

Lauri Neste

Nurmirehusadon määrän ja laadun parantaminen

Keski-Soinin maidontuotantotila

Opinnäytetyö
Kevät 2020
SeAMK Ruoka
Agrologi

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi

Tekijä: Lauri Neste

Työn nimi: Nurmirehusadon määrän ja laadun parantaminen

Ohjaaja: Heikki Harmanen

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 56

Liitteiden lukumäärä: 4

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, miten nurmirehusadon määrää saataisiin suuremmaksi ja sadon laatua paremmaksi nurmen viljelyyn sekä sen korjuuseen, säilöntään ja varastointiin perehtyen. Nurmen viljelyssä tarkasteltiin viljelyn suunnittelua ja viljelykiertoa, viljelysmaiden kuivatusta, rakennetta ja viljavuutta, peltojen ravinnetalousasioita ja lannoitusta, nurmen perustamisen onnistumista ja täydennyskylvöjä sekä kasvinsuojelua. Nurmen korjuumenetelmistä ja -ajankohdasta, käytetyistä säilöntämenetelmistä, -toimenpiteistä ja -aineista sekä rehuhävikin seurannasta saatiin ymmärrystä nurmen korjuusta, säilönnästä ja varastoinnista. Selvitysmenetelminä olivat kohdetilan viljelijäparin haastattelu, tilan suunnitelmiin ja kirjantutkimukseen perehtyminen sekä erilaisten tutkimus- ja analyysitodistusten, karttojen sekä myyntiasiakirjojen ja -päällysmerkintöjen tulkinta ja analysointi.

Nurmen viljelyn sekä korjuun, säilönnän ja varastoinnin nykytilan selvittämisen jälkeen kohdetilalle koottiin useita kehittämissuhteita. Kehittämissuhteita annettiin viljelyn suunnitteluun ja viljelykiertoon, maan viljavuuden edistämiseen, ravinnetalouteen ja lannoitukseen, nurmen perustamiseen, korjuumenetelmiin, säilöntämenetelmiin ja -toimenpiteisiin sekä hävikin seurantaan.

Avainsanat: nurmiviljely, nurmirehut

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: SeAMK Food

Degree programme: Soil scientist

Author/s: Lauri Neste

Title of thesis: Improving the Quantity and Quality of Grassland Forage Crop

Supervisor(s): Heikki Harmanen

Year: 2020

Number of pages: 56

Number of appendices: 4

This thesis explored how to increase the quantity of the grassland forage crop and how to improve the quality of the crop regarding the cultivation, harvest, preserving and storage of it. Concerning the grassland cultivation, the study focused on crop planning and rotation, drainage, structure and fertility of the farmland, nutrient-economy and fertilization of the fields. The establishment of grassland, supplementary seeding and plant protection were also studied. Observing the methods of grassland harvesting and preservation and monitoring the forage loss provided understanding about grassland harvesting, preservation and storage.

The research methods included an interview with the farmer couple on the target farm. The plans and accounting of the farm were studied. In addition, different research and analysis certificates, maps, sales documents and labelling were interpreted and analysed.

Several development proposals were introduced to the target farm concerning grassland cultivation, harvesting, preservation and storage. The proposals for development covered crop planning and rotation, fertility, nutrient economy and fertilization, grassland establishment, harvesting methods, preservation measures and loss monitoring.

Keywords: grassland cultivation, grass feed

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 NURMEN VILJELY.....	7
2.1 Viljelykierto.....	7
2.2 Viljelysmaan kasvukunto.....	8
2.2.1 Viljelysmaan rakenne.....	8
2.2.2 Viljelysmaan vesitalous.....	9
2.2.3 Viljelysmaan viljavuus.....	11
2.2.4 Ravinnetalous ja lannoitus.....	13
2.3 Nurmen perustaminen.....	18
2.3.1 Edellisen nurmen lopettaminen ja uuden perustaminen.....	18
2.3.2 Perus- ja kylvömuokkaus.....	19
2.4 Nurmikasvilajit.....	20
2.5 Kasvinsuojelu.....	22
2.6 Kasvitaudit.....	23
3 NURMEN KORJUUN JA VARASTOINNIN VAIKUTUS SADON MÄÄRÄÄN JA LAATUUN.....	25
3.1 Nurmikasvuston kehittyminen ja sadon muodostuminen.....	25
3.2 Nurmikasvuston korjuumenetelmät.....	26
3.3 Korjuuajankohta.....	27
3.4 Säilöntämenetelmät.....	29
3.5 Hävikin torjunta.....	33
3.6 Hävikin määrän selvittäminen.....	35
4 KEINOT NURMISÄILÖREHUTUOTANNON NYKYTILAN SELVITTÄMISEKSI KESKI-SOININ TILALTA.....	36
5 NURMISÄILÖREHUN TUOTANTO JA SEN KEHITTÄMINEN KESKI-SOININ TILALLA.....	38

5.1 Viljelyolosuhteet Keski-Soinin tilalla	38
5.2 Viljelyn suunnittelu ja viljelykierto	40
5.2.1 Kehitettävää	41
5.3 Viljelysmaiden rakenne ja viljavuus.....	41
5.3.1 Kehitettävää	42
5.4 Viljelysmaiden vesitalous	43
5.5 Ravinnetalous ja lannoitus	44
5.5.1 Kehitettävää	45
5.6 Nurmen lopettaminen, perustaminen ja täydennyskylvö	46
5.6.1 Kehitettävää	46
5.7 Kasvinsuojelu ja kasvitaudit	47
5.8 Korjuumenetelmät	48
5.8.1 Kehitettävää	48
5.9 Korjuuajankohdan määrittäminen.....	49
5.10 Säilöntämenetelmät ja -toimenpiteet	49
5.10.1Kehitettävää	50
5.11 Reuhävikki	50
5.11.1Kehitettävää	50
LÄHTEET	51
LIITTEET	57

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Keski-Soinin maidontuotantotilalle, joka sijaitsee Virroilla Pohjois-Pirkanmaalla. Tilan yrittäjäparina on Sari ja Tuomo Keski-Soini. Keski-Soinin maidontuotantotilalle on syksyllä 2019 valmistunut kahden lypsyrobotin pihattonavetta. Navettaan on aikomuksena saada noin 145 lypsylehmää, joista keskimäärin noin 20 on yhtä aikaa ummessa ja loput lypsyssä. Tämän lisäksi tilalla on vasikoita. Tilan nuorkarja kasvatetaan toisen yrittäjän tilalla.

Laajentuva karja tarvitsee enemmän säilörehua syötäväkseen ja säilörehun tuottaminen vaatii puolestaan suurempaa viljelyspinta-alaa. Nykyisellään Keski-Soinin tila viljelee säilörehuksi päätyvää nurmea sekä karjan ruoaksi päätyvää viljaa omilla (50 ha) ja vuokrapelloilla (17 ha) sekä yhteistyötilojen pelloilta (noin 50 ha). Omilla ja vuokrapelloilla Keski-Soinin tila tekee kaikki työt nurmen perustamisesta nurmen korjuuseen saakka itse omalla maatalouskalustollaan. Tilan pellot sijaitsevat noin kolmen kilometrin säteellä tilakeskuksesta, ja ne kuuluvat maataloustukien piiriin. Yhteistyötilojen viljelysmailla Keski-Soinin tila lannoittaa pellot lietteellä ja huolehtii tarpeen vaatiessa nurmien kasvinsuojelullisista toimenpiteistä sekä nurmikasvustojen täydennyskylvöistä. Yhteistyötilojen pelloilta saadaan korjata nurmisato, mutta se viljellään ilman maataloustukea.

Tilalla on omistuksessaan noin 50 hehtaaria peltopinta-alaa, josta viljelykierron mukaisesti noin 33 hehtaaria on nurmella. Kolmella niittokerralla keskimääräinen hehtaarisato on noin 8000 kuiva-ainekiloa. Yhteensä tilan omilta pelloilta saadaan vuosisatasolla 264 000 kuiva-ainekilon sato. Laajentuvan karjan tarvitsema rehumäärä on vuodessa noin 700 000 kuiva-ainekiloa. Tulevaisuudessa Keski-Soinin tilan on siis joko ostettava tai jatkettava ja laajennettava viljelysmaan vuokrausta niin riittävän nurmen korjuualan takaamiseksi kuin viljelykierron toteuttamiseksi. Yksi vaihtoehto on myös jatkaa nykyisiä yhteistyökuvioita muiden tilojen kanssa. Ensimmäiseksi on kuitenkin tärkeintä saada, etenkin tilan omien peltojen, nurmirehusadon määrää ja laatua mahdollisimman korkeaksi. Tässä opinnäytetyössä onkin tarkoituksena karvoittaa keinoja siihen, miten Keski-Soinin tilan nurmirehusadon määrää ja laatua saadaan parannettua nurmen viljelyyn sekä sen korjuuseen ja varastointiin perehtyen.

2 NURMEN VILJELY

2.1 Viljelykierto

Viljelykierrolla tarkoitetaan eri kasvilajien vuorottelua samalla kasvupaikalla. Usein tietyt kasvitaudit ja tuholaiset ovat tiettyjen kasvilajien riesa, joten kasvin viljelys- paikka vuosittain vaihtamalla säilyvät kasvit terveempinä. Viljelykierrolla varmistetaan toisaalta myös se, että kasvitaudit ja -tuholaiset eivät pesiydy tietyille kasvulohkolle. (Luonnonvarakeskus 2015.)

Viljelykierron keskeinen tehtävä on maan kasvukunnon hoito. Lisäksi viljelykierrolla saavutetaan etuja maan ravinnehuollon hyödyntämisessä ja rikkakasvien hallinnassa. Kiertojen lukumäärä perustuu pääkasviin ja siihen valittaviin kiertoa täydentäviin kasveihin. Kasvien viljelyjärjestyksen pohjalta suunnitellaan toimiva lohkojako. Lohkojako tehdään viljelyskartalle. Suunnitelma laaditaan vähintään viideksi vuodeksi eteenpäin. Suunnitelmassa huomioitavia tekijöitä ovat tuotannolliset edellytykset, karjan rehuntarve, viljelyskasvien ja maan ominaisuudet, maan kasvukunnon hoito, ravinnehuollon toimivuus, kasvinsuojelu ja viljelykäytäntöjen taloudellisuus. (Rajala 2005, 25–26.)

Viljelykierron kasvivalikoiman laajuuteen vaikuttavat monet tekijät. Ilmasto ja pienilmasto rajoittavat mahdollisuuksia valita kasveja. Maalaji määrää sen, millaiset kasvit sopivat tilalle viljeltäväksi. Tilan koolla, tilussuhteilla, tilan konekannalla ja rakennuksilla, tilan työhuipuilla ja niiden suuruudella ja ajoittumisella sekä kausityövoiman ja ulkopuolisen urakoinnin saatavuudella on keskeinen merkitys kasvivalikoimaan niin laajentamisen kuin rajoittamisen näkökulmasta. Tilan viljelyperinteet voivat saada valitsemaan entuudestaan tuttuja kasveja. (Rajala 2005, 26.)

Keskeisimpiä näkökohtia viljelykierron suunnittelussa ovat biologiset tekijät. Viljelysmaalle tulisi luoda tasapainoinen perusta viljavuutta parantavien ja kuluttavien kasvien välillä. Maan kasvukunnon tasapainoisuutta luodaan, kun viljellään runsaasti juurimassaa ja vähän juurimassaa sisältäviä kasveja vuoroin. Kierron eri vaiheissa tulisi suosia syväjuurisia ja matalajuurisia kasveja. (Rajala 2005, 27–28.)

Viljelykierron pääkasvin menestymisen häiritsevä tekijänä voidaan pitää rikkakasveja. Niiden torjuntaa kierron vaiheissa voidaan tehostaa kasvin kilpailukyvyllä, kehitysnopeudella ja varjostuksella. Kasvitautilien ja tuholaisten aroille viljelyskasveille tulisi varata riittävän pitkä viljelyväli. Jos samaan heimoon tai kasvilajivalikoimaan kuuluva kasvia viljellään peräkkäisinä vuosina, altistuu kasvi taudeille ja tuholaisille. (Rajala 2005, 27–28.)

Erilaisten kylvettyjen viljelykasvien seoksilla ravinnetaloutta tasapainotetaan ja vähennetään kasvitauteja. Lisäksi viljelyvarmuus lisääntyy. (Rajala 2005, 27–28.)

2.2 Viljelysmaan kasvukunto

2.2.1 Viljelysmaan rakenne

Nurmiviljelyn perustana on hyvä viljelysmaan kasvukunto. Peltoviljelyn toteutumisen olennaisena tavoitteena on, että viljelylliset toimenpiteet pystyttäisiin toteuttamaan maan rakenteellista kasvukuntoa heikentämättä. (Lemola ym. 17/2018, 7.)

Peltomaan rakenteeseen ja maan vesitalouteen vaikuttaa maan rakenteellinen lajitekoostumus. Suomessa yleisempiä maalajeja ovat kivennäismaat ja orgaaniset maalajit. Kolmannes suomen viljelystä peltomaasta on savimaalajeja. Savimaalajit sijaitsevat pääosin maan lounaisosissa. Soistuneen maan osuus, eli eloperäisten maiden osuus, maan pinta-alasta on noin 30%. Suurimmilta osin se sijaitsee Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Peltomaat ryhmitellään yleensä geologisten syntyolosuhteiden, kuten humuspitoisuuden ja raekoostumuksen perusteella. Maalajit jaotellaan karkeimpiin ryhmiin: eloperäiset, hienorakeiset, ja karkearakeiset sekä moreenimaalajit. Lajitteen määräävä osuus vaikuttaa maalajin ominaisuuksiin. Kivennäismaalajit jakautuvat kahteen ryhmään lajittuneisiin ja lajittumattomiin. Lajittuneisuus tarkoittaa veden huuhtelevaa ja lajitteltavia maalajeja. (Lemola ym. 17/2018, 10–12, 16, 23; GTK 2020.)

Moreeni on maalajina lajittumatonta sisältäen selvästi eri lajitteita hienoimmasta karkeampiin kulmikkaisiin. Kulmikkaiden lajitteiden pinnat ovat yleisesti hienon aineksen peitossa. Moreeni on Suomessa yleisin pohjamaalaji, joka on havaittavissa

muiden maalajikerrostumien alla. Moreeni on muodostunut jääkauden aikana kallioperästä irronneesta kiviaineksesta ja sekoittunut kallion pinnalla olleisiin hienoihin maalajeihin. Moreenimaata kuvataan mäkiseksi ja kiviseksi. Moreeni on pintakerroksista löyhää ja pohjamaa on tiivistynyttä ja kovaa. (GTK 2020.)

Maalajeja määritettäessä voidaan tehdä alustavia päätelmiä paikkakunnan maalajien levinneisyyskartan perusteella. Maalajia voidaan selvittää ympäröivän maaston ja topografian perusteella. Maalajien aistinvaraisessa arvioinnissa kiinnitetään huomiota maalajin väriin kovuuteen, sitkeyteen, rakenteeseen ja kasvijäänteisiin. Maan kovuus ja kokkareisuus lisääntyy savimäärän lisääntyessä. Maassa olevan orgaanisen aineen lisääntyessä lajite yleisesti tummenee. Karheat hiekkamaat ja soraamat sisältävät silminnähtäviä rakeita. Käsin koskettelemalla maalajin muotoutumista voidaan havainnoida. Muotoutuvat lajitteet sisältävät saviainesta ja siksi niitä voidaan muotoilla. (Lemola ym. 17/2018, 10–12, 16, 23; GTK 2020.)

2.2.2 Viljelysmaan vesitalous

Ilmastonmuutos ja sään ääri-ilmiöiden vaihtelut aiheuttavat kasville sekä kuivuudesta että märkyydestä aiheutuvaa rasitusta. Pelloille sopivin kosteustila on silloin, kun kasvit saavat kasvuunsa tarvitsemansa kosteuden. Peltomaiden vesitalous ja kuivatus ovatkin tärkeitä osia kasvukunnossa. Peltomaita kuvataan yleisesti niin maan vedenpidätys- kuin johtavuuskyvyllä. (Mattila 2018, 3.)

Sateen määrä vaihtelee vuosittain. Suomessa keskimääräinen vuosittainen sadanta on noin 500-700 mm. Vuoden aikana sadanta vaihtelee kevättalven vähäisistä sateista syyskesän sateisiin. Syksyllä sateiden vaikutus näkyy enemmän. Syksyllä maaperään on kertynyt vettä, koska haihdunta on kyseisenä vuodenaikana vähäisempää. Kesällä tulevat sateet eivät kerry maaperään lämmön ja kasvuston haihduttavan vaikutuksen takia. Talvella lumipeite kertyy useina kuukausina ja sulaminen kestää tavanomaisesti viikosta kahteen. Olennaisena osana vuosittaiseen paikalliseen sademäärää vaikuttaa maaston korkeus sekä vesistöjen läheisyys. Vuosittaisista sateista haihtuu maamme eteläisissä osissa yli puolet. (Kersalo & Pirinen 2009, 8, 185; Pirinen ym. 2012, 83; Ympäristöhallinnon...2019.)

Maan veden pidätyskyky on kiinni maan lajitekoostumuksesta. Karkeimmat maalajit, joiden hiekkapitoisuus kasvaa, ovat etenkin kuivuudelle alttiimpia. Karkeissa maalajeissa myös maan vedenpidättyvyys pienenee olennaisesti. Hienorakenteisilla maalajeilla, kuten hieno hieta, ja yleisesti sivilajitteen lisääntyessä, maan vedenpidätyskyky lisääntyy. (Mattila ym. 2019, 39.)

Talvella maan veden pidättymiskyvyn ollessa pieni routaantuvat hienolajitteisimmat maat tiiviisti niin, että kasvien talvenkestävyys heikkenee. Liiallinen peltomaan märkyys aiheuttaa maan mururakenteen muuttumista tiiviiksi massaksi ja estää kasvin juuriston tunkeutumista maahan. Mururakenteen puuttuminen estää juuriston hapensaantia. Juuristohengityksen puuttuttua kasvin ravinnonsaannin kannalta tärkeä bakteeritoiminta heikkenee. Peltomaan ollessa tiivistynyttä pohjaveden pinta on korkealla. Etenkin keväällä maa on pidempään kylmää ja kasvun alkaminen viivästyy. (Mattila ym. 2019, 39–41.)

Viljelyn perusedellytyksenä voidaan pitää toimivaa perus- ja paikalliskuivatusta. Peruskuivatus tarkoittaa maan kuivattamiseksi suoritettuja valtaojien kaivuita ja perkauksia, pienehköjä pengerryksiä sekä purojen vedenjohtokyvyn parantamista. Hyvin tehty peruskuivatus on paikalliskuivatuksen eli esimerkiksi piiri-, sarka- ja sala-ojituksen, edellytys. (Ympäristöhallinnon...2015.)

Kuivatuksen määräävä tekijä on kasvien tarvitsema kosteustaso ja sen saavuttaminen. Paikalliskuivatuksella määritetään pellolle pohjaveden pinta ja se, mille tasolle tämä asettuu sulamisveden ja sadannan jälkeen. Kuivatusvara määritetään kasvuston tarpeiden ja koneiden kantavuuden asettamista vaatimuksista. Kun kuivatusvara on määritelty, voidaan laskea varsinainen ojaväli sekä ojasyvyys. (Paasonen-Kivekäs ym. 2009, 269.)

Tehokkaan nurmen korjuun aikaansaamiseksi peltojen kantavuutta ja lohkokokoa on pyrittävä suurentamaan, ja peltolohkojen yhtenäistämistä pidetään näin ollen tärkeänä. Konekoon kasvaessa etenkin paikalliskuivatuksen, mutta myös peruskuivatuksen, eli esimerkiksi valtaojien kunnossapidon, keskeinen merkitys kasvaa. Toimiva ojitus edesauttaa viljelyssä olevan pellon maarakenteen ylläpitoa. (Paasonen-Kivekäs ym. 2009, 269.)

Salaojituksen merkitys. Salaojituksen merkitys on kasvanut viljelyn koneellisen kehityksen myötä. Konekustannusten ja ihmistyön osuuden vähennyttyä on muodostunut tarve yhtenäistää viljelylohkoja suurempiin kokonaisuuksiin. Vuosittainen sadannan ja haihdunnan epätasainen jakautumien vaatii tehokkaan kuivatuksen. Pohjoisten olosuhteiden ansiosta ilmasto asettaa vuosittain vaihtuvia vaatimuksia peltolohkojen kuivatukselle. Keväällä talviaikaisen lumipeitteen sulaminen tuo runsaita vesimääriä. Talviainen routaantuminen viivästyttää keväällä tehtävien peltotöiden aloitusta. Syksyllä sateet tuovat haasteita sadonkorjuun toteuttamiseen. (Salaojakeskus ry 2002, 8–10.)

Salaojituksella tehostetaan kuivatusta ja luodaan kasville optimaalisempi kuivatussyvyys, toisin kuin avo-ojilla. Kun salaojasyvyys kasvaa yhdestä metristä ylöspäin, kasvaa lohkokokoista saatavaa sato 4-5% jokaista 0,1 m kohti. Sarkaojilla vastaavan kuivatustehon saavuttamiseksi vaaditaan suurempaa pintaleveyttä, mikä aiheuttaa entistä suurempaa hyötypinta-alan hukkaa. Kuivatustehokkuuden hyödyt näkyvät erityisesti keväällä, kun peltomaa lämpenee nopeammin. Näin myös kasvukausi pitenee. Keväällä kasvukauden yhden päivän pidennys nostaa satoa 0,7% päivää kohti. Salaojituksen ansiosta pellon hyötypinta-ala nousee ensiojituksen toteutettuna noin 10- 25 %. Nousuun vaikuttaa aiemmat olosuhteet. Peltotöihin kuluvan työajan tarve vähenee avo-ojien poistuttua. Salaojitetulla lohkolle saavutetaan siementen, lannoitteiden ja torjunta-aineiden tarkempi käyttö avo-ojitettuun lohkoon verrattuna. Oikein mitoitettu toimiva ojitus edistää maan kasvukuntoa ja mahdollistaa tasalaatuisemman kasvuston. Toimivan ojituksen myötä viljelyvarmuus kasvaa ja mahdollistaa laajemman kasvivalikoiman käytön. Toimivan ojituksen ansiosta vähenee riski siihen, että pellolla joudutaan työskentelemään maan ollessa märkää. Märissä olosuhteissa tehdyssä peltotöissä maan rakenne tiivistyy herkästi, mikä lisää sateiden aiheuttaman pintavalunnan riskiä. (Salaojakeskus ry 2002, 8–10.)

2.2.3 Viljelysmaan viljavuus

Maan viljavuuden vaikutukset näkyvät sadon määrässä ja laadukkuudessa sekä aiheuttavat viljelyssä ympäristökuormitusta. Viljelyskasvit ottavat kasvaakseen ravinteet maasta. Ravinteet lisääntyvät maaperässä pieneliötoiminnan vaikutuksesta

sekä kivennäismaiden rapautuessa. Ravinnetasapainoinen peltomaa pystyy varastoimaan ravinteita ja muuttamaan ne kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Hyvässä maarakenteessa on huokosverkosto, joka ohjaa ylimääräisen veden pois pellon pinnalta alempiin kerroksiin. Suotautuessaan huokosverkoston lävitse irronneella maaineksella ja liuenneilla ravinteilla on pidättäytymisen mahdollisuus syvempiin rakennekerroksiin. Peltomaan rakenteen, kasvukunnon ja vesitalouden ylläpito sekä tasainen kasvipeitteisyys ovat tehokkaita keino ravinnehuuhtoutumien ehkäisyssä. (Virtuaalikylä 2010, 1–3; Lemola 2018, 10–15; Agropolis Oy 2019.)

Muokkauskerroksen lajitekoostumus ilmaistaan maalajina. Maalajit ryhmitellään maalajiryhmiin. Erilaisille maalajiryhmille annetaan erilaisia multavuusluokkia, jotka kuvaavat orgaanisen aineksen määrä (Taulukko 1; Eurofins 2017, 1–2.)

Taulukko 1. Maalajiryhmien viljavuusluokat (Eurofins 2017, 2).

Multavuusluokka	Orgaanisen aineksen määrä
Vähämultainen	< 3 %
Multava	3-6 %
Runsasmultainen	6-12 %
Erittäin runsasmultainen	12- 20 %
Multamaa	20- 40 %
Turvemaa	> 40 %

PH-arvolla ilmaistaan peltomaan happamuutta. Viljelysmaat ovat Suomessa luontaisesti happamia, pH-arvo vaihtelee 5 - 6,5. Kasvit ovat yksi maata happamoittava tekijä. Happamuudella on vaikutus kasviravinteiden liukoisuuteen. Happamuuden vähentyessä pääravinteiden liukoisuus kasvaa ja vastaavasti hivenravinteiden liukoisuus pienenee. Kivennäismailla pH-tavoite on 6,0-6,5. Turvemaidella ja runsasmultaisilla mailla pH 6,0 tai alhaisempi taso on riittävä. (Virtuaalikylä 2010, 1–3; Lemola 2018, 10–15; Agropolis Oy 2019.)

Viljavuustutkimuksella selvitetään maan happamuus ja ravinteisuus. Viljavuustutkimus on suoritettava viidenvuoden välein ympäristötuen ehtojen täydentymiseksi. Perustutkimuksessa selvitetään maalaji, multavuus, happamuus, johtoluku, vaihtuvat fosfori, kalium, kalsium ja magnesium. Näytteitä on kerättävä vähintään yksi jokaiselta yli 0.5 ha kokoiselta peruslohkolta. Pienemmiltä alle puolen hehtaarin lohkoilta otetaan yksi näyte jokaista alkavaa kahta peltohehtaaria kohden. Yli viisi hehtaaria ylittäviltä lohkoilta on otettava näyte jokaista alkavaa viittä hehtaaria kohden. Peltolohkon tai maalajin vaihtuessa on hyvä tehdä tutkimusnäyte. Lannoituksessa tulee tarkastella reservissä olevia ravinnemääriä ja suunnitella niiden tasapainotusta pidemmällä aikavälillä. Reservikalium on hyvä tutkituttaa karkeilla kivennäismailla sekä eloperäisillä mailla. Maan nesteeseen liuenneiden ravinnesuolojen pitoisuutta kuvataan johtoluvulla. Mitä suurempi johtoluku on, sitä korkeampi on vesiliukoisten suolojen pitoisuus. Ravinteiden saannin kannalta kasvi ja sen juuret pysyvät ottamaan ravinteita parhaiten alhaisissa suolapitoisuuksissa. (Virtuaalikylä 2010, 1–3; Lemola 2018, 10–15; Agropolis Oy 2019.)

2.2.4 Ravinnetalous ja lannoitus

Ravinnetase. Ravinnetaseella ilmaistaan kasvukauden aikana lannoitteena annettun ravinnemäärän ja sadon korjuun mukana pellolta poistuvaa ravinnemäärän erotusta. Mitä pienempi ravinnetaselukuarvo on, sitä vähemmän peltoon jää ravinteita. Ravinnetaseen ollessa negatiivinen pellolta on poistunut ravinteita enemmän, kuin lannoituksessa on annettu. Ravinnetaseeseen ja kasvin ravinteiden ottoon vaikuttavat kasvukauden lämpötila ja vesimäärä. Vuositasolla ravinnetaseessa esiintyy eroavaisuutta. (Luke 2019.)

Peltotase. Peltotaseessa määritetään kasvuston mukana poistuneet fosfori ja typimäärät. Matalimmat tasemäärät saavutetaan, kun satotaso on korkea ja ei ole käytetty lannoitusmaksimin enimmäismääriä. Korkeat tasemäärät saavutetaan, kun satotaso jää odotettua pienemmäksi lannoitemäärään nähden. Korkeilla tasemäärillä typpeä ja fosforia jää kasvussa hyödyntämättä ja se aiheuttaa niiden huuhtoutumisriskiä. (Mavi & Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin 2008, 2–3.)

Peltotaselaskelmassa tulee huomioida lannoitteiden, lannan ja kylvösiemenen ravinnesisältö. Lannoitteiden sisältämät typpi- ja fosforimäärät on kirjattava lohko-muistiinpanoihin. Karjanlannalle laskelmassa tulee käyttää lanta-analyysin ravinne-pitoisuuksia. Lannoitteiden tuoteselosteesta ilmenee lannoitteen ravinne-pitoisuudet. (Mavi & Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin 2008, 2–3.)

Ravinteet. Kasvien kasvun kannalta välttämättömiä ravinteita on 16. Ravinteista hiilen ja hapen kasvit saavat ilmakehästä ja vedyn vedestä. Kasvin kasvuun kuuluvat 13 muuta ravinnetta kasvit ottavat maan kasvivarannoista ja lannoitteista. Kasvit pystyvät hyödyntämään kasvuunsa vain maassa orgaanisen toiminnan hajottamia ravinteita. Mikrobit tarvitsevat maassa hajotustoimintaansa lämpöä ja kosteutta. Maassa olevien kasviraavinteiden puutokset aiheuttavat kasvin kasvun hidastumista tai loppumista kokonaan. Lannoitustarve tulisi toteuttaa viljavuustutkimuksen kasveille käyttökelpoisten ravinteiden perusteella. Viljavuustutkimuksesta saadaan selville maan ravinnevarat, joilla lannoitus voidaan perustaa. Kasvuston kasvuasteiden seuraaminen, kasvulohkokokohtaisesti kasvukautena, kertoo kasvuston ravinnetilasta. Kasvuston ravinnepuutoksia voidaan havainnollistaa joko sen aukkoisuudesta tai kasvin lehtien väristä. Kasvuston lehtivihreäpitoisuudella ilmaistaan kasvien ravinne-pitoisuutta. Kasvin kasvua rajoittava tekijä on yleensä ravinteista alhaisimman pitoisuuden omaava ravinne. (Marjanen 1979, 46–47; Rajala 2005b, 192.)

Kasvin tarvitsemia pääravinteita on kolme: typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K). Kasvin kasvuun vaadittavia sivuravinteita ovat rikki (S), calsium (Ca) ja magnesium (Mg). Hivenravinteita kasvi tarvitsee mangaania (Mg), sinkkiä (Zn), kuparia (Cu), boori (B), rauta (Fe), kloori (Cl) ja molybdeeni (Mo) (hedda). (Marjanen 1979, 46–47; Rajala 2005b, 192.)

Typpi vaikuttaa kasvin rakenteelliseen kasvuun. Kasvissa typen saannin puutos rajoittaa kasvin kasvua ja vaikuttaa olennaisesti sadontuottoon. Typen puutteesta kärsivän kasvin aineenvaihdunta on puutteellinen. Typen puutos rajoittaa kasvin aineenvaihduntaa ja estää aminohappojen ja entsyymien muodostusta. Kasvi tarvitsee kasvaakseen koko kasvukauden typpeä. Kasvukaudella typpilannoituksella on suuri merkitys sadon tuottavuuden ja valkuaispitoisuuden kannalta. Typen ansiosta kasvin lehtivireän muodostus tapahtuu yhdessä auringonvalon energian kanssa.

Typen puutteet kasvissa on havaittavissa lehtipinta-alan muodostuksessa. Kasvin lehtiosien väri jää vaaleanvihreäksi ja sato tulee ennenaikaisesti. (Heinonen ym. 1996, 222–223; Paasonen-Kivekäs 2009, 181–183.)

Kasvun kannalta fosfori on tärkeä lannoite. Fosfori edesauttaa kasvin energiansaantia ja se vaikuttaa kasvin maanpäällisen osan sekä juuriston kehitykseen. Eläinten energiantuotannossa fosfori vaikuttaa luuston ja hampaidenkehitykseen. Ruokinnassa liian vähäisen fosforin saanti heikentää eläimen energiansaantia ja luuston kehitystä. Vaikutus näkyy heikkenevänä tuotostasossa ja kasvussa. Fosforin käytökelpoisuuteen maassa vaikuttavat prosessit ja niissä sitoutumisherkkyiden ja orgaanisten yhdisteiden hajoaminen liukoiseen muotoon. Kasvien ravinteiden saannin kannalta maavedessä liukoinen fosfori on vain kasvin käyttökelpoisessa olotilassa. Orgaanisen fosforin pitoisuus maan kokonaisfosforista vaihtelee 25-65% välillä. Vaikuttava tekijä tähän on karikemateriaalin laatu. Kasvin fosforintarve on suuri kasvukauden alussa, jolloin kasvin kehitys on alkuvaiheessa. Kasvin suuri ja laaja sekä syväle ulottuva juuristo pystyy ottamaan parhaiten fosforivarannot maatilavuudesta. Eloperäisemmissä maissa fosfori on helpommin kasvin käytettävissä kuin vähän eloperäistä ainesta sisältävissä maalaaduissa. Peltomaassa fosforipitoisuus vaihtelee suuresti maalajin ja maan käyttöhistorian perusteella. Lannoituksessa fosforivaroja kertyy etenkin viljelymaan pintakerrokseen. Sadossa poistuu pellolta keskimäärin kasvilajeista ja satotasosta riippuen 10-25kg fosforia hehtaarilta. (Yara 2020.)

Kalium on kasvukehitykseen vaikuttava ravinne typen oton jälkeen. Kalium vaikuttaa siis myös sadonmuodostukseen. Kaliumin tehtävänä on sadossa tukea valkuaisen muodostusta. Kaliumin vaikuttaa kasvin vesitaseseen ja edistää kasvissa sokereiden siirtymistä. Kasvissa puutosoireet ovat havaittavissa vanhojen lehtien kärkien sekä reunojen kellastuneisuutena. Nurmikasvit ovat tehokkaita maan reservikaliumin käyttäjiä. Nurmisadon mukana kaliumia voi poistua kasvustosta 150-250kg /ha. Viljakasvustossa kaliumpitoisuus on suurimmillaan tähkälle tulon aikaan. Viljan tuleentuessa kalium kulkeutuu kasvustosta juurten sekä kuihtuneitten lehtien kautta maahan takaisin. Viljan jyvässä poistuu vain noin 40% kasvin sisältävästä kaliumista. Kasvin liiallinen kaliumin otto vaatii energiaa ja vähentää sadosta magnesiumipitoisuutta. Karkeissa kivennäismaissa kaliumia voi olla runsaasti kasvien

käyttökelvottomassa muodossa ja se altistuu herkästi huuhtoutumiselle. (Vallinholvi 2009, 1–2; Junnola & Peltonen 2013, 5–6.)

Karjanlannalla tarkoitetaan käsittelemätöntä tai käsiteltyä tuotantoeläinten sontaa ja virtsaa. Karjanlanta voi sisältää myös vettä ja kuiviketta sekä rehuntahteita. Lannassa on kasvin kasvuille tärkeitä ravinteita ja se parantaa maan rakennetta ja ravinteiden saatavuutta. Lisäksi karjanlannalla vilkastutetaan maan eliötoimintaa. Lannasta muodostuu humusta, joka kuohkeuttaa maata, jolloin maan mururakenne ja ilmavuus sekä vesitalous paranevat. (Virtanen 2017, 3–6.)

Lannan käsittelyssä ja varastoinnissa tulee tähdätä siihen, että lannassa olevat ravinteet säilyvät aina levitykseen saakka. Levityksessä voidaan lannan ravinnehävikkiä vähentää, kun lanta sijoitetaan tai mullataan levityksen yhteydessä. Multauksella ja sijoituksella ehkäistään ilmakehään haihtuvan typen määrää. Karjalannassa olevat typpi- ja fosforiravinteet eivät ole heti kasvin ravinnesaannin käytettävässä muodossa. Lantamassassa olevat typpi ja fosfori tarvitsevat maan eliötoimintaa hajottamaan ravinteet kasville käyttökelpoiseen muotoon. Hajottavaan eliötoimintaan vaikuttaa olennaisena osana maan lämpötila ja kosteusolot. Kasvukauden ulkopuolella tapahtuva hajotustoiminta lisää ravinteiden huuhtoutumisriskiä. Lannoitettaessa karjalannalla ravinnesuhteet eivät ole kasvin kannalta optimaaliset. Pelkällä karjalannalla lannoittaminen johtaa kasvin riittämättömään typen saantiin tai fosforin yliannoitukseen. Kasvin riittävän ravinteiden saannin kannalta tulee valita sopiva täydennyslannoitus. (MTK 2017.)

Kasvi käyttää kalsiumia soluseinien ja solun sisäisten kalvojen rakennusaineena. Kalsiumin toimii kasvusolukoissa ja kärkikasvupisteissä. Kalsiumin puutteesta kasvin soluseinämissä tapahtuu rappeutumista. Kasvin kalsiumin saanti on erityisen tärkeää koko kasvun ajan. Nuoremmat kasvinosat eivät pysty hyödyntämään vanhojen kasvinosien sisältämää kalsiumia, koska kalsium kulkeutuu kasvinesteen mukana laajeneviin osiin. Kalsium säätelee kasvin solunesteen virtauksen painetta sekä tasapainottaa sen sisältämää sähkövarausta. Kasvin kalsiumin puutteen oireet ovat havaittavissa ensimmäisenä kasvupisteissä ja nuorimmissa lehdissä. Nuorten lehtien käpertyminen tai kuihtuminen on oire kalsiumin puutteesta.

Kalsiumin puutosoireet näkyvät herkimmin hiekkaisilla ja kevyillä maalajeilla. Kasvukauden olosuhteiden ollessa kuivat tai liiallisen märät tuovat ne esiin kalsiumin puutosoireita. (Vallinhovi 2009, 1–2; Yara 2020b.)

Rikki on kasveille välttämätön pääravinne. Rikki vaikuttaa kasvin lehtivihreäpitoisuuteen ja sen myötä myös yhteyttämiseen. Rikki on kasvin valkuaisaineiden rakennuksen kannalta välttämättömien aminohappojen alkuaine. Kasvissa tapahtuu runsaasti erilaista rikkiyhdisteitä tuottavaa toimintaa, mitkä vaikuttavat kasvin puolustusmekanismeihin tauteja vastaan. Rikin puutosoireet ovat havaittavissa uusista ja vanhoista lehdistä vaaleutena sekä keltaisuutena. Rikin puute heikentää juuristossa juuristonystyröiden kehitystä. (Vallinhovi 2009, 1–2)

Rikin puutoksen havainnollistamiseen voidaan käyttää typpi-rikki-suhdetta 12-17:1 viljoilla ja nurmilla. Korjatussa sadossa poistuu, satotason mukaan, rikkiä noin 5-20kg/ha. Eniten rikkiä poistuu valkuaisista sisältävissä palkokasvinurmissa. Maaperässä rikki huuhtoutuu helposti kasvien juurten ulottumattomiin. Maan eloperäinen aines varastoi tehokkaasti rikkiä. Huuhtoutumista voidaan maaperästä vähentää pitämällä kasvukauden ajan mahdollisimman pitkään kasvipeitteisenä. Maan rikkipitoisuuden ylläpitoa voidaan edesauttaa suhteuttamalla rikkilannoitus typpilannoitustasoon 1:10. (Helsingin yliopisto & ProAgria 2019, 1–2.)

Kasvien tarvitsemien hivenravinteiden määrä vaihtelee noin 50-1000 g hehtaaria kohden. Hivenravinteiden pitoisuuteen vaikuttaa maan ominaisuudet, kuten happamuus ja multavuus. Maan rakenteella on puolestaan suuri merkitys hivenravinteiden käyttökelpoisuuteen. Hivenravinteiden puutos alentaa satoa jo ennen kasvustosta havaittavia muutoksia. Riittävä hivenravinteiden saanti lisää kasvintautien vastustuskykyä. Maan pH-arvon noustessa yli 6,5 vähämultaisilla kivennäismailla, hivenravinteista mangaanin liukoisuus heikkenee. Alueilla, joilla vesi peittää maan keväällä, mangaani huuhtoutuu helppoliukoisena maakerrokseen, ja siksi sen puutosta esiintyy. Turvepitosilla, eloperäistä ainetta sisältävillä lohkoilla, pH-arvon noustessa kuparin liukoisuus vähentyy. Kuparin puutos aiheuttaa vilja- ja heinäkasveilla lehtien kärkien vaalenemista ja kiertymistä korkkiruuvimaisiksi. Heinäkasvustossa timoteilla korsi muuttuu pehmeäksi ja helposti lakoontuvaksi. Suurilla typpilannoituksilla ja kupariköhyillä lohkoilla puutosoireiden ilmeneminen lisääntyy. Boori vaikuttaa heinäkasvien talvehtimiseen, etenkin sokerinmuodostukseen juuressa. Booripitoisuuden

ollessa alhaalla kasvinsolujen jakautuminen hidastuu, millä on merkitystä B1-vitamiinin valmistukseen. Raudalla on merkitystä kasvien lehtivihreän muodostuksessa etenkin kylminä ja kosteina keväinä muiden hivenravinteiden ohella. Molybdeeni, yhdessä entsyymien kanssa, tekee mahdolliseksi kasvin lannoitetypen käytön, mutta sen puute estää kasvin valkuaisenmuodostuksen. Kasvin fosforihappoainenvaihdunnassa molybdeenin puute aiheuttaa orgaanisen fosforin määrään vähentymisen. Kasvien c-vitamiinipitoisuus vähenee molybdeenin puutteesta. Palkokasvien, kuten apilan, juurinysträbakteerien typensidontaan molybdeenilla on suuri vaikutus. (Marjanen 1979, 192; Rajala 2005b, 25–28, 31–33, 36, 48, 50.)

2.3 Nurmen perustaminen

2.3.1 Edellisen nurmen lopettaminen ja uuden perustaminen

Nurmen perustamisvaihe on tärkeä, sillä perustamisvaiheessa nurmikasvustolle luodaan monen tuotantovuoden kasvuedellytykset. Nurmen perustamisessa käytetään yleisesti menetelmiä, joissa nurmi joko perustetaan suojaviljan yhteydessä keväällä tai ilman suojaviljaa kesällä. (Sohlo 2013, 4–6, 11.)

Paras lähtökohta uuden nurmen kasvukunnolle saadaan, kun esikasvustosta torjutaan rikkakasvit. Monivuotinen aluskasvi, kuten nurmi, vaatii kuitenkin yleensä kemiallisen lopetuksen, jotta rikkakasvit saadaan hallintaan. Nurmen kemiallinen lopetus voidaan korvata kevytmuokkauksin tehtävällä nurmen lopetuksella. Kevytmuokkauksin tehtävässä nurmen lopetuksessa tulisi kasvusto kuolettaa tehokkaasti hie-nontamalla vanha kasvusto pieniin osiin. Työvaihe vaatii yleisesti monia ajokertoja, jotta voidaan saavuttaa riittävä työsyvyys. Nurmen mekaaniseen lopetukseen vaikuttaa olennaisesti pellon maalaji ja sen muokattavuus. Kyntö on kuitenkin muokkauksista yleisimmin käytetty menetelmä ja sen etuna on kasvinosien hautautuminen syvemmälle maahan. (Peltonen ym. 2010, 43–45.)

2.3.2 Perus- ja kylvömuokkaus

Pellon muokkaus jaetaan perus- ja kylvömuokkaukseen. Nurmen viljelysmaalle tehdään ensimmäiseksi perusmuokkausta. Muokkauksen päätavoitteena on rikkoa nurmi ja haudata kasvijäänteet sekä katkaista ja nostaa maanmyötäiset juuret pinnalle kuivamaan. Muokkaus tulisi ajoittaa viljelykierron ja seuraavan kasvin ravinteiden saannin kannalta optimaalisesti. Nurmiviljelyssä muokkauksen onnistumisen tärkeimpiä tekijöitä ovat ravinnevalumien ehkäisy ja rikkakasveille epäedullisten olojen aikaansaaminen. (Peltonen ym. 2010, 45; Karjalainen 2019)

Perusmuokkauksessa maata muokataan yleensä 10-25 cm syvyydeltä. Olennaisesti muokkaussyvyyteen vaikuttavat kosteus-tila ja maalaji sekä haudattava kasvustojäte tai karjalanta. Perusmuokkaus tulisi ajoittaa siten, että peltomaan rakennetta ei rikottaisi ja ehkäistäisiin tiivistymistä. Perusmuokkauksessa sopiva kosteus-tila vaikuttaa alenevasti maan vetovastuksen määrään. Liiallinen kosteus-tila aiheuttaa maan kantavuusongelmia ja edesauttaa maan huokosrakenteen rikkoutumista. Useimmat maalajit kutistuvat kuivuessa ja paisuvat kostuessaan. Peltomaan rakenteen tulisi pystyä imeyttämään vesi pinnasta syvempiin rakenteisiin nopeasti sekä mahdollistaa kylvettävien kasvien sopiva kosteus-tila kuivina tai sateisina aikoina. (Peltonen ym. 2010, 45; Karjalainen 2019.)

Suomessa käytetyistä perusmuokkausmenetelmistä kyntö on yleisin. Kynnön lisäksi käytettyjä perusmuokkausmenetelmiä ovat kultivointi, lautas- ja lapiorullaäestys. Savipitoisille maille suositellaan syyskyntöä, jolloin routaantumisen vaikutukset ovat muokkauskerroksen muokkausta edesauttavia. Karkeilla mailloin vuosittain toistuvassa kyntömuokkauksessa muodostuu kyntökerroksen alapuolelle kovia iskostumia. Tiivistyneen pohjamaan muokkaukseen on kehitetty jankkurointimenetelmä, jolla päästään tavanomaista kyntösyvyyttä 10-15 cm syvemmälle. Kyntö lisää pintamaan hetkellistä veden varastointikykyä, kun se muodostaa maahan suuria makrohuokosia. Kevennetyssä muokkauksessa työsyvyyttä käytetään 5-15 cm. Kevennetyssä muokkaustavoissa kasvustojätteen lisääntyminen pintamaassa nostaa eloperäisen aineksen määrää. Pintamaan eloperäisen aineksen määrän lisääntyminen ehkäisee liettymistä ja kuorettumisen aiheuttamaa riskiä. Lisäksi kevennetyillä muokkauksilla on positiivisia ympäristövaikutuksia, sillä maanpinnan kasvipeitteisyys lisääntyy eivätkä ravinteet pääse huuhtoutumaan. (Karjalainen 2019.)

Nurmen perustamisen kylvömuokkauksella luodaan sadon perusta tuleville nurmi-
vuosille. Kasvuston orastuminen on nopeampaa, kun kylvömuokkaus on tehty huo-
lellisesti ja kylvöalusta saadaan mahdollisimman tasaiseksi. Kylvömuokkauksen on-
nistumiseen vaikuttaa olennaisesti maalaji ja sen murustuminen. Maalajien saves-
pitoisuuden noustessa muokkauksen tarve lisääntyy. Esikasvilajin valinnalla on
myös vaikutusta maan muokattavuuteen. (Mikkola 2018, 6–7,11–12,15.)

Nurmen perustamisen kylvömuokkauksella luodaan sadon perustaa tuleville nurmi-
vuosille. Perustamisvaiheessa pellon kunto vaikuttaa olennaisesti onnistuneeseen
kylvöalustan perustamiseen. Myös maalajilla ja sen murustumisella on huomattava
merkitys. Maalajien savespitoisuuden noustessa muokkauksen tarve lisääntyy. Esi-
kasvilajilla on vaikutukset maan muokattavuuteen. (Mikkola 2018, 6–7, 11–12, 15.)

2.4 Nurmikasvilajit

Nurmilajikkeissa tapahtuu kasvukauden aikana rakenteellisia ja kemiallisia muutok-
sia niittokertojen välillä. Satoisuutta tavoiteltaessa lajike tulee kestää nurmikierron
vuodet tuottoisana. Saman kehitysvaiheen kasvilajeilla on eroavaisuuksia sula-
vuutta tarkasteltaessa. Eri lajikkeilla esiintyy myös vaihtelevuutta jälkikasvuun läh-
dössä niittokertojen välillä. Etenkin eri kasviheimojen, kuten heinäkasvien ja palko-
kasvien, välillä esiintyy suurimmat erot. Kun lajikkeet valitaan korjuun niittorytmien
mukaisesti, saadaan luotua paras mahdollinen pohja nurmisadon nostamiseen.
(Peltonen ym. 2010, 31, 36.)

Päivän pituus ohjaa nurmikasvien eri kehitysvaiheita. Kasvi reagoi päivänpituuteen
ja ennakoi valmistautumista kukinnan ja talvehtimisen varalle. Kasvilajit jaotellaan
niiden päivänpituusvasteen mukaisesti pitkän päivän tai lyhyen päivän kasveihin.
(Peltonen ym. 2010, 31, 36.)

Talvenkestävyys on olennaista kasvilajeille, jotta ne selviytyvät seuraavaan kasvu-
kauteen. Nurmikasvien talvenkestävyys tarkoittaa niiden karaistumista. Karaistumi-
sen aikana kasvi kerää jäätyksen estämiseksi solun sisään liukenevia aminohap-
poja ja sokereita. Kun päivälämpötilat laskevat, virtaavat kasvin yhteyttämistuotteet
hiilihydraattivarastoihin talven vararavinnoksi. Karaistuminen alkaa syksyllä, kun

päivän pituus lyhenee ja ilman lämpötila laskee. Kun päivälämpötila laskee nollaan tai sen alapuolelle, katsotaan karaistumisen alkaneen. Karaistumisen kannalta parhain säätila vallitsee syksyllä, kun lämpötila pysyy mahdollisimman pitkään 0 - +5 asteen välillä. (Peltonen ym. 2010, 36.)

Perustettaessa nurmia on valittava siemenseokset kasvuolosuhteiden ja ruokinnallisten tavoitteiden mukaisesti. Siemenseoksia valittaessa nurmiviljelyyn määräävin tekijä on kuitenkin maalaji. Sadon käyttötarkoitus ja suunniteltujen korjuukertojen määrä edellyttävät lajikevalinnoilta voimakasta jälkikasvukykyä. Korjuukertojen kasvaessa kahdesta kolmeen kertaan tulisi suosia lehteviä lajikkeita. (Peltonen ym. 2010, 37–39.)

Nurmikasveja viljellään yleensä 2-3 kasvin seoksina. Viljelyvarmuutta lisää suurempi 4-7 kasvilajin valikoima. Seoskasvuston ansiosta satoisuutta pystytään nostamaan ja saadaan kestävämpi kasvusto kasvitauteja sekä talvituhoja vastaan. (Peltonen ym. 2010, 37–39.)

Yleisin viljelty nurmikasvilajike on Timotei. Nurmisiemenseoksissa Timotein yleinen osuus on 60-80%. Timotein suureen osuuteen siemenseoksessa vaikuttaa sen talvehtimiskestävyys muita nurmilajeja paremmin. Maittavuutensa ja tuottavuutensa ansiosta Timotei on erinomainen. Timotei kasvuston ensimmäisen niiton heikompaa jälkikasvua pystytään korvaamaan natojen voimakkaammalla jälkikasvulla. Timotei kärsii matalan juuristonsa takia kuitenkin herkästi kuivuudesta poutivilla hiesu- ja savimailla. Laajan juuriston kasvattavat kuten ruokonata ja koiranheinä soveltuvat Timoteita paremmin poudanaroille maille. Kivennäismaille sopii seoksiin englanninraeheinä tiheän syvän ja leveän juuristonsa ansiosta. Yksivuotisia kasveja ovat italianraeheinä ja Westerwoldinraeheinä, jotka soveltuvat lähinnä pikanurmiin ja kokoviljasäilörehunurmiin. Yksivuotisten nurmikasvien etuna on syksyllä sadontuottavuus. (Peltonen ym. 2010, 32.)

Palkokasveista puna-apila on yleisin monivuotisiin niittonurmiin soveltuva palkokasvi. Parhaiten puna-apila viihtyy kalkituilla pH-arvon 6,5 omaavilla kivennäis- ja savimailla, jossa vesitalous on kunnossa. Kuivia kausia puna-apila kestää paksun

syväälle tunkeutuvan pääjuuren ja sivujuuriston ansiosta. Kasvustossa apila kuitenkin kärsii useista niittokerroista ja on tallaukselle arka. Puna-apila ei menesty turve- mailla ja hapenpuutteesta kärsivillä lohkoilla. (Peltonen ym. 2010, 34.)

Sinimailanen on tullut kolmen niiton säilörehunurmiseksiin mukaan korkean valkuaispitoisuuden ansiosta. Sinimailanen kestää vaikeammillakin savimailla kuivuutta syväälle tunkeutuvan paalujuurensa ansiosta. Sinimailasen etuna on alhainen typpi- lannoitekustannus. Sinimailasen etuna on runsaampi sadon muodostus toisen ja kolmannen niiton vaiheissa. (Peltonen ym. 2010, 34.)

2.5 Kasvinsuojelu

Nurmen kasvinsuojeluun vaikuttaa olennaisena osana sen perustamisen onnistu- minen. Riittävän suurella siemenmäärällä perustettaessa ja huolellisilla kylvötoi- menpiteillä saadaan riittävän tiheä ja aukoton sekä tasainen kasvusto. Perustamis- vaiheessa nurmikasvuston jäädessä aukkoiseksi valtaavat rikkakasvit nopeasti auk- koiset paikat. Rikkakasvien levinneisyys pellonpientareilta, ja rikkakasvuston lisään- tyessä nurmikasvustossa, satopotentiali pienentyy ja vaikuttaa olennaisesti nurmi- lohkojen uusintatarpeeseen. Nurmi tulisi uudistaa ennen kuin rikkakasvusto on val- lannut 20% nurmikasvustosta. (Sohlo 2012, 1–6.)

Perustamisvaiheessa, viljelykierron edellisten kasvien aikana, ennen nurmen perus- tamista tulisi hävittää juolavehna ja muut juuririkkakasvit. Perustamisvuoden jälkeen niitä ei nurmista voida torjua. Viljelykierron vaikutukset on hyvä tällöin ottaa käyttöön nurmien rikkakasvitorjunnassa. Nurmi olisi hyvä perustaa suojaviljaan, koska hei- nien hentokasvustoinen oras on heikko kilpailemaan rikkakasveja vastaan. Viljavuo- sien aikana rikkakasvit voidaan torjua oikea-aikaisesti ja tehokkaasti kemiallisilla valmisteilla. Pahoin rikkakasvien vaikutuksesta kärsivä nurmi on hyvä uudistaa kyn- tää hyväksikäyttäen. (Vallinhovi 2017, 1–4, 9.)

Rikkakasvien määrään perustettavassa nurmessa vaikuttaa olennaisesti kasvualus- tan siemenpankki. Perustamisvaiheessa nurmen hyvä kasvunalku estää kilpailuky- vyllä taimettuvien rikkakasvien kasvun. Nurmen luontaiset lajit kelpaavat rehuksi,

mutta vaikuttavat heikentävästi rehusatoon. Kookaskasvuina rikkakasveina leinikit, hierakat ja voikukka vaikuttavat varjostavasti nurmenkasvuun ja laskevat säilörehun maittavuutta. Apilavaltaisesta nurmesta rikkakasvien ennalta-ehkäisevät kasvinsuojelutoimet ovat perustamisen edellytys, koska niiden torjunta myöhemmin vioittamatta kasvustoa on hankalaa. (Vallinhovi 2017, 1–4, 9.)

Satokauden aikaista kemiallista rikkakasvien torjuntaa ei suositella. Riittävän aikaisin tehtävällä puhdistusniitolla pystytään siemenlevinneisyyttä ehkäisemään. Rikkakasvien kasvukauden aikaiseen kemialliseen torjuntaan päädyttäessä on huomiotava kauppavalmisteiden asettamat varoajat ennen sadonkorjuuta. Kemiallinen torjunta tulisi ajoittaa kasvukauden alkuun ruusukevaiheeseen, jolloin kasvu on rehevää. Rikkakasvien siemen levinneisyyttä peltolohkolle voidaan ehkäistä ojan pien-narkasvuston niitolla. (Kasvinsuojeluseura ry 2012, 128–134.)

2.6 Kasvitaudit

Niittonurmilla talvituhoja aiheuttavat vääränlaiset sääolot ja sienitaudit. Epäedulliset talvehtimisolot johtavat kasvien kuolemaan tai kuihduttavat sen vararavinnon puutteeseen. Nurmikasvit sietävät parhaiten vesipeittoisuutta niiden ollessa lepotilassa. Jään alla nurmikasvit voivat jäätyä talvella ilman suojaavaa lumikerrosta. Kylmyys aiheuttaa vaurioita etenkin keväällä, kun lumipeite on sulanut ja pakkasjaksot jatkuvat. (Kasvinsuojeluseura ry 2012, 128.)

Talvituhosienien kehitykselle nurmikasvusto altistuu, kun lumipeite viipyy pitkään. Sieni tartuttaa kasvuston syksyllä ja kasvaa talven aikana. Keväällä karisevat sienitautien pahkulat voivat säilyä itämiskykyisinä maassa vuosiakin. Sienitautien pahkuloiden kehitys aktivoituu syksyllä kosteuden ja valon voimasta. (Kasvinsuojeluseura ry 2012, 128.)

Lumihometuhojen altistukselle kasvusto altistuu etenkin syksyllä ensilumen tullessa aikaisin routaantumattomaan maahan. Talvella pitkään kestävä lumipeite on suotuisa lumihomeen kehitykselle. Taudin aiheuttamat lehtien vioitukset havainnollistetaan heti lumipeitteen sulamisen jälkeen. Heinälajien taudinkestävyyksillä on suuria vaihtelevuuksia. (Kasvinsuojeluseura ry 2012, 128–129.)

Nurmipalkokasvien, etenkin apilakasvustojen, yleisin kasvitauti on apilamätä. Runsaissa nuorissa apilakasvustoissa esiintyy yleisesti apilamätää. Kasvustossa mätä ilmenee pesäkkeinä, jossa kasvinosat mätänevät ja lysähtävät maahan. Kasvustoon kasvaa harmaata homekasvustoa, johon kehittyy valkoista rihmastokasaumaa ja kirkkaita nestepisaroihin. Taudin talvehtiminen tapahtuu maahan jääneiden rihmastopakkojen avulla, mistä aktivoituvat syyskesällä. Kosteaa ja viileää on otollisin rihmaston kehitykselle. Lehdestä kehittyvä apilamätä leviää muihin kasvinosiin ja sen kautta viereisiin kasveihin. Kasvinvuorotuksella on vaikea torjua apilamätäriskiä, koska 6-7 vuoden väli nurmivaltaisessa kierrossa olisi hankalaa. Heinäkasvien seosviljelyllä kasvusto saadaan sopivan tiheäksi, jolloin kasvusto pysyy ilmavampana. Kasvuston niitolla riittävän pitkään sänkeen elosyyskuussa ehkäistään apilamätätuhoja. (Kasvinsuojeluseura ry 2012, 130–132.)

Vanhenevissa apilakasvustoissa esiintyy juurilahoa aiheuttava sienibakteeri. Sieni leviää yleensä kasvuston tallauksen tai roudan vaikutuksesta, kun kasvin juuristoon syntyy haavoja. Lahon oireet näkyvät kasvustossa kituliaana kasvuun lähdössä tai kuihtumisena keväällä. Juurilahon vaikutusta pidetään syynä ikääntyvien nurmien apilapitoisuuden häviämiseen. Apilahärmä ilmentyy kasvin lehdissä nukkamaisena rihmastona, jonka vaikutuksesta lehtien yhteyttäminen heikkenee. Härmän vaikutus näkyy kuivina ja läpiminä kesinä. Lisäksi apilalla esiintyy lehtilaikkutauteja, jotka alentavat apilahärmän lisäksi rehuarvoa. (Kasvinsuojeluseura ry 2012, 132.)

3 NURMEN KORJUUN JA VARASTOINNIN VAIKUTUS SADON MÄÄRÄÄN JA LAATUUN

3.1 Nurmikasvuston kehittyminen ja sadon muodostuminen

Nurmisadon määrä ja ravitsemuksellinen arvo ovat riippuvaisia yksittäisten nurmi-versojen ominaisuuksista. Nurmikasvusto muuttuu jatkuvasti, kun versoja ja lehtiä muodostuu ja kuolee. Samalla korren ja lehtien sekä soluseinien ja solusisällyksen suhteet muuttuvat. Muutoksilla on suora vaikutus korjattavan sadon laatuun, mutta myös korjuuta seuraavaan jälkikasvuun, talvehtimiseen ja kasvukauden satoon. Kun tuntee nurmen kasvuprosessin, voi ymmärtää eri viljelyratkaisujen vaikutuksen sadon määrään ja laatuun. (Peltonen ym. 2010, 25.)

Eniten kasvien kasvuun ja sadon määrään vaikuttavat lämpötila, päivänpituus ja säteilysumma sekä vedentarve. Suomessa nurmet, erityisesti Timotei, aloittavat kasvun heti, kun lumi on keväällä sulanut. Lisäksi lämpötilan tulee olla nolla-asteen yläpuolella. Lehtien paras kasvulämpötila on 17-25 celsiusasteen välillä. Ilman lämpötila on erilainen päivällä ja yöllä, mikä on hyväksi sadonmuodostusta ajatellen. Parhain keskilämpötila nurmen sadontuotolle on 16-18 celsiusastetta. Tätä korkeammat lämpötilat kuivuuteen yhdistettynä ovat kasville stressitekijä ja nurmikasvin kasvu nopeutuu liikaa. Lisäksi nurmikasvin puumaiseksi muuttuminen edistyy. (Peltonen ym. 2010, 30.)

Nurmikasvusto voi niiton jälkeen ylipäättään kasvaa, ja kasvaa nopeiten, kun suurin osa kasvuston versoista on säilyttänyt kasvupisteensä. Jälkikasvu vaatii aktiivisia kasvusolukkoja. Myös versojen keräämät hiilihydraattitasot vaikuttavat jälkikasvun mahdollistumiseen. Ruoko- ja nurminata sekä koiran- ja englanninraiheinä säilyttävät kasvupisteensä, ja kasvu on nopeaa. Sen sijaan timotein ja rehukattaran kasvu alkaa lähes kokonaan uusista sivusilmuista, minkä takia kasvu on hidasta. (Peltonen ym. 2010, 29.)

Nurmen kevät- ja syyskasvu ovat ratkaisevalla tavalla erilaisia keskenään. Kesällä juhannukseen saakka päivä pitenee ja päivittäinen auringon säteilyannos suurenee.

Nurmikasvuston uudet lehdet ilmestyvät korrenkasvun ansiosta hyvin valo-olosuhteisiin, sillä ne eivät jää kasvuston alaosaan ja varjoon. Kun kasvu on korrellista, varjostavat lehdet toisiaan vähemmän. Näin ollen myös auringon säteilyn hyväksi käyttäminen on tehokasta ja lehtien yhteyttämiskyky on korkea. Syksyllä päivänpituus on kääntynyt kasvuun. Päivän keskilämpötila voi olla yhä korkealla, mutta päivittäinen säteilysumma on vähäisempi. Timoteita lukuun ottamatta nurmikasvit eivät syksyllä kykene kasvattamaan kortta. Mikäli niitto viivästyy syksyllä, kuolevien versojen ja lehtien määrä vaikuttaa negatiivisesti sadon määrään ja sulavuuteen (D-arvo). (Peltonen ym. 2010, 29–30.)

Heinän korren kasvun alussa korsien sulavuus on korkealla. Kun korren kasvu etenee, korren soluseinät paksunevat ja korren tukirakenteet puutuvat ja lignifioituvat. Lisääntynyt ligniini muodostaa muiden soluseinän hiilihydraattien kanssa ristisidoksia, jotka myös heikentävät solukoiden sulavuutta. Näistä syistä korren sulavuus laskee paljon nopeammin kuin lehtilapojen sulavuus. Toisen sadon korsiosuuden muutokset, kehitysasteen mukainen versotyyppi sekä lehtien kasvu ja kuolema ovat syitä, miksi syysrehun D-arvon muutokset ovat hitaampia ja vaikeammin ennustettavia kuin kevätkasvustossa. (Peltonen ym. 2010, 28.)

3.2 Nurmikasvuston korjuumenetelmät

Säilörehun korjuumenetelmät ovat kehittyneet niin, että valtaosa säilörehusta kerätään nykyään esikuivattuna. Tämä tarkoittaa sitä, että varastoon ei päädy niin paljon vettä rehun mukana kuin esimerkiksi kelasilppurilla niitettäessä. Esikuivauksen etuna menetelmässä on se, että 27 % kuiva-ainepitoisuudessa puristenesteen tulo loppuu ja rehu pysyy talvella sulana varastossa. Esikuivatetun nurmen korjuu tehdään joko tarkkuussilppurilla, paalaimella tai noukinvaunulla. (ProAgria & TTS ry. 2015, 24.)

Ensimmäisessä sadonkorjuussa säilörehukasvustossa muutokset ovat nopeita, jolloin korjuuketjulta vaaditaan tehokkuutta. Korjuun toteutumisessa konekaluston mitoitus ja työketjujen suunnittelu on olennainen osa korjuun oikea-aikaista toteutumista. Kalustomitoituksen määräävä tekijä on karjan koko ja korjattavan säilörehun kokonaistarve. Korjuuseen kuluva aika pitenee, kun ensimmäisen ja toisen sadon

korjuuväliä lyhennetään. Kun tilakeskuksen ja korjattavien peltolohkojen etäisyys kasvaa, kuluu enemmän aikaa nurmea kuljettaessa. Kuljetusmatkat lisäävät myös rehunteon kuljetus- ja tätä kautta myös kokonaiskustannuksia. Silppuriketjussa kuljetusyksiköiden lisäys tuo lisää kuljetuskustannuksia, mutta lisääminen ei kasvata korjuuaikaa. Noukinvaunulla korjattaessa työteho laskee olennaisesti peltolohkojen etäisyyden kasvaessa tilakeskukselle, ja myös korjuuaika pitenee. Korjuuajan pidentyessä kuiva-ainesato kasvaa, mutta ruokinnallinen laatu heikkenee. Kun korjuu siirtyy myöhemmälle, korjattavan säilörehualan määrä vähenee hehtaarisadon kasvaessa. Paalainkäärinteekniikassa etäisyyden kasvu tilakeskukselle ei luo korjuuajasta kuljetuspainetta, koska paalien siirto tapahtuu korjuujakson ulkopuolella. (ProAgria & TTS ry. 2015, 24.)

3.3 Korjuuajankohta

Maidon korkeiden tuotostäätien takaamiseksi on tärkeää tuottaa oikea-aikaisesti korjattua säilörehua. Korjuun ajoittaminen nurmikasvun oikeaan kehitysvaiheeseen vaikuttaa myös merkittävästi nurmisäilörehun laatuun. Nurmen kasvussa tapahtuu korjuuasteittain laadullisia muutoksia. Laadullisia muutoksia tapahtuu nurmikasvien fysiologisen kehityksen takia. Kasvukauden olosuhteet, säätila, viljelytoimet, kasvilaji ja lajikevalinnat vaikuttavat nurmisadon muodostumiseen. (Peltonen ym. 2010, 76.)

Ruokinnasta aiheutuvin kustannusten pienentämiseksi tulee pyrkiä suureen kuiva-ainesatoon. Suurta kuiva-ainesatoa tavoiteltaessa kuitenkin tapahtuu laadullista heikkenemistä. Nurmisäilörehun käyttökelpoisuutta kuvataan sulavuutta ilmaisella D-arvolla. Säilörehun sulavuuden D-arvon 10 gramman yksikkömuutos vaikuttaa lypsylehmän maitotuotokseen vähentäen tuotosta jopa 0,5 litraa vuorokaudessa. (Peltonen ym. 2010, 76.)

Kasvukauden sääolosuhteilla on nurmien kasvuasteisiin suuri vaikutus. Alkukesällä nurmien kehityksessä tapahtuu suurempia muutoksia kuin keskikesällä ja syksyllä. Kasvurytmissä tapahtuu ensimmäisen sadon korjuun jälkeen versonnasta johtuvaa hidastumista. Kasvunhidastuksen myötä D-arvon aleneminen ei ole niin voimakkaasti muuttuva kuin ensimmäisessä sadossa, jolloin D-arvo laskee vuorokauden

aikana noin 5 g/kg kuiva-ainetta. Kasvuston kehitysrytmin määrää tehoisa lämpösumma. Mitä lämpimämpää on, sitä nopeammin kasvusto vanhenee. Kasvuston kehityksen vaikuttaa myös tilakohtainen paikallinen ilmasto. Tilan lämpimillä lohkoilla kasvusto kehittyy nopeimmin ja korjuu tulisi aloittaa näiltä ensimmäisenä. (Peltonen ym. 2010, 76.)

Korjuuajankohdan määrittämistä varten on hyvä teetättää nurmianalyysi laboratoriossa. Korjuuaikanäytteissä tutkitaan kuiva-ainemäärä, D-arvo, raakavalkuaisen, kuidun ja tuhkan määrä sekä energia-, OIV- ja PVT-arvo (Taulukko 2). Kuiva-ainemäärä kuvastaa sitä määrää rehussa, joka jäisi jäljelle veden poiston jälkeen. D-arvo on mittauksista tärkein. Se kuvaa sulavan orgaanisen aineksen määrää kuiva-aineessa. Raakavalkuaisen määrä kertoo typpilannoituksesta, kasvilajista sekä korjuuasteesta riippuvaisen rehun valkuaispitoisuuden. Rehun kokonaiskuitupitoisuuden kertoo NDF eli neutraalidetergenttikuitu, joka on oleellinen märehittäjän pötsin toimimiseksi sekä märehittämisen aktivoimiseksi. Korsiintunut rehu sisältää paljon kuitua, mutta se on vastaavasti huonommin sulavaa. Rehussa olevat kivennäisaineet ilmenevät tuhka-arvosta. Rehussa on hyvin todennäköisesti maata, jos tuhkan tavoitearvo ylittyy runsaasti. Maa-ainekset vaikuttavat laskevasti rehun sulavuuteen. Rehun energia-arvo, energian määrä rehuerän kuiva-ainekilossa, lasketaan suoraan rehun D-arvosta. Ohutsuolessa imeytyvä valkuainen, OIV, kuvastaa, kuinka paljon mikrobivalkuaista sekä pötsin hajoamatta ohittavaa rehuvalkuaista imeytyy ohutsuolessa. Pötsin valkuaisase, PVT, kuvastaa, onko rehussa riittävästi hajoaavaa valkuaista kattamaan pötsimikrobien typpentarve. PVT-arvon on oltava positiivinen. (Hartojoki 2020.)

Taulukko 2. Korjuuaikanäytteiden tutkittavat muuttujat tavoitearvoineen

Tutkittava muuttuja	Selitys	Tavoitearvo, yksikkö
Kuiva-aine, ka	Se määrää rehusta, joka jää jäljelle, jos rehusta poistetaan vesi.	siilo/auma 250–350 g/kg
D-arvo	Rehun sulavan orgaanisen aineksen osuus kuiva-aineessa	Lihanaudat ja lypsyleh-mät: 680–700 g/kg ka
Raakavalkuainen	Rehun valkuaispitoisuus	Lihanaudat ja lypsyleh-mät 130–160 g/kg ka
Kuitu, NDF	Rehun kokonaiskuitupi-toisuus	Min. 25 % kuiva-aine syönnistä
Tuhka	Rehun kivennäisaine-määrä	Nurmikasvit 80 g/kg ka Palkokasvit 100 g/kg ka
Energia-arvo	Energian määrä kuiva-ai-nekiloa kohden	10,8–11,2 MJ/kg ka
OIV-arvo	Ohutsuoletta imeytyvä valkuainen	80–85 g/kg ka
PVT-arvo	Pötsin valkuaisase	> 0

3.4 Säilöntämenetelmät

Säilöntäaineesta tai -tekniikasta riippumatta saadaan hyvää säilörehua, kun rehunteon perusteet, eli raaka-aineen puhtaus, happamuus, hapettomuus ja sopiva säilöntäaine, ovat kunnossa. Rehun säilönnän onnistumista ilmentää säilörehussa oleva happamahko tuoksu. Säilörehussa ei saa olla haitallisia mikrobeja eikä sen

käymisprosessi saa syntyä virheikäymistä. Hyvä säilörehu ei myöskään aiheuta hajuja tai makuja maitoon. (Perälä 2020; Suomen Rehu 2020.)

Nurmea voidaan säilöä joko AIV-happo- tai biologispohjaisilla säilöntäaineilla tai muilla kemiallisilla aineilla, jotka sisältävät esimerkiksi natriumbentsoaattia ja kaliumsorbaattia. AIV-hapon käyttö perustuu pH-arvon nopeaan laskuun. Happo luo maitohappokäymiselle suotuisan ympäristön, eikä haitallisilla mikrobeilla ole mahdollisuuksia kasvaa. Hapon käyttö soveltuu kaikkiin olosuhteisiin. Hapon toiminta ei ole riippuvainen raaka-aineen laadusta tai kuiva-aine- tai sokeripitoisuudesta. Mikäli kyseessä on märät olosuhteet, on hapon käyttäminen varmin tapa säilöä rehua. Näin rehun pH-arvo saadaan tarpeeksi alas. (Perälä 2020; Suomen Rehu 2020.)

Biologiset säilöntäaineet toimivat maitohappoympyein. Maitohappoa voi muodostua, jos säilörehussa on sokeria. Maitohapon ansiosta rehun pH-arvo laskee alas, ja säilöntäprosessi voi näin tapahtua oikein ja pienellä virheikäymisen riskillä. Suomessa viljelyssä olevien nurmikasvien sokeripitoisuus on usein luontaisesti alhainen, joten sokerin mahdollisesti puutteellinen määrä voi rajoittaa maitohappokäymisen onnistumista. Markkinoille on kuitenkin tullut entsyymejä sisältäviä valmisteita. Valmisteen entsyymien tarkoituksena on hajottaa kuituosasta lisää sokeria maitohappokäymisen mahdollistamiseksi. Biologisten aineiden toimintavarmuutta vähentää oleellisesti märkä rehu, ja rehun kuiva-ainepitoisuuden pitäisikin olla yli 30 %. Liian märän rehun säilöminen biologisesti on todellinen riski. (Perälä 2020; Suomen Rehu 2020.)

Käytettiin säilöntäaineena mitä tahansa, oleellista on oikea ja tarkoitukseen sopiva säilöntäaineen annostelu. Lisäksi joka tilanteessa rehu on saatava hapettomaan tilaan nopealla ja tehokkaalla tiivistämisellä, huolellisella peittelemisellä sekä ilmatiiveyden varmistavalla varastoinnilla. Ilmatiiveyttä voidaan varastoinnissa edesauttaa esimerkiksi painoilla auman päällä. (Perälä 2020; Suomen Rehu 2020.)

Säilönnän onnistumista voidaan tarkastella rehuanalyysillä. Edellisessä luvussa (luku 2.3) kerrottujen korjuuaikanäytteiden tutkimusmuuttujien (Taulukko 3) lisäksi rehuanalyyseistä tutkitaan happamuutta, pH-arvoa, ammoniakki- ja liukoisen typen, maito- ja muurahaishappojen, haihtuvien rasvahappojen sekä sokerin määrää sekä syönti-indeksiä (Taulukko 3). Alhainen pH-arvo estää rehun pilaantumisen. Kun pH-arvo on alle neljän, on rehu maittavaa, ja pötsin mikrobitoiminta tasapainossa. Mikäli

pH-arvo on korkea, on rehussa tapahtunut virhekäymistä. Ammoniakkitypen määrä kuvaa rehun valkuaisen hajoamisastetta. Arvo saadaan puristenesteen ammoniakista ja rehun valkuaispitoisuudesta laskemalla. Jos luku on korkea, on rehun valkuaisarvo huono. Ammoniakkitypen tavoin liukoinen typpi kuvastaa valkuaisen hajoamista sekä laatua rehussa. Maito- ja muurahaishapoilla on rehua säilövä vaikutus. Happojen määrä kuvaa maitohappokäymisen tai säilöntäaineen määrää. Maitohappoa rehuun muodostavat sokerit. Muurahaishappoa taas tulee säilöntäaineista. Haihtuvat rasvahapot kertovat haihtuvien rasvahappojen yhteismäärän. Haihtuvien rasvahappojen määrä kertoo mahdollisesta virhe- tai sivukäymisestä. Kun rehussa on tapahtunut sivukäymistä, sisältää se etikkahappoa. Virhekäyneeseen rehuun muodostuu puolestaan voihippaa. Sokerin määrä, etenkin vähäisenä, kertoo virhekäymisestä rehussa. Kun rehu säilötään biologisesti, on siinä vähemmän sokeria happosäilöntään verrattuna. Syönti-indeksi kertoo, kuinka paljon rehun koostumus vaikuttaa lypsylehmien suhteelliseen syöntipotentialiin. Syönti-indeksillä on suora vaikutus lypsylehmien syöntiin. Syönti-indeksiin vaikuttavat D-arvo, käymislaatu, kuiva-ainepitoisuus, kuidun määrä, sato ja kasvilaji. (Hartojoki 2020.)

Taulukko 3. Rehuanalyysissä tutkittavat muuttujat selityksineen

Tutkittava muuttuja	Selitys	Tavoitearvo, yksikkö
Happamuus, pH-arvo	Alhainen pH takaa rehun säilymisen. Korkea pH on merkki virheikäymisestä.	Hyvä= 4,5 Riski = 4,0–4,5 Huono= >4,5
Ammoniakkityppi	Kertoo rehun valkuaisen hajoamisasteen. Rehun valkuaisarvo on huono, jos luku on korkea.	Hyvä 60 Riski 60–80 Huono >80
Liukoinen typpi	Sama kuin ammoniakki-tyyppellä.	Hyvä 600 Kohtalainen 600 Pilaantunut rehu >600
Maito- ja muura-haishappo	Maitohappokäymisen tai säilöntäaineen määrää kuvaava arvo.	Happosäilöntä 35–60 Biologinen säilöntä 50–80
Haihtuvat rasvahapot	Kuvaavat rehun virhe- ja sivukäymistä.	Hyvä 30
Sokeri	Pieni sokerimäärä kertoo rehun virheikäymisestä. Biologisesti säilytyssä rehussa on pienempi sokerimäärä kuin hapolla säilytyssä.	
Syönti-indeksi	Arvo kertoo, kuinka paljon rehun koostumus vaikuttaa lypsylehmien suhteelliseen syöntipotentiaaliin.	

3.5 Hävikin torjunta

Säilörehun laadukkuudella on suuri merkitys lypsykarjan tuottamaan taloudelliseen tuotokseen. Laadukkaalla säilörehulla ruokinta toteutuu kustannustehokkaimmin. Virhekäyneen tai muutoin pilaantuneen säilörehun käyttäminen eläinten ruokinnassa aiheuttaa eläinterveysriskin, jolla on suora vaikutus maidon laatuun. Säilörehun laatu puutteita voidaan korvata osittain väkirehulla, mutta se lisää ruokinnasta aiheutuvia lisäkustannuksia. Säilönnän onnistumiseen on valmistauduttava jo hyvissä ajoin ennen rehunkorjuun aloittamista. Säilömiseen tarvittavat säilöntäaineet tulee valita ja niiden tarvittavat käyttömäärät tulee selvittää. Auma ja siilomuovit ja katemateriaalit on hyvä varata etukäteen. Korjuukalusto tulee huoltaa ja varmistaa toimivuus taukoamattomaan säilörehunkorjuuseen. Rehunsäilöntäalueen siisteydestä huolehditaan puhdistamalla alue rehuntähteistä. Puristenesteen varastointijärjestelmä on oltava toiminnassa ympäristönsuojelliset näkökulmat huomioiden. (Niskanen 2007, 35–36.)

Säilörehuhävikkiä syntyy korjuussa heti niiton jälkeen nurmikasvin hengityksen jatkumisen myötä. Mekaanista hävikkiä syntyy niitossa, jos niittokorkeus on liian matala. Korjuussa niittokorkeutta on syytä pitää 8-10 cm korkeana jättävästä sängestä mitattuna. Lisäksi on varmistettava, että niittolaitte kulkee suorassa. Niittojäljessä karhojen tulee olla tasaisesti muodostunutta ja mahdollisimman leveää. Murskaimella varustettua niittolaitetta käytettäessä varisemistappioita syntyy etenkin palkokasveilla. Murskausta tulisi säätää keveämmäksi palkokasvipitoisuuden lisääntyessä. Lehtevien osien varisemistappiot vähentyvät sitä mukaa, mitä nuorempaa kasvusto on. Niittoaajankohta tulisi ajoittaa niin, että korjattava luoko olisi oikealla ruokinta-asteella, D-arvoltaan yli 680. Niittoaajankohta tulisi siirtää sateisesta ajankohdasta, koska pystykasvustosta sadevesi tai kaste haihtuu nopeammin kuin niittokarhosta. Lisäksi niittokarhosta huuhtoutuu esikuivauksen aikana sateen tullen ravintoaineita. Niitossa karhojen yliajoa tulee välttää, koska se lisää maa-aineksen joutumista rehuun ja hidastaa kuivumista. Niittokarhojen yhdistäminen karhotuslaitteella onnistuu vain tasaisilla lohkoilla. Nuorille keväällä perustetuille lohkoille tai raiteisille ja rinteisillä nurmilla karhotuksessa maa-aineksen joutumisen riski niitetyn heinän sekaan kasvaa. Karhotuksella voidaan kuitenkin ehkäistä liiallista kuivumista

yhdistetyissä karhossa. Ilmavasta niittokarhosta vesi haihtuu nopeammin kuin suuresta heinämassaa sisältävästä karhosta. Kun niittokarhon korjuutapana käytetään noukinvaunua, tavoitellaan noin 27-30 % kuiva-ainepitoisuutta. Tarkkuussilputun rehun korjuussa kuiva-ainepitoisuuden tavoite on 30-35 %. Pyöröpaalauksessa kuiva-ainepitoisuus 30-40% luokkaa. (Niskanen 2007, 36–37.)

Säilöntäaine ei yksin varmista rehun säilönnän onnistumista. Kuiva-ainepitoisuuksiltaan alle 30% ja märemmät puristenestettä tihkuvat rehut vaativat happopohjaisen säilöntäaineen säilyäkseen. Biologispohjaisilla säilöntäaineilla säilöittäessä onnistuminen vaatii kuiva-ainepitoisuudelta yli 30% heinämassaa. Säilöntäaineen annostuksen tulee olla tasaista ja jokaisen heinän on saatava säilöntäainekäsittely. Säilöntäaineen annostelumääräksi tavoiteltava 5-6 litraa rehutonnia kohden. Säilörehun valkuaispitoisten kasvien lisääntyessä säilöntäaineen annostusta on syytä nostaa. (Niskanen 2007, 36–37.)

Niiton jälkeen kasvin soluhengitys jatkuu. Kasvisoluissa entsyymit pilkkoutuvat ja kuluttavat sokereita ja valkuaisaineita. Mikrobien elämä jatkuu rehumassassa niin kauan kuin happea on tarjolla. Kuivassa aurinkoisissa ja lämpimissä korjuuolosuhteissa soluhengitys on kiivaimmillaan. Karhojen korjuun tulisi tapahtua hyvissä olosuhteissa lyhyellä kuivausajalla. Korjuun pitkittyessä ruokinta-arvo laskee entsyymitoiminnan jatkuessa. Aerobisten mikrobien määrän lisääntyessä rehu altistuu syötössä lämpenemiselle. (Seppälä 2013, 9.)

Säilöittäessä aumaan rehu tulee levittää ohuina kerroksina ja tiivistää huolellisesti kauttaaltaan. Tiivistyskoneen painon määrittelyn nyrkkisääntönä voidaan pitää tulevan rehun määrän jakamista kolmella. Esimerkiksi, jos rehua tulee 12 tonnia tunnissa, tulee tiivistyskoneen painaa neljä tonnia. (Palva 2017, 1–4.)

Tiivistyskaluston tulee toimia aumalla taukoamatta säilörehukuormien saavuttua. Rehukuormien tullessa lyhyeltä siirtomatkalta tiheään, tulisi täyttää kahta eri aumaa tiiveyden varmistamiseksi. Tiivistettävän rehumassa tulisi levittää aumaan ohuihin tasaisiin noin 10-15 cm kerrokseen tiiveyden saavuttamiseksi. Tiivistetyn rehun tulisi painaa vähintään 200-220kg ka/tn, jotta säilyvyys voidaan varmistaa. Mitä kuivempaa ja kortisempaa rehumassa on, sitä vaikeampaa ilmatiiveyden saaminen on. Säi-

lörehusilpun pituus tulisi olla tasalaatuista tiiveyden varmistamiseksi. Lyhyempi lehteävää massaa sisältävä silppu tasoittuu ja tiivistyy pitkää ja kortista paremmin. (Niskanen 2007, 36–37.)

Auman leveys tulee mitoittaa niin, että kuluva rintausten etenisi syötössä tasaisesti päivittäin. Viikoittain rintausten tulisi kulua kahden metrin etenemällä, millä vältetään toissijainen käyminen. Rintausten edetessä syötössä epätasaisesti, ja leikkuujäljen ollessa repivää, altistuu auma hapettumiselle ja bakteeritoiminta käynnistyy. Mitä laajempi pinta-ala on aumasta kosketuksessa ilman kanssa, sitä herkemmin pilaantuminen alkaa. Kuormia kipattaessa aumaan on huolehdittava, ettei kuljetuskaluston renkaissa kulkeutuisi multaa tai epäpuhtauksia rehunjoukkoon. (Niskanen 2007, 36–37.)

Säilörehuauman sulkemisessa on pyrittävä käyttämään yhtenäistä muovikerrosta. Muovikerroksia tulee olla kauttaaltaan vähintään kaksi ehyttä pintarehun säilyvyyden varmistamiseksi. Muovikerroksista toisessa voi käyttää rehun pintaan tiiviisti imeytyvää ohutta 0,05 mm paksuista vakuumimuovia ennen varsinaista säilörehumuovia. Sulkeminen on tehtävä huolellisesti niin, ettei muoviin tehdä reikiä. Auman reunat on varmistettava yhtenäisellä painotuksella, jolla estetään muovikerroksen ja rehupinnan väliin pääsevä ilma. Muovin päälle on huolehdittava painotus, jotta muovi pysyy tiukasti kiinni rehun pinnassa. Perussääntönä voidaan todeta, että mitä enemmän painotetaan, sitä enemmän säilyvyys parantuu. (Niskanen 2007, 36–37.)

3.6 Hävikin määrän selvittäminen

Tilalla kannattaa kiinnittää huomiota reuhävikkiin ja sen määrän vähentämiseen, jos halutaan laskea rehun tuotantokustannuksia ja toisaalta pienentää niitä. Hävikin konkretisoituminen parantaa myös rehun käyttöä. (Kärkkäinen 2019.)

Usein kustannuslaskelmissa käytetään arvioita nurmirehusadosta. Säilörehuprosessin kehittämiseksi ja tehostamiseksi on kuitenkin syytä selvittää nurmirehun todellinen satotaso esimerkiksi nurmirehukuormien punnituksilla. Korjatun sadon ja ruokinnassa käytetyn rehun määrän vertailu paljastaa hävikin. (Kärkkäinen 2019.)

4 KEINOT NURMISÄILÖREHUTUOTANNON NYKYTILAN SELVITTÄMISEKSI KESKI-SOININ TILALTA

Keski-Soinin tilan nurmirehusadon määrän ja laadun parantamiseksi tulee tilalla ensimmäisenä selvittää tilan nykyiset nurmen viljelyn ja korjuun käytänteet eli nurmirehusadon määrään ja laatuun keskeisesti vaikuttavien tekijöiden ja toimenpiteiden nykytila.

Nurmen viljelyssä selvitetään:

- viljelyn suunnittelu ja viljelykierto viljelyn suunnittelun tietokoneohjelmasta,
- viljelysmaiden kuivatus salaojakarttoihin perehtymällä ja tilan viljelijäparia haastattelemalla,
- viljelysmaiden rakenne- ja viljavuusnäkökohdat viljavuustutkimusten tuloksista ja tilan viljelijäparia haastattelemalla,
- viljelysmaiden ravinnetalousasiat sekä lannoituksen suunnittelu ja toteuttaminen viljavuustutkimuksesta, viljelyn suunnittelun ohjelmasta sekä lanta-analyysistä,
- nurmen perustamisen onnistuminen ja täydennyskylvötoimenpiteet tilan viljelijäparia haastattelemalla sekä
- kasvinsuojelutoimenpiteet ja -aineet kasvinsuojeluaineiden ostoasiakirjoista ja myyntipäälyllymerkinnöistä sekä niihin liittyvästä kirjanpidosta.

Nurmen korjuun osa-alueella on tärkeää selvittää:

- käytettävät korjuumenetelmät ja korjuuajankohdan määrittäminen tilan viljelijäparia haastattelemalla ja korjuuaikanäytteistä,
- käytettävä säilöntämenetelmät ja -toimenpiteet sekä -aine rehukirjanpidosta ja tilan viljelijäparia haastattelemalla sekä
- reuhävikin seuranta ja sen määrä rehukirjanpidosta ja tilan viljelijäparia haastattelemalla.

Nykytilan selvittämisen ja mahdollisten epäkohtien selvittämisen jälkeen voidaan Keski-Soinin tilalle antaa kehittämissuhteita sadon määrän ja laadun nostamiseksi.

5 NURMISÄILÖREHUN TUOTANTO JA SEN KEHITTÄMINEN KESKI-SOININ TILALLA

5.1 Viljelyolosuhteet Keski-Soinin tilalla

Keski-Soinin tila sijaitsee Pohjois-Pirkanmaalla Virroilla. Pirkanmaan maakunnan ilmaston vaikuttavat laajat vesistöalueet ja korkeammat, karummat ja metsäiset vedenjakajaseudut. Ilmastollisesti Virrat kuuluu keskiboreaaliseen ilmastovyöhykkeeseen. (Ilmatieteenlaitos 2013.) Kasvukauden pituuden, tehoisan lämpötilan summan sekä talviolosuhteiden perusteella Virrat kuuluu mäkiseutujen ja lakeuksien kasvuyöhykkeelle, joka ulottuu Kokkolasta Joensuuhun (Ilmatieteenlaitos 2020).

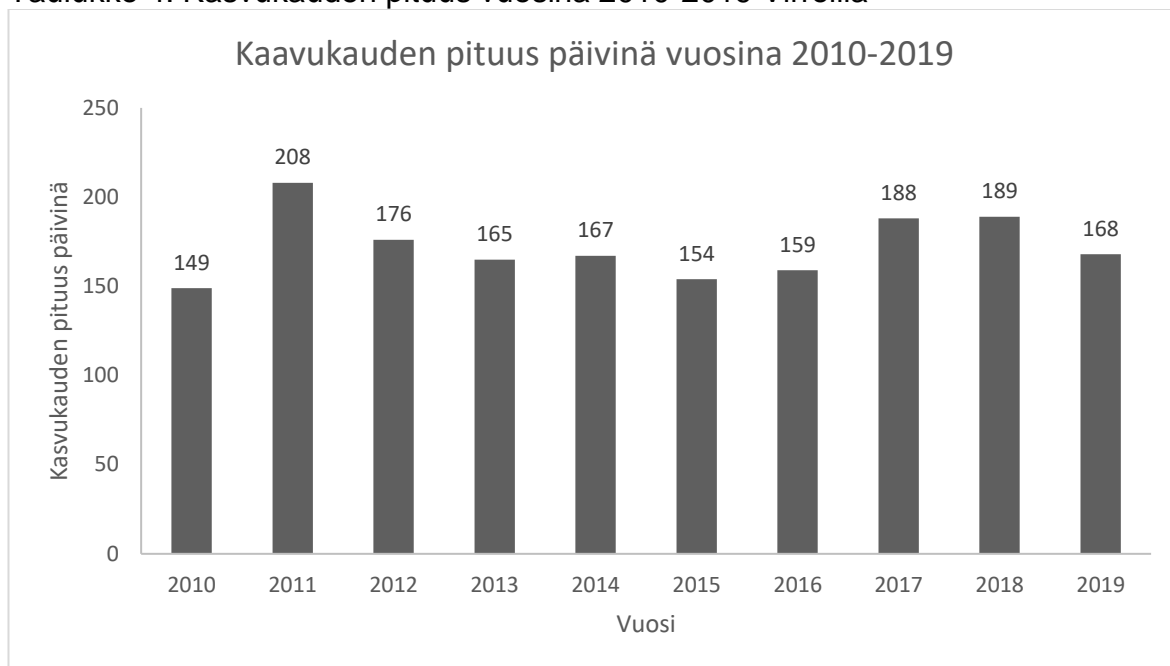
Vuoden kylmin kuukausi on helmikuu (- 7...- 8,5 C astetta) ja lämpimimmät kesä- ja heinäkuu (10-17 C astetta). Hallaöitä on kesän aikana yhdestä kuuteen ja pääosin kesä-heinäkuussa vaihteessa. Pirkanmaalla sataa vuositasolla 600-700 mm. Sateisimmat kuukaudet ovat heinä- ja elokuu. Vähiten sataa helmi- ja huhtikuussa. (Ilmatieteenlaitos 2013.)

Pirkanmaan maakunnassa on lumioloistaan erilaisia alueita. Virroilla ensilumi saadaan lokakuun lopussa ja pysyvä lumipeite saadaan marraskuun loppupuolella. Lumipeitteen paksuus vaihtelee 30-50 cm, ja on suurimmillaan maaliskuun puolen välin tienoilla. (Ilmatieteenlaitos 2013.)

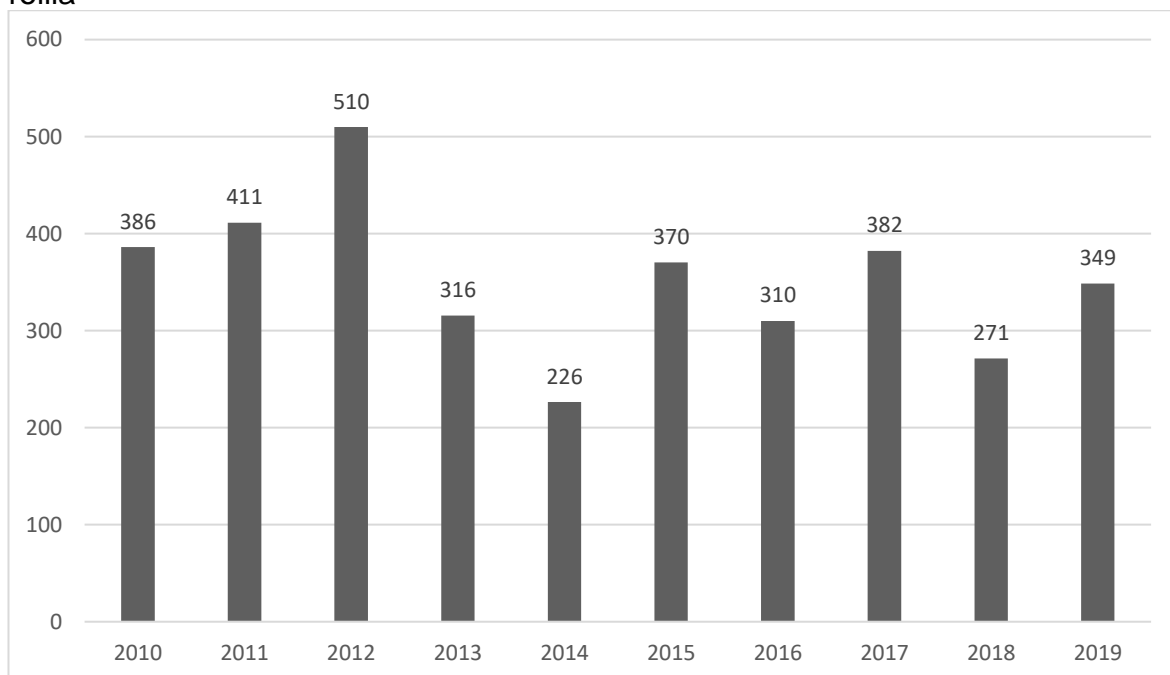
Termisten vuodenaikojen vaihtuminen on erilaista Pirkanmaan maakunnan eri puolilla. Talvi on muuhun Pirkanmaanhan verrattuna Virroilla noin kolme viikkoa pidempi. Kevät koittaa maaliskuun lopun ja huhtikuun alun välillä. Kesä alkaa toukokuun lopulla. Syksy saapuu ennen syyskuun puolta väliä. (Ilmatieteenlaitos 2013.)

Vuosien 2010-2019 aikana kasvukausi on alkanut 15.4.-14.5. välisenä aikana. Kasvukauden pituus on vaihdellut 154-208 päivään (Taulukko 4). Kasvukauden, eli huhti-lokakuun välisenä aikana, on satanut 226-510 mm vuosien 2010-2019 aikana (Taulukko 5; Ilmatieteenlaitos 2020b; Ilmatieteenlaitos 2020c.)

Taulukko 4. Kasvukauden pituus vuosina 2010-2019 Virroilla



Taulukko 5. Sadesumma huhtikuusta lokakuuhun kasvukausien 2010-2019 Virroilla



5.2 Viljelyn suunnittelu ja viljelykierto

Keski-Soinin tilan peltolohkojen viljelykierto on viisivuotinen (Taulukko 6). Nurmisiemenenä käytetään 70 % timoteita sisältävää (Grinstadt/ Switch) kolmen niitonsäilörehunurmiseosta, joissa on timotein lisäksi 30 % nurminataa (SW Minto) ja ruokonataa (Swajta). Viljalajikkeena kylvetään ohra-kaura-vehnä- seoskasvustoa, joka käytetään seosrehuruokinnassa murskeviljana. Ohra on lajikkeeltaan joko toriaa tai verttiä, kaura niklasta ja vehnä anniinaa tai helmiä. Tilan peltojen viljelykierrossa on siis kahden viljelykasviryhmän kasveja: viljat ja nurmikasvit.

Yhteistyötilojen peltolohkojen viljelykierto on myös viisivuotinen (Taulukko 6). Nurmisiemenenä käytetään timoteivaltaista (60 %, Tuukka^{BOR}) nurmisiemenseosta. Apilan lisäksi seoksessa on puna-apilaa 20 % ja nurminataa (Ilmari^{BOR}) 20 %. Viljaksi kylvetään joko ohraa tai kauraa. Ohran tai kauran lajiketta ei tiedetä. Yhteistyötilojen peltolohkojen viljelykierrossa on siis kahden viljelykasviryhmän kasveja: viljat ja palkokasvipitoiset viherrehut.

Taulukko 6. Keski-Soinin tilan omien ja yhteistyötilojen peltojen viljelykierto

Tilan	1. vuosi	2. vuosi	3. Vuosi	4. vuosi	5. vuosi
omat pel- lot	vilja	vilja + nur- misiemen	nurmi	nurmi	nurmi
Yhteis- työtilojen pellot	1. vuosi	2. vuosi	3. Vuosi	4. vuosi	5. vuosi
	vilja	nurmisie- men	nurmi	nurmi	nurmi

Nurmivuosia voidaan sekä omilla että yhteistyötilojen peltolohkoilla vähentää, mikäli nurmesta ei saada haluttua satoa tai rikkakasvit valtaavat nurmikasvuston. Peltolohkojen kasvostoa tarkkaillaan säännöllisesti kevästä alkaen ja jatkuen aina korjuuaikaanäytteiden ottamiseen.

Tilan omien peltojen viljelyn suunnittelu on kirjattu Minun maatilani -sovellukseen.

5.2.1 Kehitettävää

Sadon määrän ja laadun nostamiseksi on Keski-Soinin tilalla syytä monipuolistaa tilan viljelykiertoa. Vaikka tavanomaisessa tuotannossa viljelykierto ei näyttele kemiallisten lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden vuoksi niin suurta osaa kuin luonnonmukaisessa viljelyssä, on viljelykierron aikaansaamat vaikutukset kuitenkin hyväksi sadon määrää ja laatua sekä maan kasvukuntoa ajatellen.

Viljelykiertoon tulisi sisällyttää kasveja niin viljojen, palkoviljojen tai palkokasvipitoisen viherrehun, juuri- tai öljykasvien tai kesannon sekä nurmikasvien ryhmistä. Kulloinkin valittua kasvia saisi viljellä enintään kaksi vuotta peräkkäin. Keski-Soinin tilalla voitaisiin lisätä viljelykiertoon esimerkiksi syysviljoja sekä palkokasveja joko moni- tai yksivuotisina. Monivuotisista soveltuvia voisivat olla esimerkiksi apilat tai mailaset ja yksivuotisista esimerkiksi herne tai härkäpapu.

Viljelykierron monipuolistaminen tulisi ulottua myös yhteistyötilojen viljelysmaihin eli niin omat ja vuokratut maat kuin yhteistyötilojen peltojen viljelykierto tulisi suunnitella ja toteuttaa kokonaisuutena. Yhteistyötilojen mailla viljelykierron monipuolistaminen ei kuitenkaan todennäköisesti onnistu ilman uusia sopimusneuvotteluita kyseisten tilojen kanssa.

5.3 Viljelysmaiden rakenne ja viljavuus

Tilalla teetetään laboratoriossa viljavuustutkimuksia vähintään viiden vuoden välein. Viimeisin viljavuustutkimus on tehty vuonna 2015. Viljelysmaat (33 lohkoa) ovat pääasiallisesti kivennäismaita eli hienohietaa, hiesua, hiuetta ja hiesavea. Viljelysmaista noin 20 hehtaaria on multavia ja 30 hehtaaria vähämultaisia. Lohkojen pH-arvot vaihtelevat 5,0-6,5 välillä. Lohkoista 23 eli noin 43 hehtaarilla pH-arvo on alle 6. Eri lohkoilta on tutkittu myös fosfori-, kalium-, kalsium-, magnesium- ja rikkiarvoja. Määritettyjen muuttujien perusteella annetut viljavuusluokat vaihtelevat huonosta hyvään (Taulukko 7). Peltojen johtolukua ei ole tutkittu.

Taulukko 7. Keski-Soinin peltolohkojen viljavuusluokat

Tutkittu parametri	Viljavuusluokka*	vallitseva viljavuusluokka
pH	välttävä - hyvä	tydyttävä
fosfori	huono – tyydyttävä	välttävä
kalium	huononlaatuinen – hyvä	välttävä
kalsium	huono - tyydyttävä	välttävä
magnesium	huono - hyvä	hyvä
rikki	tydyttävä - korkea	tydyttävä
* Viljavuusluokat huonoimmasta eteenpäin: huono, huononlaatuinen, välttävä, tyydyttävä, hyvä, korkea, arveluttavan korkea		

Yhteistyötilojen pelloilta mahdollisesti tehtyjen viljavuusanalyysien tuloksia ei ole saatavilla.

Kalkituksia tehdään tilalla harvoin, eikä viimeisimmästä kalkitusajankohdasta ole tietoa.

5.3.1 Kehitettävää

Vähämultaisten lohkojen multavuutta on syytä parantaa. Tilalla voidaan esimerkiksi ajaa tilalla syntyvä kuivalanta vähämultaistille lohkoille. Multavuuden lisäämiseksi voi käyttää myös kaupallisia maanparannusaineita.

Lohkoilla, joilla pH-arvo on alle 6, on tehtävä kalkitus ravinteiden vapautumisen ja käyttökelpoisuuden varmistamiseksi. Jatkossa peltoja on kalkittava säännöllisesti, jotta pH-arvo pysyy tavoitetasolla.

Yhteistyötilojen peltojen viljavuustiedot tulee selvittää viljelysmaiden viljavuuden varmistamiseksi ja lannoituksen suunnittelemiseksi.

5.4 Viljelysmaiden vesitalous

Keski-Soinin tilalla peruskuivatuksen toimivuudesta pidetään huolta, kun valtaojat pidetään avoimina esimerkiksi poistamalla puut ja niittämällä pientareet. Tarvittaessa valtaojien toimivuutta on edistetty osallistumalla ojien kunnostushankkeisiin. Kokoojaojien laskuaukkoja on pyritty pitämään esillä sekä valta- ja reunaojien vedenpintaa laskuaukkoa alempana.

Keski-Soinin tilan viljelysmaat on salaojitettu 1960-luvulla. Salaojakarttoja tarkastelemalla saadaan selvitetyksi, että tuolloin käytettyjen imuojien väli on ollut 18 metriä. Salaojat on aikoinaan toteutettu tiiliputkillä. Lisäysojituksia on tehty muoviputkin. Lohkojen kuivatustilaa on seurattu vuosikymmenten aikana, ja rinteisillä mailla on todettu kuivatuksen toimivan. Ruostetta ei kerääny putkiin. Joskus salaojissa on ollut tukkeumia, jotka on saatu pois putkien huuhtelulla. Maan vedenläpäisyä on puolestaan tarkasteltu kasvustosta. Tilan kumpulevien peltojen notkelmiin on lisätty salaojia imuojien väliin vedenjohtavuuden lisäämiseksi. Tarvittaessa lohkojen notkelmapaikkoihin on ajettu maata ja pintaa on muotoiltu uudelleen.

Nykyisellään Keski-Soinin tilan käytössä on omina ja vuokrattuina viljelysmaina yhteensä 67 hehtaaria peltoa, jotka on jaettu 33 kasvulohkoon. Tällä hetkellä kasvulohkojen keskimääräinen koko on noin 2,1 hehtaaria. Naapurien kanssa on vaihdettu kasvulohkoja päikseen, jotta on saatu isompia ja yhtenäisempiä korjuualoja. Tilalla pyritään jatkuvasti, mahdollisuuksien mukaan yhtenäistämään ja suurentamaan lohkokokoja peltojen kantavuuden parantamiseksi, mutta myös viljelystöiden tehostamiseksi. Tilalla ei kuitenkaan koeta, että nykyinen kasvulohkojen keskikoko tai pirstaleisuus olennaisesti vaikeuttaisi viljelytoimenpiteitä, sillä viljelysmaat sijaitsevat keskimäärin noin kolmen kilometrin etäisyydellä tilakeskuksesta.

5.5 Ravinnetalous ja lannoitus

Lannoituksen toteutus. Keski-Soinin tilalla nurmen lannoitukseen käytetään karjanlantaa ja kaupallista, typpipitoista moniravinnetta (Taulukko 8). Karjanlannalla lannoitetaan nurmen perustamisen yhteydessä. Lisäksi sitä voidaan käyttää nurmen lannoituksessa toisen korjuun jälkeen yhdessä kaupallisen lannoitteen kanssa. Nurmea lannoitetaan kaupallisella lannoitteella myös ennen ensimmäisen sekä kolmatta korjuuta. Nurmen lannoitus toteutetaan siis jaettuna lannoituksena.

Taulukko 8. Nurmen lannoitus lietelannalla ja kaupallisella lannoitteella

Nurmen lannoitus	Lietelanta, m ³ /ha	Kaupallinen lannoite, kg
Ennen ensimmäistä korjuuta	-	350
Ennen toista korjuuta	40 tai -	100 tai 200
Ennen kolmatta korjuuta	-	150

Karjan lannasta teetetään lanta-analyysi vähintään viiden vuoden välein (Liite 1). Lannoituksen suunnittelussa käytetään kuitenkin viljelyn suunnittelu -ohjelman (Minun Maatilani) antamia taulukkoarvoja (Liite 1).

Ravinne- ja peltotaseen laskenta. Peltohehtaarille tuodaan karjan lietelannan ja kemiallisen lannoitteen mukana typpeä 178-308 kg, fosforia 32-36 kg ja kaliumia 122 kg. Vaihteluvälit johtuvat siitä, että lannoitteiden ravinne määrät on laskettu sekä lanta-analyysin että lietelannan taulukkoarvojen perusteella. Lanta-analyysin mukaan lietelannan mukana tuodaan pellolle myös kalsiumia, magnesiumia, natriumia,

kuparia, mangaania, sinkkiä ja booria. Kaupallinen lannoite tuo myös rikkiä peltoon (Liite 1).

Peltohehtaarilta poistuu esikuivatun nurmisadon mukana typpeä 216 kg, fosforia 23,2 kg ja kaliumia 24 kg (Liite 2).

Ravinne- ja peltotasetta laskennan (Taulukko 9) jälkeen voidaan todeta, että typen ravinnetase on negatiivinen, jos typpeä tuodaan peltolohkolle lietelannan taulukkoarvojen mukaisesti. Muuten ravinnetaset ovat positiivisia eli peltoon jää ravinteita. Ravinteiden hyväksikäyttö on typellä tyydyttävästä (70) korkeaan (> 130) ja fosforilla välttävän (50) ja tyydyttävän (80) välimaastossa riippuen siitä, onko pellon lietelannan ravinteet lanta-analyysin vai taulukkoarvojen ravinnepitoisuuksilla laskettu.

Taulukko 9. Ravinne- ja peltotase

	N	P	K
Peltolohkoon tuodut ravinteet	178-308	32-36	122
Sadon mukana poistuneet ravinteet	216	23,2	24
Peltolohkon peltotase	- 38 tai 92	8,8-12,8	98
Ravinteiden hyväksikäyttö	70 – 121 %	62 – 73 %	20 %

5.5.1 Kehitettävää

Keski-Soinin tilan lannoitus tulee jatkossa suunnitella viljeltävästä kasvista, maaperästä ja lannoituksesta saatuihin tietoihin perustuen. Viljelykasviin liittyviä tietoja ovat kasvin ravinteiden otto ja sadon mukana poistuvat ravinteet sekä kasvin ravinnepitoisuus kasvukauden aikana. Viljavuustutkimus ja sen tulkinta on lannoituksen

suunnittelun ytimessä. Ravinteiden lisäystä säädetään viljavuustutkimusten viljavuusluokkiin perustuen.

Yhteistyötilojen peltojen lannoituksen suunnittelemiseksi on hankittava peltojen viljavuustiedot. Oleellista on selvittää myös nurmen perustamisvaiheen lannoitus.

5.6 Nurmen lopettaminen, perustaminen ja täydennyskylvö

Keski-Soinin tilan omien, uusittavien nurmilohkojen ja yhteistyötilojen nurmi lopetetaan kemiallisesti kasvinsuojeluaineella. Lopettamisen jälkeen uusittaville viljelyslohkoille ajetaan ensin tilalla syntynyt kuivalanta (15 tn/ha) ja lisäksi lietelantaa. Lannan ajon jälkeen pelloille tehdään perusmuokkaus kyntämällä ja kylvömuokkaus äestämällä

Keväällä hyvien kylvöolosuhteiden vallitessa tilan omien peltojen nurmi perustetaan suojaviljan kanssa. Yhteistyötilojen nurmi perustetaan ilman suojaviljaa. Perustamisvaiheessa nurmisiementen kokonaismääränä tilan pelloilla käytetään, siemenseoksen ohjearvosta (25-30 kg/ha) poiketen, 20 kilogrammaa hehtaaria kohden. Yhteistyötilojen käyttämästä nurmisiemenmäärästä ei ole tietoa.

Nurmikasvuston talvehtimisen onnistumista tarkkaillaan keväällä. Mikäli kasvulohkojen nurmikasvusto ei ole selvästi tiheä ja aukoton, tehdään tilan omilla pelloilla täydennyskylvöjä hajakylvöinä ja haraten. Jos yhteistyötilojen nurmikasvustolle on tarpeen suorittaa täydennyskylvö, Keski-Soinin tila tekee sen. Täydennyskylvöjen yhteydessä tarkistetaan käytetty kylvösiemen määrä, selvitetään valitun kasvilajin ja -lajikkeen talvenkestävyyttä ja kartoitetaan mahdolliset muut kasvuston tuhoajat, kuten myyrät.

5.6.1 Kehitettävää

Nurmen kylvösiemenmäärää tulee nostaa vähintään ohjearvon minimitasolle.

Nurmen korjuun yhteydessä on havaittu peltojen epätasaisuutta, minkä vuoksi maata ja multaa joutuu niitetyn heinän sekaan. Tämä puolestaan aiheuttaa virhekäymistä säilörehussa varastoinnin aikana. Peltojen epätasaisuuden poistamiseksi on arvioitava, onko joillain lohkoilla tarve tehdä pinnan muotoiluja. Kyntö- ja kylvömuokkaus on tehtävä huolellisesti oikea maan kosteus, lämpötila ja kantavuus huomioon ottaen. Viljelyslohkoilta on myös syytä kerätä kivet pois huolellisesti ja merkitä lohkoilla mahdollisesti olevat esteet, kuten isot kivilohkareet tai kaivot.

5.7 Kasvinsuojelu ja kasvitaudit

Keski-Soinin tilalla pyritään ensisijaisesti rikkakasvien ennaltaehkäisyyn ja vasta toissijaisesti niiden suoraan torjuntaan. Tilalla tehdään huolellinen kyntö, jotta esimerkiksi kestorikkakasvien määrä vähenisi. Rikkakasvien kasvua halutaan ennalta ehkäistä mahdollisimman tiheällä, maan peittävällä ja hyvän sadon antavalla nurmella. Kylvösiemeniksi valitaan sertifioitua, virallista siementä. Nurmen niitto tehdään riittävän aikaisin ja nurmi korjataan kolme kertaa kasvukaudessa, mikä vähentää rikkakasvien siementen leviämistä. Kasvukauden aikana pellon pientareiden kasvustot pidetään matalina, mikä on oleellinen keino rikkakasvien määrän ja laajuuden hallintaan.

Tilan nurmikasvustojen rikkakasvitilannetta seurataan heti kasvunkauden alettua ja sen jatkuessa. Toisena nurmi vuonna nurmen korjuun yhteydessä tehdään arviointia siitä, pitääkö nurmi lopettaa suunniteltua aiemmin rikkakasvipitoisuuden vuoksi. Tähän mennessä rikkakasvien määrä on pysynyt hallinnassa ja nurmia on voitu pääsääntöisesti viljellä kolme vuotta peräkkäin.

Keski-Soinin pelloilla kasvaa kestorikkakasveista juolavehnää, peltovalvattia, voikukkaa ja hierakkaa. Kertarikkakasveista on havaittu jauhosavikkaa ja pillikkeitä.

Keski-Soinin tilalla ei tehdä kasvukauden aikaista kemiallista rikkakasvitorjuntaa. Kemiallisia kasvinsuojeluaineita käytetään vain nurmen lopettamisen yhteydessä.

Keski-Soinin tilan nurmikasvustoissa ei ole esiintynyt kasvitauteja.

5.8 Korjuumenetelmät

Keski-Soinin tilalla nurmirehun korjuu alkaa nurmen niitolla, kun nurmikasvuston laatu ja korjuuaika on todettu sopiviksi. Niitossa syntyvän sängen pituudeksi tavoitellaan 7 cm, mutta esimerkiksi rinteiset ja paikoin epätasaiset pellot aiheuttavat haasteita oikean niittokorkeuden saavuttamisessa. Niittokoneen yhteydessä on karhotuslaite, joka yhdistää kaksi tai kolme niitettyä leveyttä (3,2 m) yhdelle karholle. Tämän jälkeen nurmirehu noukitaan tarkkuussilppurilla karhosta kärrylle, jonka tilavuus on 40 m³. Tarkkuussilppurissa on biologiselle säilöntäaineelle ja hapolle soveltuva hapotin, joka suihkuttaa säilöntäaineen pistesuihkuna silputtuun rehumasaan.

Noukittu nurmirehu ajetaan tilakeskukselle, jossa on asfaltoitu, valmiiksi puhdistettu rehukenttä. Rehukentällä nurmirehua tiivistetään traktorilla, jonka kokonaispaino on noin 8000 kilogrammaa. Rehua korjataan, hyvissä korjuuolosuhteissa kahdesta ja puolesta kolmeen hehtaaria tunnin aikana. Yhdeltä hehtaarilta saadaan noin 8100 kuiva-ainekilon suuruinen sato. Tiivistämistraktorin paino on riittävä, sillä tiivistävän traktorin paino on enemmän kuin kolmasosa tiivistettävästä rehumassasta.

Tiivistämisen jälkeen rehuauma peitellään vakuumikalvolla ja aumamuovilla. Auman reunoille laitetaan painoksi hiekalla täytettyjä säkkejä.

5.8.1 Kehitettävää

Rehun korjuussa on kiinnitettävä huomiota ja varmistettava, ettei nurmirehun sekaan joudu maata ja/tai multaa. Korjuusängen pituutta tulee säätää tarvittaessa korkeammaksi. Säilöntäaineen annostus on syytä tarkastaa ja annostelijan asianmukainen toiminta on varmistettava.

5.9 Korjuuajankohdan määrittäminen

Keski-Soinin tilalla seurataan nurmikasvuston kehitystä aktiivisesti kasvun aikana. Korjuuajankohdan määrittämistä varten otetaan useita korjuuaikanäytteitä seurattavaksi valitulta lohkolta oikean korjuuajankohdan määrittämiseksi. Seurantalohko valitaan niin, että se edustaisi tilan tavanomaista nurmilohkoa ja sen mikroilmastoa. Näytteet otetaan pystykasvustosta korjuuaikapalvelun antamia korjuuajan lähestymistä ennustavia tietoja hyödyntäen. Näytteistä seurataan erityisesti nurmirehun kuiva-ainepitoisuuden kehitystä sulavuuden arvoon (D-arvo) verraten.

Kesän 2019 ensimmäisen nurmisadon korjuun korjuuaikanäytteen mukaan (Liite 3) kuiva-aine on matalalla ja D-arvo aavistuksen verran korkealla tasolla. Nurmen korjuu on aloitettu kolme päivää viimeisen korjuuaikanäytteen jälkeen, eli 9.6. mikä on ollut hyvä valinta, jotta sulamattoman aineksen määrä ei pääse lisääntyä sadossa.

5.10 Säilöntämenetelmät ja -toimenpiteet

Keski-Soinin tilalla nurmirehu säilötään niin hapolla kuin biologista säilöntäainetta käyttäen. AIV happo on koostumukseltaan 77% muurahaishappoa ja 3 % propionihappoa sekä lopulta osin vettä. Happoa annostellaan ohjeen mukaisesti noin viisi litraa yhtä esikuivattua rehutonna kohden.

Biologinen säilöntäaine sisältää *Lactobacillus plantarum* ja *Lactobasillus buchneri* maitohappobakteereja. Biologista säilöntäainetta annostellaan ohjeen mukaisesti, neljä litraa yhtä esikuivattua rehutonna kohden.

Säilörehusta otetaan näyte rehukairalla hyvissä ajoin ennen kuin se avataan ruokintaan. Vuoden 2019 ensimmäisen korjuun sadosta tehty säilörehu on aikaisemmassa näytteenotossa riskilaatuista maito- ja muurahaishappojen sekä haihtuvien rasvahappojen osalta. Myöhäisemmässä näytteenotossa pH ja ammoniakkityppi ovat riskitasolla ja haihtuvat rasvahapot ja sokeri huonolla tasolla. Analyysin perusteella säilörehussa on mahdollisesti virhekkäymistä ja rehun valkuaisarvo on huono (Liite 4).

5.10.1 Kehitettävää

Rehuauman peittelyä varten tilalle on hankittava laadukkaat muovit. Auman peittelyn yhteydessä on varmistettava, ettei muoviin synny reikiä. Rehuauma on peiteltävä mahdollisimman nopeasti ja huolellisesti yhtenäisellä muovilla korjuun ja tiivistyksen jälkeen. Rehuauman on oltava ilmatiivis. Ilmatiiveys voitaisiin taata mahdollisesti varmemmin, kun rehuauman reunojen huolellisen peittelyn jälkeen myös auman päälle laitettaisiin painoa.

Aumojen ympäristössä on tarkkailtava haitta- ja tuhoeläinten esiintymistä, jotta ne eivät saastuta tai pilaa rehua. Rehuauman muovin on pysyttävä ehjänä koko varastoinnin ajan.

5.11 Reuhävikki

Keski-Soinin tilalla reuhävikkiä ei mitata. Tilalla kuitenkin tiedetään hävikkiä syntyvän. Joinain vuosina rehua on pilaantunut aumassa. On myös tavanomaista, että rehu pilaantuu leikkaamisen yhteydessä, sillä leikkausrinta ei pysy tasaisena tai leikkaaminen on ”repivää”. Leikkausrinta etenee kuitenkin tasaisesti päivittäin.

5.11.1 Kehitettävää

Tilan todellisen reuhävikin määrä on syytä selvittää esimerkiksi rehukuormien punnituksin ja niiden vertailuin ruokinnassa käytetyn rehun määrään. Kokonaishävikkiä määritettäessä on huomioitava muun muassa varasto- ja ruokintahävikit ja appeenteon yhteydessä syntyvä reuhävikki. Tilalla on syytä myös verrata siiloon kerätyn rehun määrää rehunkulutuksesta maitotuotoksen kautta laskettuun hävikkiin.

LÄHTEET

- Agropolis Oy 2019. Peltomaan laatutesti. [Verkko-opetusaineisto]. Helsinki: ProAgria ja MTT. [Viitattu 21.12.2019]. Saatavana: https://www.proagria.fi/www/peltomaan_laautesti/index.php
- Eurofins 2017. Viljavuustutkimuksen tulkinta. [Verkkojulkaisu]. Mikkeli ja Oulu: Eurofins Agro. [Viitattu 13.4.2020]. Saatavana: https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2849228/viljavuustutkimuksentulkinta_01022019.pdf
- GTK 2020. Maalajien kuvaus ja soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.1.2020]. Saatavana: <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvausja-soveltuvuus.htm>
- Hartojoki, J 2020. Rehuanalyysin tulkintaohjeistus. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Seilab Oy. [Viitattu 2.2.2020]. Saatavana: <http://www.seilab.fi/tutkimukset/.rehututkimukset.html/47916.pdf>
- Heinonen, R; Hartikainen, H; Aura, E; Jaakkola, A & Kempainen, E 1996. Maa, viljely ja ympäristö. Porvoo: Wsoy.
- Helsingin yliopisto & ProAgria 2019. Rikkilannoitus. [Verkkojulkaisu]. Helsinki. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: <https://luomu.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/11/rikkilannoitus-2019.pdf>
- Iivonen, S 2019. Luomuviljelyn viljelykierrossa viljelykasvien lajisto on monipuolisempaa kuin tavanomaisessa tuotannossa. [Verkkoartikkeli]. Mikkeli: Luomuinstituutti. [Viitattu 16.2.2020]. Saatavana: <https://luomuinstituutti.fi/luomuviljelyn-viljelykierroissa-viljelykasvien-lajisto-on-monimuotoisempaa-kuin-tavanomaisessa-tuotannossa/>
- Ilmatieteenlaitos 2013. Pirkanmaa – Lämpimiä järvilaaksoja ja viileämpiä ylämaita. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteenlaitos, Ilmasto-opas.fi. [Viitattu 17.4.2020]. Saatavana: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/c42c4ec4-5eac-482b-b288-d54dd60bac71/pirkanmaa-lampimampia-jarvilaaksoja-ja-viileampia-ylamaita.html>
- Ilmatieteenlaitos 2020. Kuntien kuuluminen kasvuyöhykkeisiin. [Verkkosivu]. Helsinki: ilmatieteenlaitos. [Viitattu 17.4.2020]. Saatavana: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kunnat-ja-kasvuyohykkeet>
- Ilmatieteenlaitos 2020b. Terminen kasvukausi. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteenlaitos. [Viitattu 17.4.2020]. Saatavana: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

- Ilmatieteenlaitos 2020c. Havaintojen lataus, Alavuden Sulkavankylä. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteenlaitos. [Viitattu 17.4.2020]. Saatavana: <https://www.ilmatie-teenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>
- Junnola, N & Peltonen, S 2013. Kasvien ravinteiden otto, sadon ravinteet ja sadon määrän arviointi. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: <https://www.google.com/search?q=kasvien+ravinteiden+otto+peltonen&og=kasvien+ravinteiden+otto+peltonen&aqs=chrome..69i57j69i60.5961j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Karjalainen, S 2019. Muokkausmenetelmien vaikutus maan kasvukuntoon. [Verkkokirjoitus]. Helsinki: Helsingin yliopisto. [Viitattu 22.12.2019]. Saatavana: <https://luomu.fi/kirjoitus/maaperan-muokkaustekniikoiden-vaikutus-maape- raan/2/>
- Kasvinsuojeluseura ry. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Kersalo, J. & Pirinen, P. 8:2009. Suomen maakuntien ilmasto. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ilmatieteen laitos. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/15734/2009nro%208.pdf?sequence=1>
- Kurki, P & Valo, R 2013. Nurmen täydentäminen osaksi nurmenhoitoa. [Verkkojulkaisu]. Liperi: ProAgria Pohjois-Karjala. [Viitattu 15.3.2020]. Saatavana: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/netti2013_taydennys- kylvo_logot.pdf
- Kärkkäinen, L 2019. Arvioi oikein rehusato ja vältä hävikit. [Verkkoartikkeli]. Hol- lola: Faba osk. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: <https://nauta.fi/tuotanto-ja-ta- lous/arvioi-oikein-rehusato-ja-valta-havikit/>
- Lemola, R; Uusitalo, R; Hyväluoma, J; Sarvi, M & Turtola, E 2018. Suomen pelto- jen maalajit, multavuus ja fosforipitoisuus: vuodet 1996-2000 ja 2005-2009. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. [Viitattu 21.12.2019]. Saata- vana: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541851/luke- luobio_17_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Lempola, R, Uusitalo, R, Hyväluoma, J, Sarvi, M & Turtola, E 17/2018. Suomen peltojen maalajit, multavuus ja fosforipitoisuus: Vuodet 1996-2000 ja 2005-2009. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. [Viitattu 18.1.2020]. Saatavana: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541851/luke- luobio_17_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Luke 2019. Typpi- ja fosforitaseet. [Verkkosivu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. [Viitattu 6.1.2020]. Saatavana: https://www.luke.fi/ruokafakta/peltomaan_kas- vit/typpi_ja_fosforitaseet/

- Luonnonvarakeskus. 2015. Viljelykierto. [Verkkosivu]. Helsinki: Kasper-palvelu. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/tieto>
- Marjanen, H, Soini, S; Sipola, J & Valmari, A 1979. Nurmituhoista tuottavaan viljelyyn. [Verkkojulkaisu]. Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 29.3.2020]. Saatavana: https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk00i_x_h_4_YD_oMpMR031LFo8OvKQ%3A1585502718846&ei=tmAXtOiM8OUkgXSn7LgDw&q=lapin+ka+tiedote+ravinteet+jukuri+luka&og=lapin+ka+tiedote+ravinteet+jukuri+luka&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzoECCMQJzoHCCMQsAIQJ1DwuANYtcl-DYJ7HA2gAcAB4AIABhQGIAdIKkgEEMS4xMZgBAKABAa-oBB2d3cy13aXo&scient=psy-ab&ved=0ahUKEwjTmePymcDoAhVDi-gQKHdKPDPwQ4dUDCAs&uact=5
- Mattila, TJ 2018. Kuinka maan kasvukuntoa kehitetään? [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti. [Viitattu 21.12.2019], Saatavana: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39778/SYKERa_15_2010.pdf?sequence=1
- Mattila TJ 2019. Lähestymistapoja lannoitussuunnitteluun: Kierrätysravinteiden haasteita. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 23.2.2020]. Saatavana: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/302787/SYKERa%2028_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mattila, T J; Rajala, J; Ajosenpää, H & Mynttinen, R 2019. Kuivatus kuntoon pelto lohko kerrallaan. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti. [Viitattu 21.12.2019.]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/302622/Raportteja195.pdf?sequence=4>
- Mavi & Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin 2008. Ravinnetaseet: Ympäristötuen lisätoimenpide lannoituksen ja sadon ravinnemäärien seurantaan. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 18.1.2020]. Saatavana: <https://maatila2020.savonia.fi/images/ravinteet/ravinnetaseet/Ravinnetaseet.pdf>
- Mikkola, H 2018. Kevään 2018 muokkaus vaikean syksyn jälkeen. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto: Maataloustieteen laitos. [Viitattu 22.12.2019]. Saatavana: https://etela-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/kevaan_kylvomuokkaukset_hannu_mikkola_0.pdf
- MTK 2017. Lannan käytön tehostaminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 21.12.2019]. Saatavana: <https://www.mtk.fi/-/lannan-kayton-tehostaminen>
- Niskanen, H 2007. Millä keinoin laatusäilörehua? Pohjois-Savon nurmiopas: tavoitteena valtakunnan parhaat nurmet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 18.3.2020]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/pls/mttdocspub/docs/F328498331/POHJOIS-SAVON%20NURMIOPAS%202007.PDF>

- Paasonen-Kivekäs, M; Peltomaa, R; Vakkilainen, P & Äijö, H 2009. Maan vesi- ja ravinnetalous: Ojitus, kastelu ja ympäristö. Salaojayhdistys ry. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Palva, R 2017. Tiivistymisen onnistuminen NurmiArtturitiloilla. [Verkkajulkaisu]. Seinäjoki: ProAgria Etelä-Pohjanmaa. [Viitattu 22.4.2020]. Saatavana: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/270117_tiivistaminen_palva.pdf
- Peltonen, S, Puurunen, T & Harmoinen T 2010. Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. ProAgria Keskuksen Liitto. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Perälä, S 2020. Säilöntäaineissa on eroja. [Verkkosivu]. Valio Oy: Maito ja me. [Viitattu 27.1.2020]. Saatavana: <http://www.maitojame.fi/artikkelit/sailontaaineissa-on-eroja/1694147>
- Pirinen, P., Simola, H., Aalto, J., Kaukoranta, J-P., Karlsson, P., Ruuhela, R. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010. (Climatological statistics of Finland 1981–2010) [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Ilmatieteen laitos. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/35880/Tilastoja_Suomen_ilmastosta_1981_2010.pdf?sequence=4
- ProAgria Etelä-Pohjanmaa & TTS ry 2014. NurmiArtturi: Hävikit kuriin ja säilörehun laatuvalvonta hallintaan. [Verkkajulkaisu.] Vaasa: NurmiArtturi-hanke 8.3.2011–30.6.2014. [Viitattu 18.1.2020]. Saatavana: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/nurmiartturi-lehti_pienempi_resoluutio_2.pdf
- Rajala, J 2005. Viljelykierron suunnittelu. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto. [Viitattu 21.12.2019]. Saatavana: https://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2014/12/3_luku-190405.pdf
- Rajala, J 2005b. Luomuviljelyn suunnittelu. Kalkitus. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto, maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. [Viitattu 29.3.2020]. Saatavana: <https://www.google.com/search?q=5.7.-5.8.-Kalkitus-ja-hivenlann-190405&oq=5.7.-5.8.-Kalkitus-ja-hivenlann-190405&aqs=chrome..69i57j69i60j69i61.416j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Rajala, J. 2006. Maan viljavuus. Teoksessa: J. Rajala (toim.) Luonnonmukainen maatalous. Mikkeli: Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Julkaisuja 80, 51–102. Saatavana: https://www.luomu.fi/materiaalit/Luonnonmukainen%20maatalous%20kirja/2_Maan_viljavuus_52_s.pdf
- Rajala, J 2012. Viljelykierron suunnittelu. [Verkkoluento]. Helsingin yliopisto, MTT, ProAgria & Maaseuturahasto. [Viitattu 16.2.2020]. Saatavana: http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2012/01/Rajala_J._Viljelykierron_suunnittelu_121116.pdf

- Salaojakeskus ry 2002. Salaojituksen tavoiteohjelma 2020. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Salaojakeskus ry. [Viitattu 21.12.2019]. Saatavana: <http://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2018/06/tavoiteohjelma.pdf>
- Seppälä, A 2013. Nurmen säilönnän haasteiden hallinta: rehun säilönnän perusteet ja säilöntäaineen annostuksen vaikutus rehun laatuun. [Verkkajulkaisu]. Jokioinen: MTT. [Viitattu 18.3.2020]. Saatavana: https://ju-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/481143/Sepp%C3%A4l%C3%A4_s%C3%A4il%C3%B6nn%C3%A4n%20perusteet%20lampureille_2013.pdf?sequence=1
- Sohlo, J 2012. Nurmen kasvinsuojelun avaintekijät. [Verkkajulkaisu]. Oulu: ProAgria Oulu. [Viitattu 9.2.2020]. Saatavana: http://www.oamk.fi/cdn/fileuploads/nurmen_kasvinsuojelu_venehanke_juhas.pdf
- Sohlo, J 2013. Nurmen perustamine ja lannoitus. [Verkkajulkaisu]. Oulu: ProAgria. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: http://www.oamk.fi/cdn/fileuploads/nurmen_perustaminen_vene_27_11_juhas.pdf
- Suomen Rehu 2020. Säilörehun sulavuus on tärkein tekijä. [Verkkosivu]. Hankkija. [Viitattu 27.1.2020]. Saatavana: <http://www.suomenrehu.fi/fi/ruokinta/lypsylehminen-ruokinta/kotoiset-rehut/saeiloerehun-tarve-ja-laadun-merkitys/>
- Toivonen, Tiina 2014. Nurmikasvien väliset erot syyskasvussa. [Maisterintutkielma]. Helsinki: Helsingin yliopisto, maataloustieteiden tiedekunta. [Viitattu 19.1.2020]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/144434/Gradu%20Tiina%20Toivonen.pdf>
- Uudenmaan ympäristökeskus 2001. Ravinnetaseopas. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. [Viitattu 24.4.2020]. Saatavana: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134884/opaste.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Vallinhovi, S 2009. Nurmien lannoitus - Ravinteiden näkökulma. [Verkkajulkaisu]. Seinäjoki: ProAgria Etelä-Pohjanmaa. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tietokortti_12_nurmien_lannoitus_ja_ravinteiden_nakokulma.pdf
- Vallinhovi, S 2017. Nurmien kasvinsuojelu. [Verkkajulkaisu]. ProAgria Etelä-pohjanmaa, Luke, TTS ja Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin. [Viitattu 9.2.2020]. Saatavana: <https://docplayer.fi/47588445-Nurmien-kasvinsuojelu.html>
- Virtanen, J 2017. Perusteita karjalannasta ja sen käytöstä. [Verkkoluento]. Kiuruvesi: Ylä-Savon ammattiopisto. [Viitattu 6.1.2020]. Saatavana: http://ravinne-jaenergia.fi/site/wp-content/uploads/2017/06/Separointi_yleistietoa-karjalannasta.pdf

Virtuaalikylä 2019. Maan viljavuus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 21.12.2019]. Saatavana: http://www.virtuaali.info/dokumentit/file/luomu/maan_viljavuus.pdf

Yara 2020. Fosforin vaikutus juuriin ja versoutumiseen. [Verkkosivu]. Espoo: Yara Suomi. [Viitattu 18.1.2020]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/fosfori/fosfori-tahkat-ja-versot/>

Yara 2020b. Kalsium. [Verkkosivu]. Yara Suomi. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/kalsium/>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2015. Peruskuivatus. [Verkkosivu]. Helsinki: YM, SYKE, ELY:t, AVI ja ARA. [Viitattu 13.4.2020]. Saatavana: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Peruskuivatus

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019. Vesitilanne - Sadanta. [Verkkosivut]. Helsinki: ymparisto.fi. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesitilanne_ja_ennusteet/Sadanta

LIITTEET

Liite 1 Peltolohkolle tuodut ja sieltä vietyt ravinteet

Liite 2 Pelloilta sadon mukana poistuvat ravinteet

Liite 3 Korjuuaikanäyte vuodelta 2019 ensimmäisestä sadosta

Liite 4 Säilörehuanalyysin tulos kesän 2019 ensimmäisen sadon rehusta

Liite 1 Peltolohkelle tuodut ja sieltä vietyt ravinteet

Pellolle tuodut lannoit- teet	Annostus	Ravinnepitoisuudet, lanta-analyysi 1)			Ravinnepitoisuudet, taulukkoarvot 2)			Ravin- teita kg/ha	
								1)	2)
Liete- lanta	40 m ³ = 40 000 kg	N (kok.)	3,7	kg/tn	N (kok.)	2,9	kg/tn	148	116
		N (liuk.)	2,1	kg/tn	N (liuk.)	1,7	kg/tn	84	68
		P	0,6	kg/tn	P	0,5	kg/tn	24	20
		K	2,6	kg/tn	-			104	
		Ca	1,1	kg/tn	-			44	
		Mg	0,95	kg/tn	-			38	
		Na	0,21	kg/tn	-			8,4	
		Cu	2,8	g/tn	-			0,11	
		Mn	15,3	g/tn	-			0,61	
		Zn	17,9	g/tn	-			0,73	
		B	1,3	g/tn	-			0,52	
Kaupalli- nen lan- noite	600 kg	N	27	%				162 kg	
		N _{Nitr.}	12,2	%				73,2 kg	
		N _{Amm.}	14,8	%				88,8 kg	
		P	2	%				12 kg	
		S	2,5	%				15 kg	
		K	3	%				18 kg	

Liite 2 Pelloilta sadon mukana poistuvat ravinteet (Uudenmaan ympäristökeskus 2001, 5)

Peltohehtaarilta sadon (8000 kg) mukana poistuvat ravinteet	Ravinnepitoisuus kg/tn	Ravinteita kg/ha
Nurmi	N 27	216 kg
	P 2,9	23,2
	K 3	24

Liite 3 Korjuuaikanäyte vuodelta 2019 ensimmäisestä sadosta

Koostumus	Yksikkö	Tulos 6.6.	Tulos 31.5.	Tulos 23.5.	Tulosten keskiarvo
Kuiva-aine	g/kg	190	152	176	173
Raakaval-kuainen	g/kg ka	150	229	282	220
Kuitu (NDF)	g/kg ka	544	489	473	502
D-Arvo	g/kg ka	724	742	738	735
Sokeri	g/kg ka	88	64	51	68
Sulamaton kuitu	g/kg ka	48	33	42	41
Tuhka	g/kg ka	69	78	85	77
Rehuarvot	Yksikkö	Tulos 6.6.	Tulos 31.5.	Tulos 23.5.	Tulosten keskiarvo
ME (energia-arvo)	MJ/kg ka	11,6	11,9	11,8	11,8
OIV	g/ kg ka	86	97	102	95
PVT	g/ kg ka	21	87	134	81

Liite 4 Säilörehuanalyysin tulos kesän 2019 ensimmäisen sadon rehusta

Säilönnällinen laatu	Yksikkö	Tulos 28.8	Tulos 10.7.	Tavoitearvo
pH		3,99	4,19	alle 4,15 (ka 256 g/kg)
Ammoniakkityppi	g/ kg N	28	44	alle 40
Maito- ja muura- haishappo	g/kg ka	55	62	34,4-78,8 (kuiva-aine 256 g/kg)
Haihtuvat rasvaha- pot	g/kg ka	13	29	alle 10
Sokeri	g/kg ka	62	10	50-150