külgharu.

Tabel 3.3.3.1. Teraviljade saagi keemiline koostis 2016. ja 2017. aastal

Parameetrid	2016		2017	
	Anni	Evergreen	Anni	Evergreen
Kuivaine, %	86,5	86,5	88,1	85,8
Toorproteiin, %	12,2	9,2	12,5	11,5
Toorkiud, %	5,0	3,7	5,1	5,1
Toorrasv, %	1,7	1,7	2,5	3,1
Toortuhk, %	1,8	1,2	2,2	2,0
N-ta ekstraktiiv- ained, %	79,3	70,7	77,7	78,3
ME MJ/kg	13,0	13,0	13,1	13,2
Mahumass kg/hl	62,3	60,7	71,6	70,9

Rüpsi haiguste ja kahjurite leviku vähendamiseks ei tohi külvata rüpsi järgi rüpsi ega teisi ristõielisi kultuure enne 5 aastat. Sügiskünniga hävitame talvituvad noormardikad ja koritusjäänused. Rüpsi ja herne keemiline koostis on toodud tabelis 3.3.3.2.

Tabel 3.3.3.2. Herne ja rüpsi saagi keemiline koostis 2016. ja 2017. aastal

Parameetrid	2016		2017	
	Hernes	Rüps	Hernes	Rüps
Kuivaine, %	88,6	92,0	88,4	92,3
Toorproteiin,%	25,9	19,2	24,9	19,2
Toorkiud, %	2,2	14,2	3,2	14,5
Toorrasv, %	1,4	41,1	1,6	38,9
Toortuhk, %	3,2	4,0	3,6	4,2
N-ta ekstraktiiv- ained, %	67,3	21,5	66,7	23,2
ME MJ/kg	14,2	21,0	14,1	13,2
Mahumass kg/hl	62,3	60,7	71,6	70,9

Teraviljade proteiinisaldus sõltub kasvukoha mullaviljakusest ja ilmastikust, kuid väiksem ja suurem proteiinisaldus võib olla ka sordiomane tunnus. Sort 'Anni' on aretatud juba kõrgema proteiinisalduse sordina. Proteiinisaldust mõjutab ka kasvuaegne ilmastik. 2017. aasta jahedama kevadega ja piisava soojuse ning niiskusega kasvuperioodil omastasid taimed mullast toitaineid paremini kui 2016. a. keskmisest kõrgema õhutemperatuuriga kuivemal kasvuperioodil. Odrasortide toorproteiinisaldus ja terade mahumass olid 2017. a. suuremad 2016. a. samadest näitajatest ja ka teiste näitajate osas oli 2017. a. veidi parem. Sorditi olid kõikumised mõlemasuunalised ja erinevus parameetrite lõikes oli väike.

Mullaproove võeti kõikidelt variantidelt mikrobioloogilise aktiivsuse määramiseks dehüdogenaasi meetodil. Suurim aktiivsus oli eelvilja herne korral (11,1 µg/g/h) ja väiksem siis kui eelviljaks oli maheoder (8,2 µg /g/h).

Järeldused katsest „3“

Maheviljelusse sobivad need sordid, mis annavad rahuldavad saagid ka mõõduka mullaviljakusega muldadel. Mullast saavad toitaineid kätte suurema ja sügavama juurestikuga taimed, umbrohtusid suruvad alla mulda hästi katvad ja tihedamad külvid - kõike seda tuleb arvestada külvieelsel mullaharimisel. ja külvikorra koostamisel.

1. Seemneumbrohtude tõrjeks tuleb põldu külvijärgselt äestada. Kui äestada ei jõuta enne tärkamist, tuleks äestada oraseid ühe lehe faasis või 3–4 lehe faasis.
2. Kõige paremini suruvad umbrohtusid alla põldu hästi katvad ja tihedad külvid.
3. Rüps oma sügavate juurtega on hea mullastruktuuri parandaja maheviljeluses.
4. Suvirüps ei sobi mahetootmisel. Suvirüpsile tuleks eelistada talirüpsi, sest kahjurite rüüste tõttu jääb suvirapsi saak väikseks. Kevadise ja õitsemiseaegse (maakirp ja hiilamardikas)

kahjurite rüüste tõttu võib jääda saagiskolmandikust ilma. Sügisel, talirüpsi külvi aeg, ei ole maakirpe. Kevadise kiire kasvuga talirüps suudab lämmatada umbrohud.

5. Haiguste leviku vältimiseks ei tohi kasvatada rüpsi järgi enne 2–3.aastat herneist ja enne 5–6 aastat rist-ja liblikõielisi kultuure kui on olnud eelnevalt tugev valgemaädaniku nakkus.

3.3.4. Lappkatse „4“ tulemused

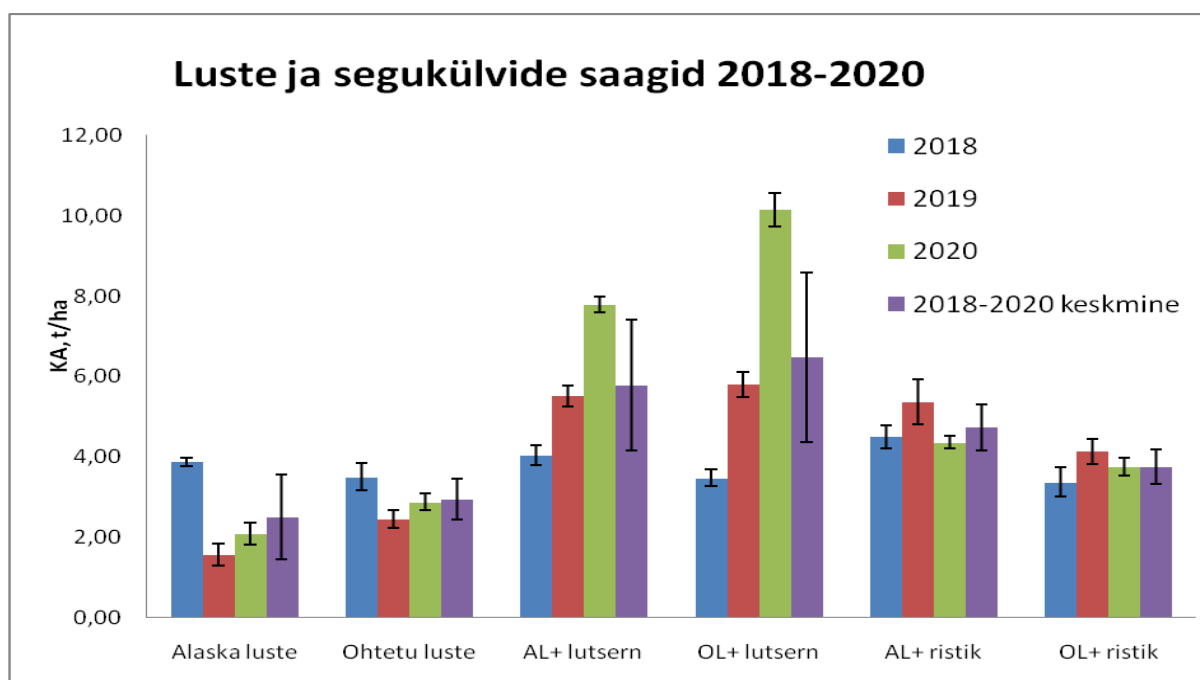
Katsesse võeti kiire ädalakasvuga ja talvekindel alaska luste 'Hakari' võrdluseks oli kohalik saagikas ja talvekindel ohtetu luste sort 'Lehis' ning nende segukülvid liblikõieliste sortidega, varase punase ristiku 'Varte' ja hübriidlutserni 'Karluga'. Uurimistöö eesmärgiks oli selgitada maheviljeluse tehnoloogia mõju alaska luste ja ohtetu luste puhas- ja nende liblikõieliste segukülvide saagile ja rohusööda toiteväärtusele. Kasvatades kõrrelisi puhaskülvis ei olnud kolme aasta keskmisena kuivaine saagi usutavat erinevust luste liikide vahel. Segus ristikuga saadi alaska luste puhul suurem saak (tabel 3.3.4.1).

Luste liigi ja segusse võetud liblikõieliste mõju saagi suurusele oli aastate lõikes erinev. Kõige suurem saak saadi luste-lutserni segukülvidest 2020. a. ja siis olid variantide vahelised erinevused usutavad. Esikohal oli ohtetu luste-lutserni segukylv (joonis 6). Segus punase ristikuga andis suurema saagi kõikidel katseaastatel ja kolme aasta keskmisena alaska luste.

Tabel 3.3.4.1. Alaska luste ja ohtetu luste saagid maheviljeluse puhaskülvis ning segus liblikõielistega 2018.–2020. a.

Variant	Kuivaine saak, t ha ⁻¹			
	2018	2019	2020	3 a keskmine
Alaska luste	3,88	1,56	2,09	2,51
Ohtetu luste	3,50	2,44	2,87	2,94
AL+ lutsern	4,04	5,52	7,78	5,78
OL+ lutsern	3,47	5,80	10,15	6,47
AL+ ristik	4,50	5,36	4,36	4,74
OL+ ristik	3,37	4,13	3,75	3,75
P=	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust (Tukey HSD test, P<0,05)



Joonis 6. Luste puhas- ja segukülvide KA saak aastatel 2018–2020.

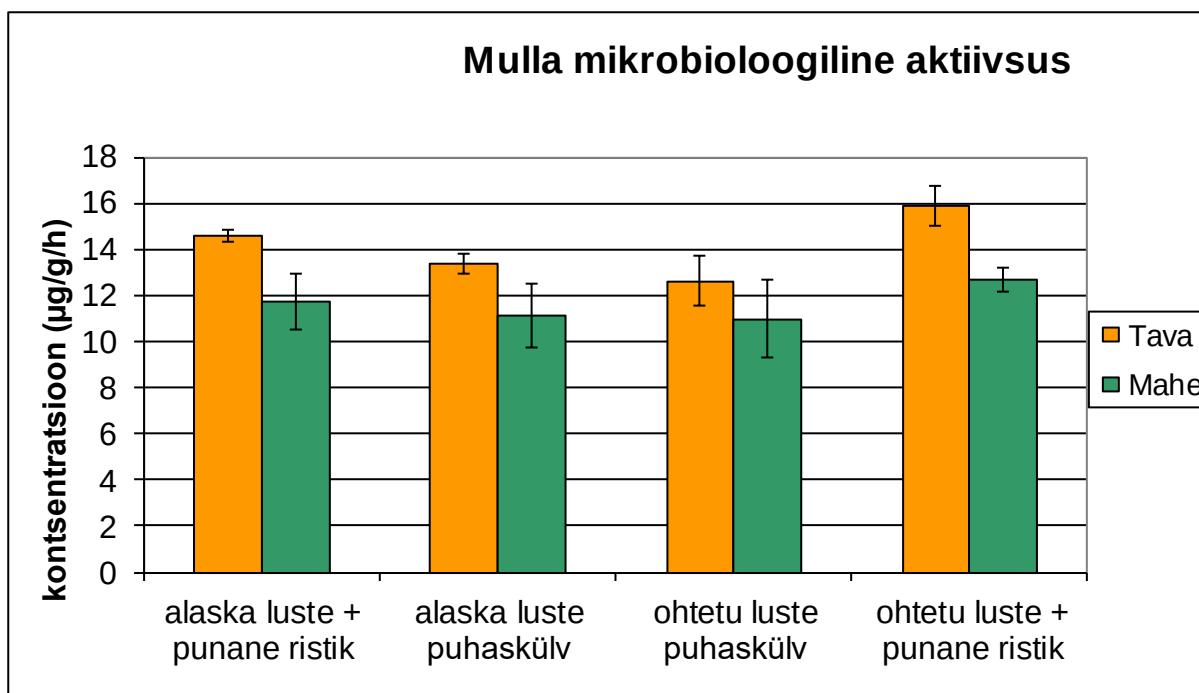
Karjamaa-raihein oli väga tugeva konkurentsivõimega liik. Suure osatähtsuse tõttu segudes takistas ta nii lustede kui ka liblikõieliste levikut ja kasvu rohustust. Niiskuselembese ja suure lämmastikunõudlusega liigina vähendas karjamaa-raihein saaki maheviljeluses.

Kuivaine keemilised analüüsid näitasid nii liblikõieliste kui ka karjamaa- raihena segudesse võtmise olulist mõju toiteväärtuse paranemisele (tabel 3.3.4.2). Proteiinisalduse suurenemisele aitasid kaasa eelkõige liblikõielised, kuid karjamaa-raiheinal oli samuti märgatav soodne mõju. Luste liikidest oli parema toiteväärtusega alaska luste külvid. Ohtetu luste segukülvid olid väiksema seeduvusega suurema kiusisalduse tõttu. Ädalas kuhtusid ohtetu luste alumised lehed rohkem kui alaska lustel.

Mikrobioloogilise aktiivsuse määramiseks dehüdogenaaasi meetodil võeti mullaproove luste puhaskülvidest ja nende segukülvidest punase ristikuga. Luste liikide vahel aktiivsuse usutavat erinevust ei olnud, kuid punane ristik suurendas seda (joonis 7).

Tabel 3.3.4.2. Toiteväärtuse muutused segusse võetud liikide mõjul

Variant	KA proteiin, %		KA seeduvus, %		Metaboliseeruv energia ME MJ/kg	
	Alaska luste	Ohtetu luste	Alaska luste	Ohtetu luste	Alaska luste	Ohtetu luste
Puhaskülv	9,8	10,1	63	61	9,7	9,3
Luste + karjamaa raihein	12,8	13,6	68	67	10,5	10,2
Luste + lutsern	19,5	14,8	68	64	10,5	9,8
Luste + karj.-raihein + lutsern	15,5	13,2	70	68	10,8	10,4
Luste + ristik	15,3	14,5	67	63	10,4	9,6
Luste + karj.-raihein + ristik	17,8	14,6	71	70	10,9	10,7



Joonis 7. Mulla mikrobioloogiline aktiivsus dehüdrogenaasi meetodil katses 4.

4. SOOVITUSED JA ETTEPANEKUD

Uued teadmised söödakultuuride kasvatamisel ja söödavarumise tehnoloogia täiustamisel

Uurimistöö tulemustest saadi järgmised uuendused ja soovitused:

1. Liblikõieliste-kõrreliste segukülvid annavad mahetootmises parima rohusööda. Nende viljelemisel on energiasisaldus suurem, proteiinisaldus piisav ja optimaalne niiteaeg pikeneb.
2. Liblikõieliste külvides sobivad uued liigid ja sordid: alaska luste, roog-aruheina pehmelehelised sordid 'Barelite', 'Barolex', 'Kora', aru-raihein ja karjamaa-raihein. Kõrreliste mõjul suureneb saak ja kuigi toorproteiinisaldus väheneb jääb rohusööda metaboliseeruva proteiini tase samaks kõrreliste 50% osaluse korral.
3. Maheviljeluse põllumullad muutuvad sageli kaaliumi ja väävlivaesteks kui külvikorras ei kasutata sõnnikut. Selle tulemusel jäävad liblikõielised (lutsern, punane ristik) kiduraks ega mõjuta rohusööda saaki ja toiteväärtust.
4. Majanduslikult on otstarbekas söödavarumisel optimaalse niiteaja määramisel kasutada 'siloseire' jooksvaid andmeid.
5. Karjamaadel rakendada vahelduvat kasutamist (karjatamine-niitmine), mis võimaldab kõrgema toiteväärtusega karjamaarohu söötmist ja ühtlasi suurendab karjamaade produktiivsust kuni 20%.

6. Võtta kasutusele käesoleva uurimuse andmete alusel tehtud karjamaarohu toiteväärtuse hindamise uus skaala, mille abil saab täpsemalt otsustada niitmise vajaduse ja aja üle.
7. Haljasväetisi kasvatades on võimalik esimene niide varuda söödaks kui liblikõielisega koos on külvatud kõrrelisi. Punasele ristikule või valgele mesikale sobib kaaslaseks itaalia raihein (kaheaastane), festuloliumi jt. Selle tulemusel paraneb sileeruvus ja suureneb silo söömus.
8. Parema toiteväärtuse tagamiseks tuleb hein teha võimalikult varakult, ka siin on abiks siloseire ja ilmastiku andmed.
9. Varem tehtud hein on suurema toiteväärtusega, kuid halvema säilivusega. Säilivuse parandamiseks on soovitatav maheviljeluses minna üle heinise tehnoloogia ja hoida sööt kilerullis.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Adojaan, J. 1961. Rohumaaviljelus Eestis. Tallinn, 592 lk.
- Bullock, J.M., Franklin, J., Stevenson, M.J., Silvertown, J., Coulson, S.J., Gregory, S.J. & Tofts, R. 2001. A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology* **38**, 253–267
- Jung, H. G. 1989. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agron. Journal*. **81**:39–46.
- Kaldmäe, H. 2013. Õlitaime seemnete ja neist valmistatud söötade keemiline koostis ja toiteväärtus. Tartu, 28 lk.
- Kaldmäe, H. 2013. Tera- ja kaunviljade keemiline koostis ja toiteväärtus. Tartu, 29 lk.
- Kaldmäe, H. 2011. Testfarmides kasutatud silo keemiline koostis ja toiteväärtus. Kärt, Olav (EditorsAbbr). Uurimistulemusi ja seisukohti piimalehmade söötmisel). Tartu. 51–61 lk.
- Kärt, O., Rihma, E., Olt, A., Ots, M., Samarütel, J., Tölp, S. 2011 Soovitatavad toitefaktorite kontsentratsioonimäärad. Rmt. Uurimistulemusi ja seisukohti piimalehmade söötmisel. Eesti Maaülikool. 88–89 lk.
- Külvet, A., Vessart, L., Vetemaa, A., Mikk, M. 2009. Mahepõllumajanduslik lihavesikasvatus. Ökoloogiliste tehnoloogiate Keskus, 20 lk.
- Leming, R; Kaldmäe, H; Ots, M. 2015. Maheloomakasvatases kasutatavate kohalike proteiinisöötade keemiline koostis ja proteiini lõhustuvus vatsas. *Terve loom ja tervislik toit*. Tartu. 58–62 lk.
- Mills, J., Rook, A.J., Dumont, B., Isselstein, J., Scimone, M. & Wallis De Vries, M.F. 2007. Effect of livestock breed and grazing intensity on grazing systems: 5. Management and policy implications. *Grass Forage Science* **62**, 429–436.
- Older, H; Tamm, U; Bender, A; Viiralt, R. 2000. Sown grasslands in Estonia: production potential and opportunities for improving the nutritive value of forage. In: Convencional and ecological grassland management. Tartu. 5–19 pp.
- Oll, Ü. 1994. Söötmisõpetus. Tallinn, Valgus, 303 lk.
- Oll, Ü. 1995. Põllumajandusloomade söötmisnormid koos söötade tabelitega. Tartu. 186 lk.
- Olt, A. 2013. Silo keemiline koostis ja toiteväärtus. Tartu. 34 lk.

- Ots, M., Jõudu, I., Kaldmäe, H., Kärt, O. 2015. Proteiinisöödad lüpsilehmade söödaratsioonis. *Terve loom ja tervislik toit*. Tartu. 52–57 lk.
- Ots, M.; Olt, A.; Tõlp, S. 2020. Poollooduslikud kooslused lihaveiste ja lammaste söödabaasina. Tartu. 81–90 lk.
- Pavlu, V., Hejzman, M., Pavlu, L., Gaisler, J. & Nežerková, P. 2006. Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **113**, 349–355.
- Piirsalu, P., 2012. Lambakasvatus I. Tartu. 200 lk.
- Piirsalu, P., Samarütel J., Tõlp, S., Ilves-Luht, A. 2015. Energia- ja proteiinitarbe katmine mahelammaste söötmisel ning mahelambaliha biokvaliteet. Tartu. 39 lk.
- Piirsalu, P., Kaart, T., Samarütel, J., Tõlp, S., Ilves, A., Jaakson, H., Nutt, I. 2018. Kaera lisa söötmise mõju rohusöödarikaste ratsioonide kasutamisel uttede toitumusele, jõudlusele ning vere glükoosi ja β -hüdroksübutüraadi sisaldusele mahefarmides. . *Agraarteadus*, XXIX (2), 106–114 lk.
- Pärtel, M., Sammul, M. & Bruun, H.H. 2005. Biodiversity in temperate European grasslands: origin and conservation. In: Lillak, R., Viiralt, R., Linke, A. & Geherman, V. (eds.) *Integrating efficient grassland farming and biodiversity. Grassland Science in Europe*. Tartu. 10 pp.
- Sau, A. 1965. Madalasaagiliste kultuurkarjamaade parandamine. Tallinn. 104 lk.
- Sau, A., 1970. Kultuurrohumaa heinaseemnesegud ja nende koostamine. EPA, Tartu. 31 lk.
- Sikk, V. 2005. Loomade mineraalne toitumine. Tartu, 224 lk.
- Tamm, U. 2000. Erinevate seemnesegudega rajatud karjamaade saak ja rohu toiteväärtus. – APS-Toimetised nr 11, lk 75–78.
- Tamm, U. 2005. Rohusööda toiteväärtus. Saku, 86 lk.
- Tamm, U. 2006. Vahelduvalt kasutatavad rohumaad. Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine. Jõgeva, lk. 490-497.
- Tamm, Uno (2017). Parema toiteväärtusega rohusööt. Eesti Taimekasvatuse Instituut. 57 lk.
- Tamm, U. 2017. Rohusööda toiteväärtus 2017. aastal. Eesti Taimekasvatuse Instituut. 51 lk.
- Tamm, U. 2018. Rohusööda toiteväärtus 2018. aastal. Eesti Taimekasvatuse Instituut. 55 lk.
- Tamm, U. 2019. Rohusööda toiteväärtus 2019. aastal. Eesti taimekasvatuse Instituut. 54 lk.
- Tamm, U., Meripõld, H., Tamm, S., Edesi, L. 2018. The nutritive value of alaska brome and tall fescue forage using different growing technologies. In: B. Horan, D. Hennessy, M. O'Donovan, E. Kennedy, B. McCarthy, J.A. Finn, B. O'Brien (Ed.). Sustainable meat and milk production from grasslands European Grassland Federation EGF. Vol.23. Cork.Ireland. 363–365 pp.
- Tamm, U., Meripõld, H., Tamm, S., Edesi, L., Loide, V. 2019. Põllukultuuride saak ja sööda kvaliteet maheviljeluses. Teaduselt mahepõllumajandusele, 120–125 lk.
- Tamm, U., Meripõld, H., Tamm, S., Tamm, S. and Loide, V. 2020. The effect of fertilisation on the yield and nutritive value of organic lucerne-grass pastures. *Grassland Science in Europe*. Vol. 25. Helsinki. 354–356 pp.
- Toomre, R. 1965. Pikaajalised kultuurkarjamaad ja nende kasutamise teaduslikud alused. Tallinn. 478.
- Tõlp, S.; Piirsalu, P. 2008. Piimakitsede söötmisnormid. *Agraarteadus*, XIX (1), 23–32.
- Tõlp, S.; Ots, M. 2020. Lihaveiste toitefaktorite söötmisnormid. *Terve loom ja tervislik toit*. Tartu. 114–120.
- Viiralt, R. 1999. Bioloogiline mitmekesisus rohumaadel, tähtsus ja ajalooline taust. Loodushoidlikud rohumaad. Jäneda Õppe- ja Nõuandekeskus, 79–85.