



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

LIIVIMAA LIHAVEIS MTÜ INNOVATSIOONIKLASTER

Eesti kliimatingimustesse sobiliku *adaptive multi-paddock grazing* (e-AMPG)
karjatamissüsteemi välja töötamine.

INNOVATSIOONITEGEVUS nr 18

Ingliskeelsete teadustööde, kirjanduse ja publikatsioonide ning välisekspertide konsultatsioonide põhjal koostatakse AMPG karjatamise valdkonna ülevaade sh näited Eesti varesematest sarnastest kogemustest. Eesti kliimatingimustesse sobiliku *adaptive multi-paddock grazing* (e-AMPG) karjatamisviisi kontseptsioon.

Koostaja: Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut (Kadri Tali, Katrin Heinsoo)

Rakendusüüringu „Eesti kliimatingimustesse sobiliku *adaptive multi-paddock grazing* (e-AMPG) karjatamissüsteemi välja töötamine“ aruanne.

Käesolev aruanne koosneb kahest osast. Teadustööde, kirjanduse ja publikatsioonide ning väliseksperide konsultatsioonide põhjal koostatud: (I) AMPG karjatamise valdkonna ülevaade, (II) Projekti jooksul teostatud uuringute põhjal loodava Eesti kliimatingimustesse sobiliku *adaptive multi-paddock grazing* karjatamisviisi kontseptsiooni kirjeldus (e-AMPG).

I

Sisukord

Sissejuhatus	3
Mõisted	5
1 Maailmakirjanduse ülevaade	6
1.1 Karjatamisperioodi valik	7
1.2 Karjamaarohu vananemine, kariloomade dieet ja sööda omastatavus.....	10
1.3 Liigirikkus.....	11
1.4 Loomade käitumine.....	12
1.4 Põletamine	13
1.5 Mullaomadustega arvestamine.....	13
1.6 Terviklikult planeeritud karjatamine	15
2 Eesti olud	15
Kirjanduse loend.....	17
Kasutatud kirjandus.....	27

Sissejuhatus

Tellijal sooviks oli koondada teadaolevad adaptiivsete mitme kopluga karjatamissüsteemide uurimistulemused püsirohumaadel või looduslikel rohumaadel ning planeerida paremini innovaatilisi karjatamisviise ka Eesti poollooduslikel rohumaadel.

Suured metsikud sõralised ja hiljem kariloomad on olnud peamised Eesti avamaastike kujundajad ja avatuna hoidjad. Selline pikaajaline koosmõju on kujundanud kooslused, kus nii taimed kui kariloomad on kujundanud välja vastastikku sobivad kooselumehhanismid ning on leitud, et karjatamissüsteemid, mis kõige paremini imiteerivad põliseid karjade rändamisi avaldavad ka kõige vähem kahjulikku mõju taimestikule (Danckwerts jt 1993).

Rohusööjad mõjutavad karjatatavate alade taimkatte liigirikkust, liigilist koosseisu, mullaviljakust, mullatihedust, süsiniku ladestumist jne. Heas seisundis karjamaad on tootlikumad, stabiilsemad ja vastupidavamad keskkonnamuutuste suhtes kui kurnatud või degradeerunud alad ning nad võimaldavad nii enamaid ökosüsteemiteenuseid kui ka paremat teenistust karjakasvatajale.

Karjatamist võib üldiselt jagada vabakarjatamiseks ja rotatsioonkarjatamiseks. Viimane omakorda võib olla erineva intensiivsusega. Eraldi tuleks käsitleda ka kultuurkarjamaadel ning poollooduslikel aladel karjatamist, seda nii söödakoguste ja –kvaliteedi erinevuste tõttu kui ka oluliselt erinevate toetustingimuste tõttu. Mitmed poollooduslike koosluste hoolduskavad (vt <https://www.keskkonnaamet.ee/et/eesmargid-tegevused/maahooldus>) on soovitanud portsjoniviisilist karjatamist, eriti koosluse taastumise ajal, et paremini suunata koormusi ja vabaneda ebasoovitavate tugevakasvuliste liikide konkurentsist. Siiski ei ole see meetod looduskaitsealadel just levinud. Eesti tingimustes on poollooduslikel aladel karjatamise puhul pea eranditult kasutusel vabakarjatamine.

Hästi ajastatud karjatamise puhul sobitatakse kasvuperioodist tingitud erinevused rohusaagis ja -kvaliteedis loomade söödavajadusega. Rotatsioonilise karjatamise puhul on karjatatav rohumaad jaotatud kopliteks, kuhu loomad lastakse suhteliselt lühikeseks perioodiks. Tingimustes, kus loomadel ei ole valikuvõimalust, sunnitakse loomi sööma ka halvema söödavusega või vähem maitsvaid heintaimeliike (nt roog-aruhein). Karjatamisele peab järgnema puhkeperiood, mille vältel karjamaataimik saab areneda järgmiseks karjatamiseks sobivasse arengufaasi. Taimede

püsivuse seisukohalt on oluline, et nad saaksid puhkeperioodil koguda juurtesse vajalikul hulgal toitainete tagavara.

Uuringud näitavad, et vabakarjatamise korral kasutavad loomad ära vaid osa karjamaa söödapotentsiaalset, sageli kasvavad taimed liiga vanaks ja kaotavad oma toiteväärtuse ja maitse, maitsvamad ja kõrgema toiteväärtusega taimed kannatavad aga ülekarjatamise all. Just poollooduslikud alad on eriti tundlikud lokaalsete ülekarjatamisilmingute suhtes. Vabakarjatamise puhul mosaiiksetel karjamaadel saavad just väärtuslikuma taimekooslusega ja liigirikkamad alad oluliselt suurema koormuse ning ei suuda piisavalt taastuda, kuigi ülepinnaliselt võivad karjatamiskoormused isegi soovituslikust madalamad olla, mis omakorda tingib toetusnõuete (üle 50% alast ei ole madalmurus) täitmata jätmise. Üle- ja alakarjatamine mõjutab tugevalt ka mullaomadusi ja stabiilset süsinikuvaru mullas. Umbes 2/3 globaalsest mulla süsinikust hoitakse mulla orgaanilise süsinikuna ja ülejäänud anorgaanilise süsinikuna. Stabiilsed vanad rohumaad on head süsiniku(C)-sidujad, samas kui ülekarjatamise põhjustatud erosioon ja kamara kahjustamine tingib süsiniku varude vähenemise. Niiskete piirkondade poollooduslikud rohumaad on väga tundlikud keskkonna muutustele (s.h. veesisaldus, temperatuur, toitainete režiim ja mikroobide aktiivsus), kus isegi väiksem mulla orgaanilise aine lagunemiskiiruse kasv võib põhjustada suuri süsiniku väljavoogusid tagasi atmosfääri. (Mitra jt 2005).

Mitmekoplilise rotatsioonilise karjatamise (*multi-paddock rotational grazing*) eelised poollooduslike koosluste hooldamisel on kirjeldatud paljudes riikides, kuid eelkõige piirkondades, kus on ajalooliselt karjatatud väga suurtel aladel (stepid, rohtlad) ja valdavalt on seal tegu ka väga kuivade tingimustega. Adaptiivne mitmekopliline karjatamine (*Adaptive multi-paddock grazing* e. AMPG) on innovatiivne karjatamismeetod, mis on laialdaselt levinud Põhja- ja Ladina-Ameerikas, Uus-Meremaal ja Austraalias (kasutusel umbes 18 miljonil hektaril rohumaal).

Eestis on kopliviisiline karjatamine vähelevinud, sellealane eestikeelne kirjandus piirdub 1970ndatel ja -80ndatel avaldatud käsiraamatutega. Varasemalt tehtud rotatsioonilise karjatamise katsed on läbi viidud kultuurkarjamaadel (Lillak, käsikiri, Lisa 1) ning poolloodulikel rohumaadel Eesti kliimatingimustes läbiviidud karjatamisealased teadustööd esialgu puuduvad. Seetõttu käsitleme käesoleva ülevaate viimases, Eesti tingimustele pühendatud osas, peamisi rotatsioonkarjatamise soovitusi lähtudes kasutus sobivusest poollooduslikel kooslustel (PLKdel) lühidalt ja kriitiliselt, osundades probleemidele ja küsimustele, millele tuleb veel vastuseid otsida.

Mõisted

Adaptiivne mitmekoppliline karjatamine (*Adaptive multi-paddock grazing* e. AMP karjatamine) on rotatsioonilise karjatamise efektiivsem vorm, kus ühes koplis karjatamise ajal teised alad taastuvad ning loomkoormust kohandatakse paindlikult vastavalt aasta rohukasvule ja tingimustele.

Funktsionaalsed grupid – antud kontekstis taimeliikide grupid, mis sarnanevad on põllumajandusliku väärtuse ning keemilise koostise poolest. Siinses töös jaotatakse lämmastiku- ning valgurikasteks liblikõielisteks, kiirekasvulisteks ning suure niiskusesisaldusega rohunditeks, mineraali (sh räni)rohketeks tarnadeks-osjadeks ning pikaajalise stabiilse kasvuga kõrrelisteks.

HILF (high intensity, low frequency rotational grazing) – kõrge intensiivsuse ja madala sagedusega rotatsioonkarjatamine

Karjatamisringi kestvus - karjatamisele kulunud aeg + rohumaa puhkeperiood.

Liigirikkus – mitmekesisuse mõõt, koosluses, alal, elupaigas või pinnaühikul esinevate liikide arv. Liigirikkus tagab ökoloogilise paindlikkuse ja suurema vastupanuvõime võimalikele häiringutele ja negatiivsetele mõjudele sh kliimamuutustele.

Nudimine (ingliseelses kirjanduses defoliation) – karjamaataimede lehitukssöömine.

Paljukoppliline karjatamine – kasutusel on suur hulk väikseid karjakopleid, reeglina 16-30 koplit karjamaa kohta, erinevalt mitmekopplilisest süsteemist, kus kasutatakse vähem suuremaid kopleid.

Rotatsiooniline karjatamine (*Rotational grazing*) – kopliviisiline karjatamine. Vabakarjatamine (*Continuous grazing*) e. süsteemitu e. pidevkarjatamine tähendab rohumaa ekstensiivset kasutust kus loomad viibivad kogu karjatamisperioodi suurel, jaotamata karjamaal.

Süsiniku (C) ladestumine – protsess, millega aeglustatakse süsinikringet sidudes seda elementi pikemaks ajaks erinevatesse keemiliselt või bioloogilistesse ühenditesse. Põllumajanduses aitab süsiniku ladestumisele kaasa üheaastaste põllukultuuride asendamine mitmeaastastega ning rohumaade kamardumise soodustamine, kuna sellised muutused suurendavad nii maa-aluse biomassi kui mulla süsiniku hulka kuni järgmise stabiilsusastmeni.

Terviklikult planeeritud karjatamine (*Holistic Planned Grazing™*) on Allan Savory instituudi patenteeritud mudel, mis rõhutab terviklikku lähenemist karjamaade hooldamisele, võttes arvesse mullastiku, vee- ja mineraaltsükleid, loomade elupaiku ja kogu ümbritsevat ökosüsteemi. Selline mudel on seni ennast tõestanud eelkõige maailma kuivades ja kõrbestunud piirkondades nii üle- kui alakarjatatud rohumaade taastamisel.

Vabakarjatamine (*Continuous grazing*) e. süsteemitu e. pidevkarjatamine tähendab rohumaade ekstensiivset kasutust kus loomad viibivad kogu karjatamisperioodi suurel, jaotamata karjamaal.

1 Maailmakirjanduse ülevaade

AMP karjatamise ülevaade maailmas põhineb teadusartiklites avaldatul ja käsitleb seetõttu peamiselt Ameerika preeriat ja Aafrika rohtlates ning savannides, aga ka Austraalias ja Uus-Meremaal tehtud uurimistöödest, sealjuures on USA (Utah ja Texas) ning Lõuna-Aafrikas kariloomadeks peamiselt veised ning Austraalias peamiselt lambad (Badgery jt.). Hobustega tehtud karjatamisuuringuid on teistega võrreldes vähe.

Suuremates karjakasvatuspriirkondades on reeglina probleemiks ülekarjatamine – vabalt liikuvate loomakarjade asendumine kariloomadega on enamasti kõikjal kaasa toonud ülekarjatamise ja rohtlate ning preeriade degradeerumise (Provenza 2003).

AMP karjatamise meetodika põhineb ajaliselt täpselt plaanitud rohttaimede lühiajalisel pügamisel ja järgneval piisava taastumise võimaldamisel. Võrreldes tüüpiliste rotatsiooniliste karjatamisviisidega, kus karjatamise optimaalse vaheaja valiku aluseks võetakse rohu tagavara või uue 10...20 cm kõrge ädala kasvuks kuluv aeg, pööravad AMP süsteemid põhitähelepanu soovitud

liikide produktiivsuse suurendamise. Sellega välistatakse väärtuslike heintaimede optimaalsest arengufaasist varasem ja sagedam kärpimine, mis vähendaks nende liikide saagipotentsiaali ja eluiga.

Wang, Teaque ja Park (2016) uurisid matemaatiliste mudelite abil vaba- ja AMP karjatamise mõjusid taimestikule ja karja söödatabimisele. Sisendina kasutati Põhja-Ameerika kõrgekasvuliste kõrrelistega preerias leitud parameetreid. Selgus, et väikestel aladel, kus erinevate karjatamismeetodite puhul ei teki erinevusi taimede söömisel ei ole AMP karjatamisel eeliseid. Küll aga ilmnevad AMP karjatamise eelised suurtel karjamaadel, kus parem lehituks muutmise kontrollimine parandab taimiku koostist ja produktiivsust, järelkult ka karja söömust võrreldes vabakarjatamisega oluliselt, eriti kui kasutatakse suuremat karjatamisintensiivsust ja algne biomassi koostis on suhteliselt ebasobivam. Paljukopplilise karjatamise eelised vähenevad ka suurema sademete hulga, väike loomade arvu, ebasoovitavate taimeliikide madal arvukuse ja ebapiisavate taastumisperiodide korral.

1.1 Karjatamisperioodi valik

Norton (1998) tõi välja üheksa karjatamiskatsete näidet (Kanadas, USA-s, Zimbabwe-s, Austraalias ja Uus-Meremaal) kestusega 5-35 a. kus karjatamiskoormused olid 40% kuni 200% soovituslikust, kuid negatiivset ökoloogilist mõju ei ilmnenu. Samas kritiseerivad Teaque jt. (2011) Briske jt. (2008) Nortoni analüüsi, kuna karjatamisperioodid olid enamasti soovitatavast lühemad. Preerias kirjeldatakse 30-49 päevaseid taastumisperioode, kuid paremaid tulemusi saavutatakse pikemate, 45-90 päevaste perioodide kasutamisel (Teaque jt, 2011). Kahe kuni viie kopluga katsete puhul on tavaliselt karjatamisperiood 30 kuni 365 päeva, seega ei saa nende puhul alla 100 päevast puhkeperioodi kindlasti sobivaks pidada. Kuivematel aladel peaks kergele kuni keskmisele karjatamiskoormusele kindlasti järgnema täispikk puhkeperiood (terve üks kasvuperiood).

Taastumise aeg sõltub nudimise astmest – mida enam on taimik ära söödud, seda enam aega on vaja selle taastumiseks

Taastumisaeg sõltub suuresti taimestiku liigilisest koosseisust karjamaal, aga ka ilmastikust jm teguritest. Trlica jt. (1977) leidsid, et mõnede liikide optimaalse saagi jaoks oli vaja 26-kuulist

taastumist peale intensiivset karjatamist. Taastumisperioode on võimalik täpsustada eelistatavatele liikidele soodsamaks. On leitud, et suvel kolmeks kuuks karjatamise peatamine suurendas maitsvamate taimede osakaalu karjamaarohus võrreldes pideva vabakarjatamisega.

Mitmel pool Põhja-Ameerika kuivades ja poolkuivades rajoonides vajavad taimed taastumiseks enamikku kasvuperioidist. Kui koosluses on nii jaheda- kui soojalembeseid taimi, siis on soovitatud varasemal kasvuperioidil lühike karjatamistsükkel ja puhkus peaks algama juba jahedalembeste rohundite kasvuajal. Hilisem karjatamistsükkel kasutab soojema perioodi liike ja sellele järgneb karjamaa puhkus, mille ajal viimased liigid saaksid taastuda.

Arvestada tuleb ka ilmastikutingimustega: LAV-is töötati välja metoodika nii väheste- kui paljukoppliliste karjatamissüsteemide kasutamiseks väga varieeruva kliimaga poolkuivadel karjamaadel, et saavutada parim võimalik loomade juurdekasv ja ühtlasi parandada taimikut. Loomade hea juurdekasv tagatakse sellega, et järgmistes koplites on piisavalt väärtuslikku sööta, karjatamine on rotatsiooniline, kuid mitte intensiivne. Väga kuivadel aastatel tuleb karjatamiseks kasutada ka puhkamisele planeeritud kopleid, st puhkavad koplid on puhvriks kehvemate ilmastikutingimuste korral. Mitme järjestikuse põuaasta korral tuleb loomi kas vähendada või lisakarjamaid rentida.

USAs on karjasaaruse muutmine suhteliselt lihtne ja kiire ning head karjapidajad reguleerivadki karjamaade kasutust pigem loomade arvu muutmise teel.

Loomade lühikesel alal viibimisel võrreldes vabakarjatamisega on mitu eelist: (1) vähendab selektiivsust, maitsvamaid taimi ei sööda nii palju ära; (2) lühikese perioodi jooksul süüakse ühest taimest väiksem osa; (3) söömus jaguneb ühtlasemalt üle maastiku.

Maitsvamate liikide füsioloogia võib mõjutada taastumisaega oluliselt. Sellised liigid püsivad karjamaal, kuna nad investeerivad pigem kiirekasvulistesse fotosünteesivatesse kudedesse, mitte energiakulukatesse tõrjemeetmetesse mõruainete sünteesimisel. Kui selektiivsus väheneb ja kõiki liike süüakse enamvähem samaväärselt, on maitsvamatel liikidel edemus võrreldes olukorraga, kui neid kogu vegetatsiooniperioodi pidevalt eelistatult süüakse.

Keskmiitel ja kõrgekasvulistel kõrrelistel võib kasvuperioodi jooksul toimuv kärpimine (nudimine) oluliselt vähendada mõjutada taimede elujõudu ja talletatavate süsivesikute varu (st järgmise aasta kasvu) võrreldes olukorraga, kus neid liike süüakse muudel aegadel (st väljaspool aktiivset kasvuperioodi) (Mullahey jt 1990; Mullahey jt 1991; Reece jt 1996; Cullan jt 1999)

Puhke- ja karjatamisperioodide pikkuse õige vahekorra olulisust illustreerib Barnes'i ja Denny uuringud Zimbabwe rohumaadel, kus võrreldi 5, 10 ja 20 päevaseid karjatamisi kombineerituna 15, 30, 35, 60, 70 ja 140 päevaste taastumisperioodidega (Norton 2003). loomade juurdekasv kahanes lineaarselt ~70 - ~50 kg/isend kui karjatamisperiood suurenes ning ~70 - ~40 kg/isend kui taastumisperiood pikenes 15-lt 140-le päevale. Parimaid tulemusi saavutati karjatades lühikese aja jooksul keskmise koormusega ja uue ringiga taaskarjatades enne, kui taimed vananeda ja puituda jõuavad. Nii kõrge kui madala loomkoormuse puhul tõuseb juurdekasv karjatamisperioodide lühenedes. Karjatamisperioodi pikkusel leiti olevat suurem mõju kui puhkeperioodi pikkusel.

Kopliite arv: karjakasvatajad, kes püüdlevad maksimaalse jätkusuutliku toodangu poole karjatavad enamasti intensiivse mitmekopliilise süsteemi järgi (16-30 koplit karja kohta) (Norton 1998). Kuna jätkusuutliku toodangu maksimum on varieeruv suurus ja erinevatel aastatel väga erinev, suurendab selline majandamine taluniku riski. Veidi liiga suur koormus või kehv ilm võib söödakoguseid märkimisväärselt vähendada.

Samas paljukopliilise süsteemi kasutajad leiavad sageli, et neil on piisavalt sööta ja tegelik risk on madalam, kuna loomade jaotumus karjamaadel on parem. Majandamistegevused ja otsustused on küll keerukamad, kuid kokkuvõttes toob selline meetod kaasa väiksema ökoloogilise ohu. Ühte koplit karjatatakse aastas ca 12 päeva (2 perioodi 6 päeva korraga) ja seega saab ala puhata 350 päeva aastas. Kui 1-2 koplit on probleemsed (kehva rohukasvuga või mürgiste taimedega) saab nad väga kergesti karjatamiskorrast välja arvata.

Väiksem koplite arv rotatsioonis (4-12) ei võimalda paindlikku otsustamist ning pisemadki vead võivad põhjustada palju tõsisemaid tagajärgi, rohkearvulisemate (kuigi pindalalt väiksemate) koplite olemasolu - söödapuhver on väike ja mõne kopli mingil põhjusel karjatamisringist väljajätmine ei ole mõeldav.

Enamik uuringuid ja katseid on tehtud just sellise suhteliselt väikese koplite arvuga.

AMP karjatamise soovitajad on alati väitnud, et karjatamise ajastamine ja puhkeperioodide kohandamine sobivaks erinevatele karjamaataimedele on edu saavutamisel võtmetähtsusega (Savory 1983; McCosker 1994), ning võimaliku ebaedu taga on tõenäoliselt aeglase taimekasvu perioodil mittepiisava taastumisperioodi pakkumine (Savory ja Butterfield 1998). Mitmete uuringute puhul on kahtlusi, et rotatsioonilise karjatamise kasutegurid ei tule välja just paindumatu, kalendripõhise karjatamisringi (nt. HILF meetodi) kasutamise tõttu (nt Kirby jt 1986).

1.2 Karjamaarohu vananemine, kariloomade dieet ja sööda omastatavus.

Parasniiskes kliimas valmib ja vananeb sööt kiiresti. Kõrgemad heintaimed puituvad kergesti. Sellistes piirkondades on soovitav selline rotatsiooniline karjatamine, mis hoiaks taimikut pidevalt vegetatiivses seisundis, maitsva ja värskena. Liigpikk puhkeperiood või madal karjatamiskoormus tingivad söödakvaliteedi languse. Kui karjatamisintensiivsus on optimaalsel tasemel, tõuseb piisava niiskuse ja toitainete olemasolu korral taimiku tootlikkus. Edukalt primaarproduktiooni tõstev karjatamismeetod imiteerib rändavaid suuri rohusööjaid, kes liikusid värskel rohu kannul ja kus peale intensiivset karjatamisperioodi järgnes pikk taastumisaeg.

Intensiivsetes karjatamissüsteemides on võimalik suurendada taimse biomassi juurdekasvu vältides pidevat lehitumist ja tagades taimedele piisavalt aega ja ressursi taastumiseks. Vabakarjatamise käigus ei ole maitsvamatel taimedel sageli võimalik taastuda (Teague and Dowhower, 2003).

Taimede ja loomade heaolu on omavahel otseselt seotud. Sööda seeduvus on suurem madala biomassi puhul ja langeb kui biomassi kogus kasvab. Suhteline taime kasvukiirus on madal nii väikese lehemassi kui ka seemnevalmimise-aegse suure lehemassi korral. Maksimaalne on taimse biomassi kasvukiirus keskmise liigispetsiifilise biomassiga vegetatiivses staadiumis taimedel. Sellest järeldub, et vabakarjatamise korral on kogu ala keskmine taimse biomassi kasvukiirus madal, kuna nii ülekarjatatud laikudes kui ka loomade poolt välditud pindadel kasvavad pigem esimesse kui teise gruppi kuuluvad isendid. Veel enam, kui piirkonnas on piisavalt vett ja

toitaineid, hoiab rotatsioonkarjatamine taimed kauem vegetatiivses seisundis ja takistab nende puitumist ning viljumist (Burke jt 1998).

1.3 Liigirikkus.

Briske jt. (2008) ei toonud oma uuringutes küll liigilise koosseisu osa eraldi välja, kuid tema analüüsides on võimalik välja lugeda, et ühes uurimuses 26st saavutati parem liigiline koosseis karjamaal vabakarjatamise abil. Isegi kui katseskeem ei võimaldanud piisavat karjamaa taastumist, oli võimalik tuvastada taimekoosluste aeglasemat degradeerumist rotatsioonilise karjatamise tingimustes võrreldes vabakarjatamisega.

Taimede funktsionaalsete gruppide osakaalu muutused: Austraalia lambakarjamaadel (üle 70% kõrreliste osakaal, vabakarjatamisega aladel 4,2 utte ja rotatsioonkarjatamisega aladel 5,3 utte hektari kohta) toimus 20-kopliilises süsteemis väike looduslike kõrreliste katvuse kasv ja liblikõieliste ning laialehiste umbrohtude arvukuse kahanemine võrreldes 1 ja 4-kopliilise karjatamisega. Karjamaa kogusaagis oli 4-aastase eksperimendi viimasel kahel aastal 21% kõrgem, kui vabakarjatataval alal. Mõju liigilisele koosseisule oli väike, produktiivsus ja taimiku katvus intensiivsema rotatsioonilise karjatamisega mõnevõrra suurenesid. Sisuliselt nähtus neist katsetest, et kui karjatamise intensiivsust sama loomkoormuse juures suurendada, siis suureneb karjamaalt saadava biomassi kogus tänu ühtlasemalt jaotunud karjatamisele. (Badgery, 2017).

Saksamaa vanadel lamminiitudel tehti kindlaks, et karjamaa taimede liigiline koosseis (liigirikkus) sõltus peamiselt kõrgusjoonest, mullalämmastikust, kaugusest järgmise liigirikka rohumaani ning majandamissagedusest. Sealjuures olid kõrgus ja kaugus negatiivselt ja majandamine positiivselt sõltuvuses hilissuktsessioniliikide liikide ohtrusest (Bischoff, 2009)

Orr jt. (2012) näitasid, et loomade toidueelistused muutuvad kasvuperioodi jooksul funktsionaalsete gruppide kaupa – keskmise karjatamiskoormuse korral oli kõrgete kõrreliste söömumus madalam ja liblikõieliste ning muude rohundite söömumus kõrgem kui madala karjatamiskoormuse korral.

1.4 Loomade käitumine

On ekslik loota, et intensiivsete portsjonkarjatamissüsteemide eesmärgiks on eelkõige ja ainult selektiivsuse vähendamine ja ühtlase murupinna tekitamine. Suuremal või vähemal määral jääb selektiivne söömine ja laigulisus karjamaadele igal juhul alles (Hunt jt 2007).

Heitschmidt ja Taylor (1991) väidavad, et väiksemas koplis suureneb konkurents ning valikuvõimaluste vähenedes kahaneb ka loomade poolt söödavate taimede toiteväärtus, põhjustades toodangu langust. Tegelikult toimub sarnane kohatine ülekarjatamine ka vabakarjatamise puhul, kuid sel juhul jääb suur osa pinda lihtsalt üle käimata. Kui jagada 1000 ha karjamaa neljaks 250 ha kopliks, satuvad loomad kindlasti rohkematesse sellistesse kohtadesse, kuhu nad suure karjamaa korral poleks jõudnud.

Kariloomad õpivad optimeerima oma toidukasutust vastavalt oma varasematele kogemustele (Provenza jt 2003). Kui nad harjuvad sööma ainult väikest osa maitsvamatest rohunditest, ei saa nad kogeda mitmekesisemast toiduvalikust saadavat kasu, ka ei kohane kari oma karjamaa kõigi võimalustega (Provenza 2008). Aja jooksul muudab selline selektiivne söömine ka karjamaarohu koostist ning vähendab loomadele eri aegadel kasulike ja vajalike taimede tundmaõppimist veelgi. Kui soodustada kogu karjamaal saadaoleva liigifondi proovimist suurendab see tõenäosust, et kari õpib kasutama ka vähemmaitsvaid, kuid tervisele kasulikke jt liike ja vältima mürgiseid. Toidueelistusi mõjutavad nii kättesaadavus kui ka kogemus (Villalba jt 2004) ja loomad õpivad sööma ka senitundmatuid taimi (Shaw jt 2006). Tutvumisperioodil on küll oluline loomade hoolsam jälgimine ja majandamine, kuid selle tulemusena on võimalik õpetada karja maastiku võimalusi rohkem ära kasutama. Üleminekul vabakarjatamiselt kopliviisilisele karjatamisele on tõenäoline loomade juurdekasvu esialgne mõningane langus, kuni kari õpib uut moodi ja mitmekesisemalt toituma. Selline kohanemisperiood võib kesta olenevalt loomaliigist, loomade tüübist (noorloomad, emad järelkasvuga jne) ja karjasuurusest kuni kolme aastani (Provenza 2003).

1.4 Põletamine

Kuna see meetod ei ole meie tingimustes kasutatav, siis mainime vaid lühidalt ära, et paljudele Ameerika ja Aafrika farmeritele on tule kasutamine oluline tööriist nii vaba- kui rotatsioonkarjatamise kasutamisel, kuna see leevendab pideva selektiivse söömise mõjusid. Lopsakas kasv, mis põlengule järgneb meeldib kariloomadele. Ka Eestis on looduskaitse eesmärkidel põletamise kasutamisest palju räägitud ja külmunud maa peal ka soovitatud, kuid praegu on see Päästeameti poolt rangelt keelatud. Pool-looduslike koosluste kulu põletamine Jaapanis on küll näidanud, et selline sealsetes oludes traditsiooniline karjamaade hooldamisviis aitab küll parandada osade selleks kohanenud putukate elutingimusi, kuid üldkokkuvõttes on selgrootute liigiline mitmekesisus kevadise kulupõletusega aladel oluliselt väiksem kui rohumaadel, kus seda ei tehta (Melts, käsikiri, 2018).

1.5 Mullaomadustega arvestamine

Muutused keskkonnatingimustes toimuvad enamasti järkjärgult ja inimesed ei teadvusta neid endale enne, kui mingi oluline lävepakk on ületatud ja tingimuste tagasipööramine võimatu või väga keeruline. Kui selle piiri lähedust tähele ei panda ja seda ennustavaid indikaatoreid pidevalt ei jälgita, on keeruline seletada vaid majanduslikku tulule keskendunud maaomanikele, et tuluallikaks planeeritud ökosüsteem on juba degradeerunud. Majandusliku jätkusuutlikkuse tagamiseks on vaja jälgida ja parandada karjamaade biofüüsikalisi funktsioone ja omadusi, sh orgaanika akumulatsiooni, veeringet, mikroelementide ringet jmt. Pikas perspektiivis annab selline lähenemine suurema summarse kasumi.

Mulla süsiniku varu globaalsel tasandil on oluline kliimamuutuste mõjutaja ning kohalikul tasandil oluline mullaviljakuse indikaator. Mulla orgaanilise süsiniku (SOC – *soil organic carbon*) hulka mõjutavad keskkonnatingimused (niiskus, sademed, taimkattetiüp) ja inimtegevus. See teadmine on väga tähtis kliimamuutuste leevendamisel, sest mullad võivad olla nii süsiniku sidujaks kui atmosfääri lenduva süsinikdioksiidi (CO₂) allikaks. Orgaanilise süsiniku sisaldus mullas mõjutab paljusid mulla omadusi: värvust, mineraalainete sisaldust, toitainete ringlust ja stabiilsust, mis omakorda mõjutavad veevahetust ja õhustatust (Post & Kwon 2000; Wang *jt* 2014). Niisked rohumaad salvestavad rohkem

süsinikku ja seetõttu on olulised süsiniku allikad või varamud, kuid majandamisvigade tõttu võib sealne süsinik saada osaks kasvuhoonegaasides. Sel juhul väheneb ka nii mullaviljakus kui veehoiuvõime.

Maa ilma muldade orgaanilise süsiniku varu võib laias laastus jagada labiilseks ja stabiilseks olekus. Esimene osa on seotud kergesti laguneva orgaanilise ainega, mis on mikroobide poolt hõlpsasti lagundatav. Orgaanilise aine lagunemisprotsessi üheks lõpp-produktiks on CO₂, mis lendub atmosfääri. Samas tõstab just labiilne süsinik mikroobide arvukust mullas, mis omakorda viib taimiku juurte ümbruse nn risosfääri paremale varustatusele nii toitainete kui õhuga. Seetõttu on labiilse süsiniku suurem hulk oluline nii karjamaa kamardumise soodustamiseks kui taimse biomassi produktsiooni kasvuks. Ülekarjatamine, eriti sademevaestel perioodidel võib oluliselt vähendada labiilse süsiniku kogust ja seega mullamikroobide arvukust mullas ning hilisem mulla omaduste parandamine on märksa kulukam ning aeganõudvam kui oleks olnud õigeaegne kohanemine vastavalt AMP ideestikule. Stabiilses olekus süsinik on inertne ja ning võib püsida mullas aastatuhandeid ning tema üleminek labiilsesse vormi on seotud nii kliimamuutuste kui pikemajaliste biokeemiliste protsessidega. Lisaks orgaaniliselt seotud süsinikule on üks kolmandik maakera mulla süsinikuvarudest mullas anorgaanilise süsinikuna. (Bhattacharya jt 2015; Lal 2010; Scharlemann jt 2014).

Mulla orgaanilise aine sisalduse stabiilsus on tihedalt seotud erinevate keskkonnateguritega (Doetterl jt 2015). Mulla orgaanilise süsiniku varusid säilitades ja parandades võib see mõjutada teisi ökosüsteemiteenuseid positiivses või negatiivses suunas.

Viimasel ajal räägitakse sageli karjakasvatusega seotud süsihappegaasi lendumisest ning selle võimalikust mõjust kliimamuutustele. Siin tuleb vaadelda tervet karjakasvatussüsteemi tervikuna ning mitte keskenduda vaid kariloomadest eralduvatele CO₂ ja CH₄ kogustele. Nii näiteks on mõnes uuringus ka välja toodud ka karjatamise positiivne mõju süsiniku sidumisele. Kanada Saskatchewan provintsi kolme farmi uuringutest (loomse biomassi toodanguga 96-134 kg/ha kohta)-selgus, et iga kariloomade poolt eraldatud CO₂-ekvivalendi kilogrammi kohta seoti samal ajal mulda 17-39 kg CO₂. Kahjuks on selline positiivne energiabilanss siiski võimalik vaid lühiajaliselt, kui üheaastased põllukultuurid on värskelt asendatud mitmeaastaste karjamaakultuuridega ning taimiku juurdekasv ei ole veel stabiliseerunud. Suurbritannias tehtud väga pikaajaliste vaatluste põhjal oletatakse, et maakasutuse muutus mõju mulla süsinikuvarudele stabiliseerub umbes 10-15 aasta jooksul.

1.6 Terviklikult planeeritud karjatamine

Allan Savory Instituut on alates 1970ndatest miljonitel hektaritel keskendunud karjamaade mullastiku parandamisele ja karjamaade terviklikule kasutusele. Olulisel kohal nende filosoofias on just kliimamuutused ja süsiniku sidumine. Savory süsteemidel on mõned põhimõttelised vahed tavapärase adaptiivse karjatamisega, näiteks ei kasutata HPG süsteemid põletamist. Kui HPG on alati adaptiivne, siis tavapärase adaptiivne karjatamine ei ole tingimata HPG (Butterfield jt 2006).

HPG praktikud leiavad, et vaadelda tuleks selliseid mõõdikuid nagu söödakogus hektari kohta ja looma juurdekasv hektari kohta, mitte tavapäraseid isendite juurdekasvunumbreid või taimiku katvust. Ka taimiku katvus võib anda märku veeringluse funktsioneerimist, kuid selle juurde tuleb vaadelda veel teisi tegureid.

2 Eesti olud

Erinevalt enamikus eelkirjeldatust ei karjatata Eestis loomi aastaringi. Reeglina pääsevad loomad karjamaale maikuu I dekaadis kui rohi on kasvanud vähemalt 10 cm kõrguseks. Karjatamine toimub poollooduslikel kooslustel septembri lõpuni, mõnedes kooslustes võimalusel lumeni.

Are Selge on internetilehel soovitanud kopli suuruse arvutamiseks (kultuurkarjamaa põhiselt) järgmist valemit: **Loomade eluskaal (grupis kokku) x kuivaine söömatus x päevade arv/1,125 kg KA ha -1 = koppel (ha)**

Karjamaarohu saagi e rohutagavara planeerimisel kariloomadele on väga oluline arvestada, et -uriini ja väljaheidete poolt tekitatud nn „rammutukad“, mis moodustavad 20 ...25% kogu karjamaarohust, jäetakse loomade poolt söömata

-lehm ei söö rohtu alla 3 cm.

-saak jaotub kasvuperioodi jooksul ebahühtlaselt

Järelikult on otstarbekas kariloomade söödakoguste planeerimisel karjamaal arvestada 25...30%

saagikaoga.

Vt ka <http://www.lihaveis.ee/pidamine-ja-sootmine/>

Vast kõige kaasaegsem eestikeelne kokkuvõte poollooduslikest karjamaadest on 2014.a. ELFi poolt kirjastatud Anna Jamiesoni raamat „Lihaveisekasvatus pärandkooslustel“, mille kaasautoriks on ka Silvia Lotman. Raamat on internetis vabalt saadaval, näiteks

<https://www.agri.ee/sites/default/files/.../valjaanne-2016-mahe-lihaveisekasvatus.pdf>

1.

Praktikas tuleks meil poollooduslike koosluste puhul alustada ala saagikuse määramisest, see võib olla mõnevõrra erinev isegi ühe kooslusetüübi piires. Mõnede poollooduslike koosluste tüüpide saagikused on välja toonud Krall ja Pork (1980), kuid mitte kõiki. Näiteks on soostunud liigivaeste rohumaade puhul sõltuvalt kooslusest võimalik saada biomassi 3-20 ts/ha, kuid just kõrgema saagikusega mätlike ja tarnarikaste alade puhul on söödaväärtus väga madal. Sookastikurikastel lammirohumaadel võib saagikus olla 15-40 ts/ha ja ulatuda kohati isegi 60-70 ts/ha-ni ning ka söödaväärtus on keskmine. Varieeruvusest nii kooslusetüüpide vahel kui –siseselt saab lugeda pikemalt Indrek Melts'i magistritööst, mis on allalaetav ETIS portaali kaudu elektrooniliselt <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/c6199f8c-1c57-489d-b318-6fd8ef4bb8e7>

Portsjonkarjatamist on maininud või soovitanud pea kõik hoolduskavad, mis puudutavad potentsiaalselt karjatatavaid kooslusi (<https://www.keskkonnaamet.ee/et/eesmargid-tegevused/maahooldus>), kuid tegelikkuses seda Eestis kuigi suures ulatuses ei praktiseerita.

Portsjonkarjatamist poollooduslikele aladel võib meie tingimustes keerulisemaks muuta või takistada mitmed asjaolud: mitmetes elupaigatüüpides tuleks taimede liigilise mitmekesisuse huvides eelistada niitmist või vähemalt üleniitmist peale karjatamist. Rannaniitudel, kus on tavapäraselt karjatatud, võivad tihedalt paiknevad karjamaad kujuneda probleemiks linnustikule (röövlinde varitsuspostid, liikumistakistused).

Kirjanduse loend

- Danckwerts, J.E., O'Reagain, P.J., O'Connor, T.G. 1993. Range Management in a Changing Environment: a Southern African Perspective. *The Rangeland Journal* 15(1).
- Badgery, W. 2017. Longer rest periods for intensive rotational grazing limit diet quality of sheep without enhancing environmental benefits. *African Journal of Range and Forage Science* 34: 99–109.
- Bischoff, A., Warthemann, G., Klotz, S. 2009. Succession of floodplain grasslands following reduction in land use intensity: the importance of environmental conditions, management and dispersal. *Journal of Applied Ecology*, 46: 241-249.
- Briske, D., Derner, J., Brown, J., Fuhlendorf, S., Teague, R., Gillen, B., Ash, A., Havstad, K., Willms, W. 2008. Benefits of rotational grazing on rangelands: an evaluation of the experimental evidence. *Rangeland Ecology and Management* 61: 3–17.
- Butterfield, J., Bingham, S., Savory, A. 2006. *Holistic management: a new framework for decision making*. Washington, DC: Island Press.
- Cullan, A.P., Reece, P.E., Schacht, W.H. 1999. Early summer grazing effects on defoliation and tiller demography of prairie sandreed. *J. Range Manage.* 52:447–453.
- Doetterl, S., Stevens, A., Six, J., Merckx, R., Van Oost, K., Casanova Pinto, M., Casanova-Katny, A., Muñoz, C., Boudin, M., Zagal Venegas, E., Boeckx, P. 2015. Soil carbon storage controlled by interactions between geochemistry and climate. *Nature Geoscience*, 8: 780–783.
- Hawkins, H.J. 2017. A global assessment of Holistic Planned Grazing™ compared with season-long, continuous grazing: meta-analysis findings. *African Journal of Range & Forage Science*, 34:2, 65-75.
- Heitschmidt, R.K., Taylor Jr., C.A. 1991. Livestock production. In: Heitschmidt, R.K., Stuth, J.W. (Eds.), *Grazing Management: An Ecological Perspective*. Timber Press, Portland Oregon USA, p. 259, Chapter 7, pp, 161–177.
- Hunt, L.P., Petty, S., Cowley, R.A., Fisher, A., Ash, A., N. MacDonald. 2007. Factors affecting the management of cattle grazing distribution in northern Australia: Preliminary observations on the effect of paddock size and water points. *The Rangeland Journal* 29(2).
- Jamieson, A., Lotman, S. 2013. *Lihaveisekasvatus pärandkooslustel*. Eestimaa Looduse Fond.
- Kirby, D.R., Pesshr, M.F., Ciambey, G.K. 1986. Disappearance of forage under short-duration and season-long grazing. *J. Range Manage.* 39: 496-500.
- Krall, H., Pork, K. 1980. *Eesti NSV looduslike rohumaade tüübid ja tähtsamad taimekooslused*. Eesti NSV Põllumajandusministeeriumi Informatsiooni ja Juurutamise Valitsus, Tallinn.
- Lal, R. 2010. Beyond Copenhagen: mitigating climate change and achieving food security through soil carbon sequestration. *Food Sec.* 2: 169.
- McCosker, T. 1994. The dichotomy between research results and practical experience with time control grazing. *Australian Rural Science Annual* 1994: 26-31.
- Melts, I., Heinsoo, K. 2015. Seasonal dynamics of bioenergy characteristics in grassland functional groups. *Grass and Forage Science*, 70 (4), 571–581.
- Mitra S., Wassmann R., Vlek P.L.G. 2005. An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. *Current Science*, 88, 25–35.

- Mullahey, J J., Waller, SS., Moser, LE. 1990. Defoliation Effects on Production and Morphological Development of Little Bluestem. *Journal of Range Management*, Vol. 43, No. 6 pp. 497-500.
- Mullahey, JJ., Waller, SS., Moser, LE. 1991. Defoliation effects on yield and bud and tiller numbers of two Sandhills grasses. *J. Range Manage.* 44:241-245.
- Norton, BE. 1998. The application of grazing management to increase sustainable livestock production. *Animal Production in Australia* 22: 15–26.
- Norton, BE. 2003. Spatial management of grazing to enhance livestock production and resource condition: a scientific argument. In: Allsopp N, Palmer AR, Milton SJ, Kirkman KP, Kerley GIH, Hurt CR, Brown CJ (eds), *Proceedings of the 7th International Rangeland Congress*, Durban, South Africa. Irene: Document Transfer Technologies. pp 810–820.
- Orr, RJ., Tozer, KN., Griffith, BA., Champion, RA., Cook, JE., Rutter, SM. 2012. Foraging paths through vegetation patches for beef cattle in semi-natural pastures. *Applied Animal Behaviour Science*, 141(1–2): 1-8.
- Post, WM., Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6: 317-327.
- Provenza, FD. 2008. What does it mean to be locally adapted and who cares anyway? *Journal of Animal Science* 86: 271–284.
- Provenza, FD. 2003. *Foraging Behavior: Managing to Survive in a World of Change*. Utah State Univ. Logan. Utah.
- Provenza, FD., Pringle, H., Revell, D., Bray, N., Hines, C., Teague, R., Steffens, T., Barnes, M. 2013. Complex creative systems. *Rangelands* 35: 6–13.
- Patrick ER., Brummer, JE., Engel, RK., Northup, BK., Nichols, J. (1996). Grazing Date and Frequency Effects on Prairie Sandreed and Sand Bluestem. *Journal of Range Management*, 49(2).
- Savory, A. 1983. The Savory Grazing Method or Holistic Resource Management. *Rangelands* 5: 155–159.
- Savory, A., Butterfield J (toim). 1998. *Holistic Management: a new framework for decision making* (2nd edn). USA: Island Press.
- Savory Institute. *Ecological Outcome (EOV) Version 1.0 Training Manual for Accredited EOV Hub Verifiers*. Draft 4. March 2018.
- Scharlemann, JPW., Tanner, EVJ., Hiederer, R., Kapos, V. 2014. Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool, *Carbon Management*, 5(1): 81-91.
- Shaw, RA., Villalba, JJ., Provenza, FD. 2006. Influence of stock density and rate and temporal patterns of forage allocation on the diet mixing behavior of sheep grazing sagebrush steppe. *Applied Animal Behaviour Science* 100(3–4): 207-218.
- Teague, WR., Dowhower, SL. 2003. Patch dynamics under rotational and continuous grazing management in large, heterogeneous paddocks. *Journal of Arid Environments*, 53(2): 211-229.
- Teague, WR., Dowhower, SL., Baker, SA., Haile, N., DeLaune, PB., Conover, DM. 2011. Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tallgrass prairie. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141: 310–322.

- Teague, RD., Barnes, M. 2017. Grazing management that regenerates ecosystem function and grazingland livelihoods, *African Journal of Range & Forage Science*, 34(2): 77-86.
- Trlica, M., Buwai, M., Menke, J. 1977. Effects of Rest following Defoliations on the Recovery of Several Range Species. *Journal of Range Management*, 30(1): 21-27.
- Wang, D., Wu, GL., Zhu, YJ., Shi, ZH. 2014. Grazing exclusion effects on above- and below-ground C and N pools of typical grassland on the Loess Plateau (China). *CATENA*, Volume 123: 113-120.
- Wang, T., Teague, WR., Park, SC. 2016. Evaluation of continuous and multipaddock grazing on vegetation and livestock performance – a modelling approach. *Rangeland Ecology and Management* 69: 457–464.
- Villalba, JJ., Provenza, FD., Han, G. 2004. Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. *Oikos*, 107: 100-109.

LISA 1

Rotatsioonkarjatamine Eestis

R. Lillak

Majanduslikult efektiivne lihaveiste kasvatus sai Eestis alguse 18. sajandi lõpul, mil viinatootmisele suunatud suurpõllumajandus leidis võimaluse efektiivselt ära kasutada tootmises tekkinud jääke (praaka) loomasöödaks. Järgmise sajandi teisest poolest alates hakkas üha enam suurenenud nõudlus piimasaaduste järele. Sajandi lõpul saavutas piimakarjakasvatus Eesti põllumajanduses juhtpositsiooni. Sellega seoses kerkis üles ka kvaliteetse loomasööda küsimus. Esialgu püüti sellest üle saada punase ristiku põldude pinna laiendamisega, kuid kui sellega kaasnes ristikuhaiguste leviku järsk laienemine, hakati 20. sajandi algul senisest enam tähelepanu pöörama rohumaade kvaliteedi tõstmisele.

Selleks tuli leida rohumaadele sobivad liigid, aretada sordid, töötada välja optimaalne kasutusrežiim (väetamine ja kasutamine), töötada välja seemnekasvatussüsteem ning sobivad seemnesegud.

Kui liikide testimise ning sortide aretuse ning liikide puhaskülvinormide hindamisega tuldi suuresti toime juba 1940.aastaks, siis muu töö, sh. sobivate seemnesegude, söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse ning rotatsioonkarjatamise teaduslike aluste loomine jäi kahekümnenda sajandi kuuekümnendatesse ja seitsmekümnendatesse aastatesse. Olulist verstaposti tähistas 1961.a. A. Adojaani poolt koostatud käsiraamat „Rohumaaviljelus Eestis“. Suur rõhk oli selles asetatud madalasaagiliste looduslike ja poollooduslike rohumaade kasutamisevõimaluste ja parandamisvõimaluste selgitamisele ning erinevate taimeliikide ja koosluste hindamisele söödaväärtuse kontekstis (Sau, 1979). Mahuka eeltöö tulemused võtsid 1957.a kokku August Muuga ja Ain Ilus oma raamatus „Eesti söötade keemiline koostis ja toiteväärtus“.

Seitsmekümnendatel aastatel keskendus uurimistöö peamiselt karjatamissüsteemi ja rohukonveieri ülesehitamisele ja selle teaduslike aluste loomisele (Sau, 1979). Selle perioodi uuringutulemused võeti kokku Karl Annuki ja Arnold Sau poolt ülikooli õpikuna 1971.a väljaantud raamatus „Heintaimede määraja ja rohumaaviljeluse praktikum“. Selles pälvivad

eelkõige tähelepanu peatükid, kus käsitletakse rohumaa seemnesegude koostamist ning karjamaa saagi zootehnilist arvestamist söötühikute alusel. Lähtudes ühelt poolt heintaimede saagi kvaliteedist, liikide ja segukülvide saagi laekumise dünaamikast ning teiselt poolt esile toodud loomade energia vajadusest piima tootmiseks, eluskaalu juurekasvu tagamiseks, elatustarbest ning hiljem lisatud energiatarbest liikumisele (Loid, Parol, 1978; Loid, Parol, 1984; Toomre jt, 1993), oli võimalik üsna täpselt paika panna nii karjatamissüsteem kui ka rohukonveier, mis baseerus koplite vahelduvale kasutusele. Süsteemi loomisel tuli läbi käia kolm etappi:

1. Leida loomade sööda- ehk energiavajadus.
2. Koostada ratsionaalne söödaratsioon, mille alusel oleks võimalik kogusöödavajadusest maha arvata lisasöötaadega antav energiakogus, ehk leida palju energias tuleb katta rohusöödaga.
3. Koostada karjatamissüsteem, mis võimaldaks kõige efektiivsemalt katta rohusöödavajaduse.

Karjatamissüsteemi praktilisel ülesehitamisel on tavaviljeluses peamisteks küsimusteks kopli suurus, niitmise ja karjatamise omavaheline kombineerimine, rohumataimikute planeerimine, esimese karjatamisringi läbiviimise taktika ning karjamaataimiku hooldamine, et tagada selle võimalikult pikk kestus.

1. Karjatamise süsteem.

Karjatamissüsteemi võib suures joones jagada kolmeks: süsteemitu ehk vabakarjatamine, süsteemne ehk rotatsioonkarjatamine (Parol, 2011). Viimane jagatakse sageli omakorda kaheks: ekstensiivsem kopliviisiline karjatamine ning intensiivsem portsjonviisiline karjatamine. Mõlema ülesehitamisel lähtutakse rohu kasvu kiirusest, karjatamist tuleb läbi viia loominguliselt ning jälgida rohu kasvu dünaamikat. Sellest tulenevalt on tegu väga paindliku süsteemiga, mistõttu rahvusvahelises põllumajanduskirjanduses nimetatakse seda ka adapteeritud paljukopliliseks karjatamissüsteemiks (AMPG).

Eestis hakati kopliviisilist rotatsioonkarjatamist kasutama laialdasemalt eelmise sajandi kuuekümnendatel aastatel. Esialgu võeti kasutusele kopliviisiline karjatamissüsteem, kuid juba üsna pea hakati esile tõstma portsjonviisilise karjatamissüsteemi eeliseid (Kree, 1965; Raave, 1968). Portsjoniviisiline karjatamine tagab kõige täielikuma ja efektiivsema rohu kasutamise

loomade poolt ning kõige suurema toodangu. Kaheksakümne aastate teisel poolel EMMTUI poolt läbiviidud lehmade karjamaal käitumisalased uuringud (Gusseva, 1986-1; 1986-2) aitasid täiustada süsteemi veelgi. Uuringute tulemusena leiti, et kõige efektiivsem on intensiivtootmises kasutada kolme-neljaportsjonilist karjatamissüsteemi. Samal ajal kasutuselevõetud püsielektrikarjus ning väljatöötatud soovitused elektritara kasutamiseks (Raave, 1984; 1989; Loid, 1987) aitasid kaotada viimase tehnilise takistuse portsjonkarjatamise laialdaselt kasutamisel.

Portsjonkarjatamise kõrval kasutati edasi ka ekstensiivsemat 1-3 päevane kopliviisilist karjatamist. Karjatamispäevikul baseeruv lehmade karjatamise kindel süsteem oli efektiivne, odav ning hästi toimiv (Kalm, 1980). Selle tõttu oli see laialt kasutusel ka paljudes Lääne-Euroopa riikides. Eestis soovitati seda eelkõige rakendada noorloomade karjatamisel (Raave, 1982;1987).

Eesti Vabariigi taastamine ja väiketootmise taastamine tõi kaasa muudatused ka karjatamise korraldamisel. Väikeste talukarjade tekkimine tõstis senisest teravamalt üles ökonoomsuse küsimuse, mistõttu senisest enam hakati rõhuma kopliviisilisele karjatamisele. Suurte karjade korral soovitati ühepäevakopleid, väikese puhul kuni kolmepäevakoplite süsteemi (Loid, 1992).

2. Koplite suurus.

Kopli suurus oleneb taimiku liigilisest koostisest, rohu tagavarast, loomade arvust ning karjatamissüsteemist. Mitmepäevase koplisüsteemi loomisel on oluline, et kopli suurus arvutataks ajal, mil rohu kasv on maksimaalne, so teise/kolmanda karjatamisringi ajal. Sellisel juhul on aeglasema rohu juurdekasvu perioodil võimalik samas koplis karjatamist läbi viia lühemalt (näiteks 1-2 päeva). Vastupidisel juhul tekib aga maksimaalse rohukasvu perioodil rohu üleküllus, mida loomad ei suuda 4 päevaga ära tarbida ning karjatamise järel tuleb teha täiendav järelniide (sisuliselt vähendada süsteemi majanduslikku efektiivsust). Kauem koplis viibimise korral hakkavad loomad korduva kärpimise tulemusena kahjustama taimikut ning selle toodanguvõime väheneb. Kui rohu söödaväärtus või saagikus on madal (olgu selle põhjuseks kasvõi vähene väetamine), tuleb loomade söödavajaduse rahuldamiseks eelkõige koplit suurendada. Sealjuures tuleb arvestada ka madalama rohu kasutamise koefitsiendiga.

Portsjoniviisilisel kasutamisel seda probleemi ei ole, portsjonid mõõdetakse välja vastavalt rohu tagavarale ning liikumine ühest koplilt teise on suhteliselt ühtlane. Lembit Raave (1984) on

pakkunud välja, et 200 lehma karjatamisel portsjoniviisiliselt võiks portsjoni suurus olla 0,3-0,4 ha, seda aga eeldusel, et rohutagavara on vähemalt 8 t/ha. Sealjuures ei tohiks koplid olla läbikäidavad (oluline karjateede olemasolu) ning portsjoni maksimaalne laius ei tohiks ületada 250 meetrit (Raave, 1987).

3. Esimese karjatamisringi läbiviimine.

Esimese karjatamiringi õigest läbiviimisest sõltub kogu süsteemi funktsioneerimine. Sellele teemale on võimalik läheneda kahe erineva nurga alt.

- A) Kuna kevadine rohu juurdekasv on kultuurtaimikute puhul kiire ning kopli suurus on fikseeritud, tuleb eeldada, et osa koplitest (ca 1/3-1/2 pinnast) niidetakse siloks, mida on hiljem võimalik kasutada talve- või lisaöödana (Liiv jt, 1975; Pilv, 1975; Toomre, 1976; Raave, 1982; 1985; 1987; Gusseva, 1985; Loid, 1992). Selleks, et forsseerida nimetatud alal rohu kasvu veelgi ning saada kvaliteetne sööt, on soovitatav nimetatud ala väetada intensiivsemalt ning viia niitmine läbi hiljemalt juhtliigi loomise faasis (Gusseva, 1986) hiljemalt juuni esimese dekaadi lõpuks (Parol, 1987). Kasutades lisaks veel erineva arengukiirusega taimikuid, võimaldab selline praktika muuta rotatsioonkarjatamine dünaamiliseks ning vältida rohu defitsiiti suve keskel. Karjatamine peab sealjuures algama võimalikult varakult, taimede võrsumise faasis (Raave, 1988), mil taimede kõrgus on valge ristiku rohumaal 12-15 cm ja pealiskõrrelisterohekkel rohumaal 15-20 cm (Loid, 1992). Lembit Raave (1987) on soovitanud alustada karjatamist aga veelgi varem, siis kui rohu kõrgus on 8-10 cm ja rohu tagavara 1,0-2,0 t/ha.
- B) Teiseks võimaluseks on forsseerida karjatamiskiirust ja käia kõik koplid läbi. See võib kõne alla tulla jaheda kevade korral, mil rohu juurdekasv on aeglane (Adojaan, 1961; Ilus, 1973). Reeglina see nii ei ole – kiire rohu kasv ning suur rohu tagavara võrreldes loomade vajadusega, tingib olukorra, kus osa rohust jääb kasutamata ning rohumaa kasutamise efektiivsus langeb. Pealegi loob taoline taktika aluse rohu puudujäägile suve keskel (Gusseva, 1985), mistõttu tavapõllumajanduses seda ei soovitata kasutada.

4. Karjatamisrühma suurus.

A. Adojaan soovitas mitte võtta rühma üle 100 looma. Hilisemad uuringud on siiski näidanud, et maksimaalne karjatamisrühm võiks olla kuni 240/250 lehma (Raave, 1968; Sau, Kree, 1979;

Jürisson, 1983; Raave jt, 1987) või kuni 150 noorloom (Raave, 1982). Üle selle ei pea karjamaataimik tallamiskoormusele lihtsalt vastu. Lihaveiseteadlane A. Suurmaa (2008; 2009) on soovitanud lihakarja maksimaalseks suuruseks 50-70 looma (parim 20-40), kuna vastasel korral tekivad karjas konkurentsisuhted ning lihaveiste juurdekasv langeb.

5. Taimikud rotatsioonkarjatamisel.

Seemnesegude koostamise teoreetiliste aluste loomisega on tegelenud töörühmad nii Sakus (Raave jt.), Jõgeval (Adojaan) kui ka Tartus (A. Sau koolkond). Uuringute baasil töötati välja karjamaakonveieri koostamise põhimõtted, mille kohaselt 15-25% karjamaa rohumaadest peaks olema varajased (keraheina või aas-rebasesaba domineerimisega), 40-50% keskvalmivad liblikõielisterohked ja 10-20% hilised põldtimuti või hariliku aruheina domineerimisega (Sau, 1971; 1977; Raave, 1972; 1988; Older, Toomre, 1979, Older, 1987-1; 1987-2; Parol, 1987; Toomre jt, 1993; Viiralt, 1996). Ligi 50% taimikutest võiks olla sealjuures liblikõielisterohked, mis tagab heintaimede varustatuse bioloogilise lämmastikuga (eelkõige valge ristiku rohked; Raave, 1982). Erinevad rohukamaratüübid võimaldavad kevadel karjatamist paremini korraldada ja vältida rohu ülekasvamist. Karjamaa seemnesegud võiksid olla liigirikkad, 5-6-liigilised (Raave jt, 1987). Milliseid liike valida, oleneb paljudest teguritest. On selgunud, et karjamaa raiheina ja keraheina rohu söödavus on karjamaal puhaskülvis kasvatades hea, harilikul aruheinal, põldtimutil ja punasel aruheinal rahuldav ning aas-rebasesabal ja aasnurmikal halb (Raave, 1988). Erinev on ka karjamaal looduslikult levivate liikide söödavus. Kõrge on see harilikul võilillel, orasheinal ja raudrohul (Parol, 1985). Kõrreliste ja ristikute segudest koosnev heintaimikute saak on reeglina paremini söödav kui kõrrelistest koosneval taimikul (Loid, Parol, 1984). Samas oleneb kasutatava seemnesegu koostis paljus karjamaa mullastikulistest iseärasustest (Kalmet, Raudsepp, 1970; Nagel, 1970; Sau, 1971). Tooma Katsejaamas tehtud uuringud on näidanud, et turvasmullal kõrreliste heintaimede kasvatamine on seotud muldade happesuse ja veereziimi reguleerimisega.

Rohumaataimede seemnete parimaks külviajaks peetakse varakevadist aega, mil mullas on niiskust piisavalt, et tagada seemnete ühtlane idanemine ja taimiku moodustamine. Teine võimalus on külv läbi viia suve teisel poolel: juuli lõpul või augusti algul. Sellisel juhul tuleb arvestada mulla niiskusesoludest tuleneva täiendava riskiga. Uuskülviga kiirema tulemuse

saamiseks on mõnikord soovitatud lisada seemnese gusse otra, kaera (Aamissepp, 1970) või üheaastast raiheina (Older, 1987).

Karjamaade kasutamine.

Rohu kasv oleneb suuresti vegetatsiooniperioodi ilmastikulistest ning taimede füsioloogilistest iseärasustest. Korralikult väetatud ning hooldatud taimiku korral on võimalik suve jooksul läbi viia keskmiselt 5 karjatamisringi (Oll jt, 1970). Väga soodsates tingimustes võib välja tulla ka 6 ringi (Raave, 1984), kuid see on ka maksimaalne võimalik arv. Valge ristiku rohke rohumaataimik on põuakartlikum, taastub pärast karjatamist aeglasemalt ning võimaldab suve jooksul karjatada kuni 4 (5) korda (Parol, 2011).

Kevadel on rohu kasv kiire ning esimese ja teise karjatamisringi vahe lühike. Teist korda saab karjatada samal ajal juba kahe nädala pärast, teise ja kolmanda karjatamisringi vahe on tavaliselt 20-25 päeva, suve teisel poolel aga 30-35 (45) päeva (Raave, 1984; 1987; Older, 1987; Older jt, 1991; Parol, 2011). Samaaegselt rohu kasvuga, muutub vegetatsiooniperioodi jooksul rohu söödavus. Kui kevadel söövad lehmad 75-78% rohu tagavarast, siis sügisel langeb see näitaja 58-68 %-ni (Older jt, 1991). Seega jääb rohu puitumisest, tallamisest, väljaheidetega reostumisest jm. teguritest lähtudes kevadel kasutamata ligi 1/5 ja sügisel 1/3 kasvanud rohust, mida tuleb arvestada koplite suuruse kavandamisel.

Teine kriitiline periood karjamaade kasutamisel esineb viimase karjatamisringi läbiviimise ajal. Valel ajal ja vale koormusega läbiviidud karjatamine võib taimede varuainete kogumise ja kulutamise tsükli nihutada viimase suunas sedavõrd, et järgneva talvitumise käigus taimik hävib. Eriti tundlikud ollakse augusti teise poole ja septembri esimese poole karjatamise suhtes ning seda eriti liikide ja sortide puhul, mis pole Eesti päritolu. Sellest tulenevalt soovib Lembit Raave (1984) viia viimane karjatamine läbi enam kuu aega pärast eelmist oktoobrikuus ning jätta alles 30-35% rohumassist.

Rohumaade püsivuse ja väärtuslike heintaimede produktioonivõime säilitamiseks on mõnikord otstarbekas karjamaid niiteliselt kasutada (Parol, 2011). Möödapääsmatu on see kevadel, kuid ka sügisepoole, mil rohu juurdekasv taas hoogustub, võib see osutada vajalikuks. Samas tuleb mitmete liikide ja sortide puhul niite tegemisel arvestada nende nõrgapoolse talvekindlusega (näit. lutsernil; Lillak, 2000).

Karjamaade hooldamine.

Karjamaataimikute püsivus oleneb paljus nende hooldamisest. Eelkõige tähendab see väljaheidete laialiäestamist (Jürisson, 1983) ning karjamaade järelniitmist. Viimast tuleks läbi viia vähemalt kaks korda suve jooksul: mai lõpul ja juuni algul peale teist karjatamisringi ning juulis-augustis peale neljandat karjatamisringi (Kree, 1965; Raave, 1987; Toomre jt, 1993; Viiralt, 1996). Eriti oluline on see valge ristiku taimiku puhul (Parol, 1987). Järelniitmise (8-10 cm kõrguselt) käigus niidetakse maha väljaheidetega reostatud taimed, rammutukkadel kasvav rohi, loomade poolt mahatallatud rohi ning väheväärtuslikud liigid, mida loomad ei taha süüa ning hoitakse ära taimiku umbrohtumine ning ühtlustatakse ädalakasvu. Turvasmulladel on oluliseks hooldusvõtteks taimiku rullimine (Annuk, 1978).

Poollooduslike karjamaade kasutamine.

Paralleelselt kultuurkarjamaade kasutussüsteemi ülesehitamisega, on tegeletud ka looduslike rohumaade uurimisega, seda eriti eelmise sajandi kuuekümnendatel aastatel, vähemal määral hiljemgi. Uuringud on näidanud, et looduslike rohumaade saagipotentsiaal on reeglina madal. Nende saagikus karjatamisel on tavaliselt suhteliselt madal, ulatudes 1,14-1,75 (3,05) t/ha ning võimaldades läbi viia maksimaalselt 3-4 karjatamisringi (Abe, 1978; Köster, 2000). Saagi toiteväärtus võib neil olla aga suhteliselt kõrge (Aug jt, 1983; Köster, 2000), mistõttu sobivad taolised alad hästi ekstensiivseks kasutamiseks.

Soovitused maheviljeluseks.

Maheviljelus on tavaviljelusega seoses paljus erinev, kuid karjatamise korraldamise põhialused kehtivad ka siin ning selle tõttu on võimalik mitmeid võtteid üle kanda.

1. Karjatamissüsteemi aluseks on loomade söödavajadus, mis ammlehmade karjatamisel peaks koosnema energiavajadusest piimatootmiseks, elatuseks, juurdekasvuks ning liikumiseks.
2. Erinev rohukasvu kiirus (rotatsioon) on võimalik saavutada kas erineva kasvukiirusega taimikute kasutamise ja kevadise niitmisega. Juhul, kui kevadel pole mingil põhjusel võimalik kuni 50% ulatuses taimikuid niita, tuleb lähtuda vaid esimesest. Kevadine koplite tallamine turvasmullal ei pruugi piisavat efekti anda, kuna tallatud rohumass jääb maha ning lisandub täiendav kogus lagunemata orgaanilist ainet, mis ei lase

- väärtuslikematel liikidel levida. Samuti võib see luua täiendava takistuse kultuurliikide pealekülville.
3. Taimikutest eelistada liblikõielisterohkeid taimikuid, mis aitab hoida lämmastiku ainevahetust tasakaalus. Pealtkülvi seemnese gusse võiks võtta kiirekasvulisi üheaastaseid liike nagu kaer, oder ja üheaastane raihein.
 4. Tegu on ekstensiivse süsteemiga. Selle tõttu tuleks kaaluda portsjoniviisilise karjatamise asemel rakendada kopliviisilist karjatamist (kolmepäevakopli süsteemi), mis aitab kokku hoida kulusid. Kopli pinna leidmisel tuleks lähtuda rohukasvu kiirusest, rohu tagavarast ning loomade arvust.
 5. Korduvad katsed on näidanud, et karjatamisrühma suurus ei peaks ületama 250 täiskasvanud looma. See on rohumaataimiku seisukohalt maksimum. Üle selle tallatakse rohukamar (eriti tundlik on turvasmuld) kiiresti mullale ning taimiku produktsioonivõime langeb.
 6. Kindlasti tuleb karjamaadel kasutada rohumaat vahelduvat kasutamist ning järelniitmist, mis pidurdab taimikute degradeerumist.
 7. Eestis puuduvad pikaajalised uuringud selle kohta, milline on lihloomadel energia omastamine väheväärtuslikul rohumaal (kuivõrd saavad nad lõikheinaliste ratsioonil olles energiat ja vajalikke toitaineid realselt kätte).

Kasutatud kirjandus

- [1] R. Toomre, „Rohumaaviljelus kümnendal viisaastakul,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 8, pp. 347-349, aprill 1976.
- [2] K. Annuk ja A. Sau, Heintaimede määraja ja rohumaaviljeluse praktikum, Tallinn: Valgus, 1971, p. 238 lk..
- [3] A. Sau, „Rohumaaviljelusalasest teadustööst,“ %1 *Põllumajanduskultuuride produktiivsuse tõstmine.-Teaduslik-tehnilise konverentsi teesid*, Tartu, 1979.
- [4] R. Toomre, O. Hindrek ja R.-J. Sarand, Rohusöödad - nende tootmine ja kasutamine, Tallinn: AS Infotrükk, 1993.

- [5] H. Loid ja A. Parol, „Kultuurkarjamaa taimiku söödavusest, saagi arvestusest ja kadude vähendamisest,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 7, pp. 18-22, 1984.
- [6] A. Kree, „Meie kogemusi kultuurkarjamaade kasutamises,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 10, pp. 440-444, 1965.
- [7] L. Raave, „Koplite suuruse mõju piima tootmisele kultuurkarjamaal,“ *Sotsialistlik põllumajandus*, nr 24, pp. 1120-1121, 1968.
- [8] L. Gusseva, „Kuidas lehm käitub karjamaal. Kerge harjutada, kuid raske ümber harjutada,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 10, pp. 14-15, 1986.
- [9] L. Gusseva, „Karjamaarohu kasutamisest portsjonkarjatamisel,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 33, pp. 37-41, 1986.
- [10] H. Loid, „Piimakarja portsjonkarjatamine püsielektritaraga,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 34, pp. 3-12, 1987.
- [11] L. Raave, „Kultuurkarjamaade tarastamisest,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 1, pp. 40-52, 1989.
- [12] L. Raave, „Lüpsikarja portsjonkarjatamine, selle vead ja eelised,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 14, pp. 3-11, 1984.
- [13] A. Kalm, „Voltveti karjatamissüsteem,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 12, pp. 446-447, 1980.
- [14] L. Raave, „Karjamaade saak ja selle ratsionaalne kasutamine,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses*, nr 32, pp. 12-21, 1987.
- [15] L. Raave, „Rajame noorkarjale head kultuurkarjamaad,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 17, pp. 3-23, 1982.
- [16] H. Loid, „Karjamaade kasutamine,“ *Rohumaaviljelus talupidajale*, pp. 110-126, 1992.
- [17] A. Sau ja A. Kree, „Kultuurkarjamaade produktiivsusest ja ratsionaalsest kasutamisest Sootaga sovhoosis,“ nr 14, pp. 22-28, 1979.
- [18] J. Liiv ja H. K. E. Older, „Senistest puudustest ja eelseisvatest ülesannetest kultuurkarjamaade rajamisel ja kasutamisel,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 8, pp. 346-348, 1975.
- [19] V. Pilv, „Lüpsikarja suvise söötmise korraldamine eesti Loomakasvatuse Instituudi majandites,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 11, pp. 496-498, 1975.
- [20] L. Raave, „Kultuurkarjamaade kasutamise nüüdisaegseid tehnoloogiaid,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 12, pp. 5-9, 1985.

- [21] L. Gusseva, „Karjamaadel vanad vead. Järeldused kaheksa majandi põhjal,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 13, pp. 7-8, 1985.
- [22] A. Parol, „Karjamaatüüpide võrdlev efektiivsus,“ %1 *Soovitused rohumaaviljeluse intensiivistamiseks Lõuna-Eestis*, Tallinn, Eesti NSV Riikliku Agrotööstuskomitee Info- ja Juurutusvalitsus, 1987, pp. 14-18.
- [23] A. Adojaan, *Rohumaaviljelus Eestis*, Tallinn: Valgus, 1961.
- [24] A. Ilus, „Karja suvine söötmine tähelepanu keskpunkti,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 9, pp. 403-405, 1973.
- [25] I. Jürisson, „Kultuurkarjamaade kasutamisest,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 34, pp. 7-11, 1983.
- [26] A. Suurmaa, *Kuidas minna üle piimatootmiselt lihaveisekasvatusele*, Tartu, 2008.
- [27] A. Suurmaa, *Keskkonnasõbralik lihaveisekasvatus*, Tartu, 2009.
- [28] A. Sau, „Kultuurkarjamaa heinaseemnesegud,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 30, pp. 14-17, 1977.
- [29] R. Viiralt, „Rohumaade rajamine, väetamine ja kasutus,“ %1 *Sööda tootmine piimakarjale. Piimakarjakasvatus*, Tartu, EPMÜ Maaelu Arengu Instituut, 1996, pp. 15-45.
- [30] H. Older ja R. Toomre, „Rohumaaviljeluse lähitulevik,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 9, pp. 324-326, 1979.
- [31] A. Sau, „Intensiivsete kultuurrohumaade tüübid, seemnesegud ja uuendamise süsteem,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 6, pp. 260-264, 1977.
- [32] H. Older, „Rohusöötade intensiivtehnoloogia. See on heintaimede saagivõime ratsionaalne kasutamine kõrge toiteväärtusega söötade tootmiseks,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 11, pp. 1-3, 1987-2.
- [33] L. Raave, „Millist rohtu lehmad eelistavad?,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 10, pp. 6-8, 1988.
- [34] A. Sau, „Milliseid kultuurkarjamaid kusagil rajada ja kuidas seda teha,“ *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 8, pp. 345-349, 1971.
- [35] L. Raave, H. Older ja U. Tamm, *Kultuurkarjamaade intensiivne kasutamine*, Tallinn, 1987.
- [36] A. Parol, „Kultuurkarjamaa söödavus ja kasutuskoefitsient,“ *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 14, pp. 11-17, 1985.
- [37] L. Raave, „Valge ristiku rohkete rohukamarate saagi võime kultuurkarjamaadel,“ %1 *Põllumajanduskultuuride produktiivsuse suurendamine 1982*, Tartu, 1982.

- [38] R. Kalmet ja E. Raudsepp, „Karjamaarohu toiteväärtus sõltuvalt mullast ja väetamisest,” *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 14, pp. 633-637, 1970.
- [39] K. Nagel, „Ristikute kasvatamise võimalusi rabas,” *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 20, pp. 927-928, 1970.
- [40] I. Aamisepp, „Suuremat tähelepanu söödakultuuride valmistamisele,” *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 8, pp. 346-350, 1970.
- [41] Ü. Oll, H. Older ja A. Kree, „Piimalehmade karjatamine lämmastikuga rikkalikult väetatud karjamaal,” *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 13, pp. 600-602, 1970.
- [42] L. Raave, „Millal lõpetada sügisel karjatamine,” *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. Rohumaaviljelus*, nr 14, pp. 19-23, 1984.
- [43] H. Older, „Rohusöödad on kõige odavamad,” *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 11, pp. 4-6, 1987.
- [44] H. Older, R.-J. Sarand, U. Tamm, R. Kaldaru ja U. Muld, „About the results of research into production and utilization of grass feeds on the Juuliku Experimental Cattle Farm of the Estonian Research Institute of Agriculture and Land Improvement in 1982-1989,” *%1 Production and utilization of high-quality grass feeds on the Juuliku Experimental Cattle Farm*, Tallinn, Estonian Agricultural Centre of Information, 1991.
- [45] R. Lillak, „Lutsernitaimiku degradeerumine,” *Agraarteadus*, kd. XI, nr 1, pp. 59-70, 2000.
- [46] K. Annuk, „Heintaimede intensiivne viljelemine turvasmuldadel,” *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 10, pp. 454-455, 1978.
- [47] A. Abe, „Kuidas kasutada looduslikke rohumaid,” *Sotsialistlik Põllumajandus*, nr 10, pp. 454-455, 1978.
- [48] T. Köster, „Natural grasslands are valuable feed source for farms with extensive management,” *%1 Conventional and ecological grassland management. Comparative Research and Development*, Tartu, 2000, pp. 87-91.
- [49] H. Aug ja R. Kokk, *Ees looduslike rohumaaade levik ja saagikusti NSV*, Tallinn: Eesti NSV Agrotööstuskoondise Informatsiooni ja Juurutamise Valitsus, 1983.