

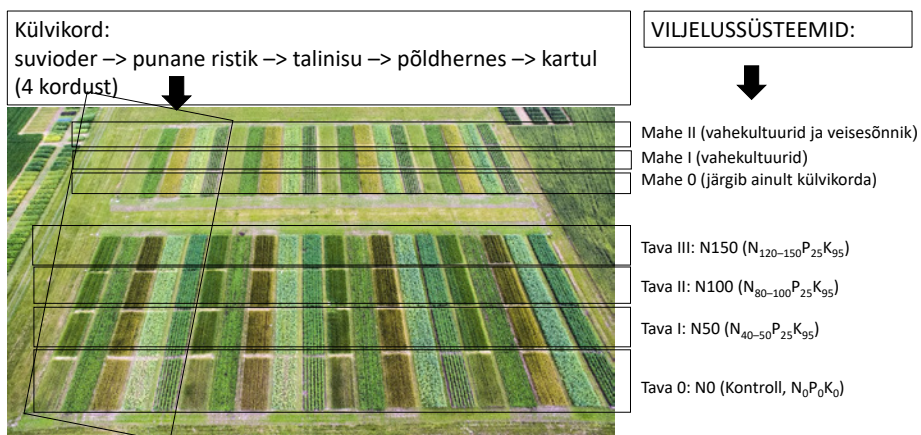
KVALITEETNE SAAK KESKKONNASÕBRALIKULT JA EESTI MAAD HOIDES

Evelin Loit-Harro ja Liina Talgre (Eesti Maaülikool)

*Teaduspreemia põllumajandusteaduste ja veterinaaria valdkonnas
tööde tsükli „Kvaliteetne saak keskkonnasõbralikult
ja Eesti maad hoides“ eest*

„See rahvas üksi võib oma vabaduse peale julge olla, kellel liha ja leib omaenese päralt on,“ ütles juba Carl Robert Jakobson. Põllumajanduse esmane eesmärk on kvaliteetse ja ohutu toidu- ja söödatooraine kasvatamine, tagades seejuures tootmise stabiilsuse, kättesaadavuse ja vastavuse tarbijate ootustele. Töö peamine eesmärk oli põllukultuuride saagi ja kvaliteedi kujunemise uurimine erinevates viljelusviisides, et leida ühisosa toiduga kindlustatuse, keskkonnasäästlikkuse, terve mulla ja elurikkuse vahel. Uurimistöö eripäraks ja tugevuseks oli terviklik lähenemine agroökosüsteemile pikaajalises külvikorrakatses. Pikaajalised põldkatsed võimaldavad käsitleda põllumajandussüsteeme dünaamiliste ja ajas muutuvate tervikutena, pakkudes süvitsi minevat arusaama nende toimimisest, stabiilsusest ja jätkusuutlikkusest ning luues aluse nii teaduslikele järeldustele kui ka praktilistele soovitudele põllumajandustootmises.

Töö tugeva vundamendi moodustas pikaajaline külvikorrakatse, milles uuriti ja uuritakse ka edaspidi mahe- ja tavaviljeluse süsteemide mõju saagile, kvaliteedile ja keskkonnale. Külvikorra moodustasid oder punase ristiku allakülviga, punane ristik, talinisu, põldhernes ja kartul (joonis 1). Eestis on põllukultuuridest suurima külvipinnaga teraviljad, eeskätt talinisu, mille külvipind oli 2025. aastal ligikaudu 200 000 hektarit, ja oder, mis kasvas ligikaudu 100 000 hektaril. Need teraviljad tagavad toiduga kindlustatuse Eestis ning moodustavad olulise osa ekspordist. Punane ristik on tähtis söödakultuur ja mullaviljakuse parandaja ning on laialdaselt kasutusel rohumaade segudes. Põldherne, mis pakub nii proteiini-rikast toitu kui ka sööta ning on väärtuslik eelvili teraviljadele, kasvupinda on viimastel aastatel suurendatud. Kartulil on teraviljadega võrreldes küll väiksem külvipind (~ 3000 ha), kuid see on jätkuvalt oluline kultuur nii toidujulgeoleku kui ka jätkusuutliku külvikorra seisukohalt. Katses võrreldi kahte viljelusviisi: mahe- ja tavaviljelust. Maheviljeluses oli kolm viljelussüsteemi, millest kaks põhinesid talviste vahekultuuride ja komposteerunud veisesõnniku kasutamisel. Lisaks kuulus maheviljelusse kontrollsüsteem, kus järgiti üksnes külvikorda. Tavaviljeluse katse hõlmas nelja viljelussüsteemi, kus kasutati madala, keskmise ja kõrge normiga mineraalväetisi. Lisaks oli tavaviljeluses kontrollsüsteem, milles väetisi ei kasutatud (joonis 1).



Joonis 1. Pikaajalise külvikorrakatse skeem koos väetisvariantidega.

Foto: Indrek Keres

Saak

Toidujulgeolekuks on vaja stabiilset saaki ning kõrget kvaliteeti. Mõlemad sõltuvad mitmetest teguritest ning on omakorda mõjutatud kokkulepitud reeglitest. Euroopa Liidu eesmärk on vähendada mineraalväetiste kasutamist, samal ajal on viimastel aastatel langenud mineraalväetiste kättesaadavus kõrgete energiahindade ja geopoliitiliste pingete tõttu. Euroopa Liidu teine eesmärk on suurendada mahedalt viljeletud maa osakaalu. Eesti alustas maheviljeluse uuringutega umbes 30 aastat tagasi ja on olnud selles vallas teerajaja. Põhjalike uuringute alguseks võib lugeda 2008. aastat, mil Maaülikoolis alustati tänaseks juba pikaajalise külvikorrakatsega. Praegu moodustab mahemaa 23% kogu põllumajandusmaast.

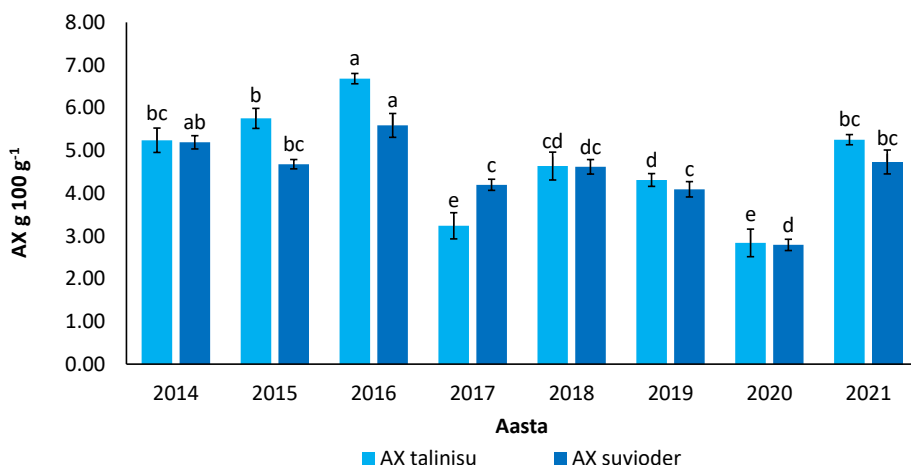
Pikaajalise mahe- ja tavaviljeluse süsteemide võrdluskatse 15 aasta andmete põhjal tehtud analüüs näitas, et uuritud viie kultuuri (oder punase ristiku allakülviga, punane ristik, talinisu, põldhernes ja kartul) kogusaagikus on ligi veerandi võrra suurem tavaviljeluse süsteemides, kus on kasutusel keskmise normiga (kuni 100 kg lämmastikku hektarile) mineraallämmastik (Viikoja jt, 2023). Külvikorra kultuuridest kõige ebastabiilsema saagi ja kõrgema riskiga oli põldhernes. Kuigi saagi mõistes riskikultuur, on hernes ja punane ristik olulised õhulämmastiku sidujad külvikorras ning neil on positiivne mõju toitainete bilansile (Voor ja Loit-Harro, 2024). See tähendab, et saagiga eemaldatud toitainete osa on väiksem kui mulda seotud toitainetel. Kõige parema saagistabiilsusega olid kartul ja suvioder, kuid samas oli näha, et äärmuslikud ilmastikuolud vähendavad ka nende kultuuride saagikust. Näiteks suvioder on väga tundlik veerežiimi ekstreemsele muutumisele ja seetõttu tuleb taime veekasutust arvesse võtta juba aretuse ajal (Sepp jt, 2021). Kartuli saagikus oli kõige stabiilsem mahesüsteemides ja kõige ebastabiilsem kõrgemate väetisannuste korral ning oluline oli

tõdeda, et vahekultuuride ja sõnniku kasutamisel annab mahepõllumajanduslikult viljeldav kartul sama häid saake kui madala mineraallämmastiku kogusega tavaviljelus (Margus jt, 2022; Kuht jt, 2024; Eremeev jt, 2025b). Kuigi keskmine saagitase võib jääda mahetootmises madalamaks, kompenseerivad seda väiksem sisenditest sõltuvus, parem mullatervis ning suurem elurikkus agroökosüsteemis (Boschiero jt, 2023). Need tegurid toetavad pikaajalist tootmisvõimekust ning vähendavad riske, mis on seotud turu- ja kliimakõikumistega.

Kvaliteet

Inimeste toidu puhul on kõige olulisem selle kvaliteet. Teraviljas leiduvad inimese tervist toetavad kiudained, nagu beeta-glükaan ja arabinoksülaan. Nisu ja odra kiudainete sisaldust uuriti väga pika aegrea ehk kaheksa aasta andmete põhjal. Leiti, et arabinoksülaani (Korge jt, 2022) ja beeta-glükaani (Khaleghdoust jt, 2024a, 2024b) sisaldus teraviljades sõltub peamiselt aasta ilmastikust ning väiksemad lämmastikvæetise normid või maheviljelus selle sisaldust ei vähenda. Arabinoksülaani sisaldus oli nisus ja odras sarnane ja see varieerus 3% aastal 2020 kuni peaaegu 7% aastal 2016 (joonis 2). Beeta-glükaani sisaldus odras varieerus 3,7% aastal 2016 kuni 5,6% aastal 2021. Ka teravilja kasvatamine segus liblikõielistega valdavalt ei avaldanud saagile ega kiudainete sisaldusele mõju, välja arvatud suviodra ja viki koosluses, kus beeta-glükaani sisaldus vähenes (Alaru jt, 2024b; Khaleghdoust jt, 2024a).

Nisu on üks enim tarbitavaid teravilju ning enamjaolt jõuab see toidulauale küpsetatult. Hästi kerkinud saia jaoks on vaja funktsionaalset gluteenivõrgustikku, mis hoiaks pärmitaignas gaasimulle kinni. Gluteen on proteiin, mis sisaldab 6,25% lämmastikku ja sõltub seetõttu otseselt nisule kättesaadavast lämmas-



Joonis 2. Arabinoksülaani sisaldus talinisu ja suviodra proovides väetisvariantide keskmisena.

tikust. Lisaks gluteenisaldusele on oluline proteiini ja tärklise omavaheline interaktsioon ja stabiilselt kvaliteetse taigna jaoks on vaja kõrgemat mineraalväärtise normi 150 kg/ha. Maheviljeluses kasvanud nisu on tundlikum ilmastikus esinevate kõikumiste ja neist tingitud toitainete omastamise suhtes ning see tundlikkus kajastub ka taigna ebastabiilses kvaliteedis (Keres jt, 2021). Leiti, et kiudainete ja proteiini suhe mõjutab nisujahust valmistatud taigna kvaliteeti ja näidati, et kõige optimaalsem suhe on 2–2,1 : 1 (Alaru jt, 2024a). Kuna Eesti nisu kasutatakse peamiselt küpsetatud saiatoodetes, siis toetab see uus kvaliteedikriteerium innovatsiooni toidutehnoloogia valdkonnas. Mahepõllumajandusliku tootmise laienedes on edaspidi oluline käsitleda saiavalmistamise väärtusahelat tervikuna, et selgitada teravilja kvaliteedi varieeruvust.

Terades leiduv keemiline ühend fütaat ei sõltu samuti väetamisest või viljelusviisist (Korge jt, 2024; Korge jt, 2025a). Fütaadil võib olla inimese tervisele nii negatiivseid (takistab raua, tsingi, kaltsiumi ja magneesiumi imendumist) kui ka positiivseid (on antioksüdant) mõjusid. Oluline on teada, et mõnel aastal võib fütaadi sisaldus olla kaks korda kõrgem ja see võib omakorda mõjutada toidu suhtes tundlike inimeste tervist.

Saagi ja kvaliteedi kujunemise mehhanismid

Saagi ja kvaliteedi kujunemist määravad erinevad taimes toimuvad protsessid, mille mõistmine aitab aretajaid aretuseesmärkide saavutamisel ning agronome uute jätkusuutlike agrotehnoloogiate loomisel. Enamasti töötavad agronoomid põllul ja oskavad katsetulemusi laiendada tootmistingimustesse. Rakusiseseid protsesse uurivad molekulaarbioloogid ja geneetikud enamjaolt kontrollitud tingimustes. Toiduga kindlustatuse ja jätkusuutliku taimekasvatuse jaoks on oluline agronoomia ja molekulaarbioloogia ühtne raamistik. Käesolevas uurimistsükli analüüsi põllutingimustes kasvanud odra geneetilisi protsesse, mis oli väga uuenduslik, kuna suur osa geneetikatöid viiakse läbi laboritingimustes. Selgus, et kõrgema mineraalväärtise normi juures oli odra geeniekspressiooni aktiivsus oluliselt kõrgem (Esmaeilzadeh Salestani jt, 2023), täpsemalt: ammoooniumtransporteri ekspressioon oli lisatud lämmastiku kogusega negatiivses seoses odra varastes kasvufaasides (Esmaeilzadeh Salestani jt, 2022). Geneetilised uuringud ning molekulaarsed markerid aitavad kiiremini leida parema kohastumise fenotüüpe, mis on näiteks resistentseid juuremädanikule (Vazvani jt, 2024, 2025a, 2025b).

Vaheline nisuhein – uus toidu- ja söödakultuur

Kliimamuutused loovad ootuse põuakindlamatele kultuuridele. Üks innovatiivne uus kultuur on vaheline nisuhein (*Thinopyrum intermedium*) Kernza, mitmeaastane teravili, mis on aretatud kaheotstarbeliseks kultuuriks. See sobib nii terasaagi koristamiseks kui ka söödakultuuriks. Nisuheina võib pidada ka keskkonda toetavaks ja taastavaks kultuuriks, kuna tema sügavale ulatuv juures-

tik piirab toitainete leostumist ning aitab parandada mulla struktuuri ja viljakust (Culman jt, 2013). Koostöös Põhjamaadega alustati Eestis selle kultuuri testimist 2023. aastal. Vahelmine nisuhein kasvas, talvitus ning andis esimesel aastal ka väikese terasaagi Tartu tingimustes (Korge jt, 2025b). Biomassisaak söödatootmise otstarbel ulatus teisel kasvuaastal 5000 – 11 900 kuivaine kilogrammini hektarilt (Korge jt, 2025b). Toitaineväärtusi veel analüüsitakse, kuid esialgsed tulemused on söödatootmise puhul paljulubavad. Põuakindla kõrrelise kultuuri lisandumine valikusse aitab paremini väärindada Eesti rohumaid, mida on Eesti põllumajandusmaast kolmandik. Praegu on üks levinumaid kõrrelisi kultuure karjamaa raihein, mille saagikust ja kvaliteeti saab tõsta magneesiumi lisamisega (Aavola jt, 2025). Efektiivne ja kõrge kvaliteediga söödatootmine on eduka piimakarjakasvatamise aluseks ja toetab nii toiduga kindlustatust kui ka eksporti.

Maakasutuse efektiivistamine

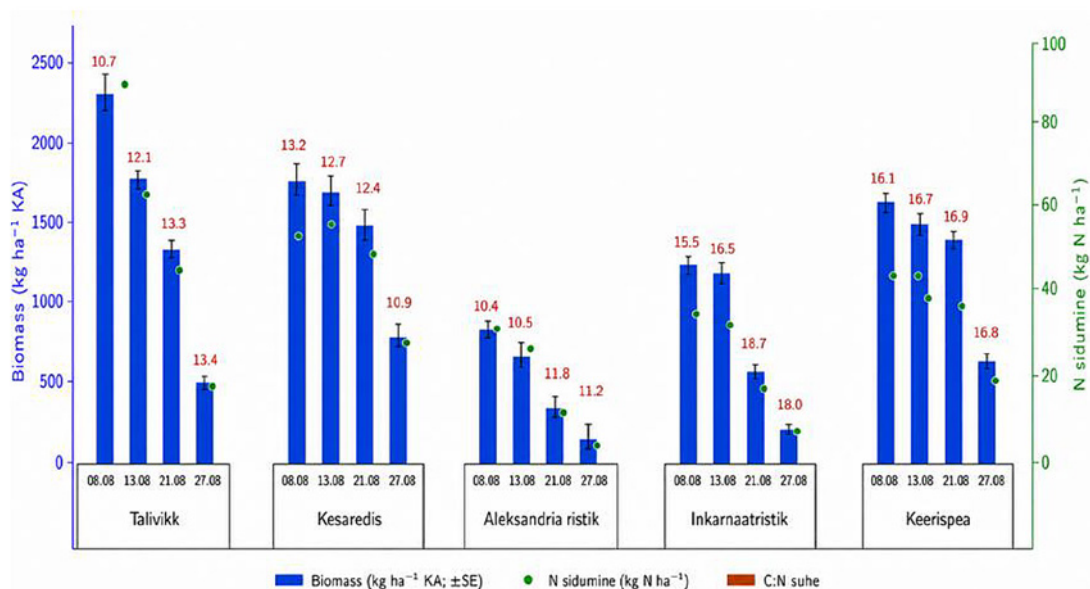
Maakasutuse ja kliima muutumine on Euroopas oluline proovikivi. Põllumajandusmaa väheneb, mis tähendab, et tuleb leida viise väheviljakate alade kasutusevõtuks, näiteks töödeldes taimi lehekaudsete preparaatidega, nagu räni või seleen (Schröder jt, 2022). Eelnevad laborikatsed on näidanud räniga pritsimise puhul häid tulemusi, kuid suures ökotronis tuleviku (proгноosi järgi 2050. aasta) kliimatingimustes ei pruugi lehekaudne ränipreparaat otseselt suviadra saaki suurendada (Rineau jt, 2024). Mitme riigi põldkatsetelt kogutud proovide analüüs näitas, et ränist ja süsinikust moodustuvad fütoliidid, mis võiks suuta siduda süsinikku mulda pikaks ajaks (Rutkowska jt, 2024). Vee ja lämmastiku kättesaadavus on vähemväärtuslikul põllumaal võmetegur ning mudeldamise uuring suviadralt kogutud andmete alusel näitas, et optimaalne väetamise kogus on 100–120 kg ha⁻¹ (Żydalis jt, 2025).

Vahekultuurid ja mitmekesisus

Toimunud kliimaatilisi muutusi ja vastavat kohanemist põllumajanduskultuuride kasvatamisel uuriti ka koostöös 15 riigi teadlastega, võrreldes ajaperioode 1991–2000 ja 2012–2016 (Zhao jt, 2022). Tulemused näitasid, et muutused sademetes ja temperatuurides tekivad kiiresti ning nendega kohanemise strateegiad tuleb leida regiooniti. Põhja-Euroopas on kohanemise plaan mullakaitsele keskendumine, milles on oluline strateegiline osa põllu talvisel taimkattel. Eesti tingimustes aitab maapinna taimikuga kaetuna olek talvisel ajal takistada toitainete leostumist mulla künnikihist sügavamatesse kihtidesse ja hoida ära põhikultuuridest vabal perioodil tuule- ja vee-erosiooni. Kui külvikorras ei ole parasjagu talikultuuri, saab kasutada vahekultuure, mis külvatakse kohe pärast põhikultuuri koristust ning viiakse mulda kevadel maaharimistööde käigus enne järgmist põhikultuuri. Eestis veel suhteliselt uudse vahekultuuride teema uurimistulemused annavad alus- ja oskusteavet sobivate külviaegade ning liigilise koosseisu mõjust nende biomassi kujunemisele, toitainete sidumise võimele ja järelmõjule, samuti võimaldavad hinnata uute vahekultuuride sobivust Eesti ilmastikutingimustes (Toom jt,

2023; Toom jt, 2025). Uurimistulemused näitavad, et Eestis on vahekultuuride külviks sobivaim aeg kuni 15. augustini, kuna varasem külv võimaldab kasvada suuremal biomassil ning tagab tõhusama lämmastiku sidumise (joonis 3).

Pikaajalise külvikorra katse põhjal leiti, et talviste vahekultuuride kasutamine vähendab mulla toitainete defitsiiti ja mulla happesust (Kuht jt, 2023; Talgre jt, 2023b; Ereimeev jt, 2025a). Liblikõieliste vahekultuuride täiendav agronoomiline väärtus lisaks suurele biomassi moodustamise võimele seisneb nende võimes siduda atmosfäärist lämmastikku sümbioosis mügarbakteritega (Toom jt, 2023). Seetõttu võimaldab nende kasutamine vähendada sõltuvust mineraalväetistest, mis on tänases geopoliitiliselt pingelises ja hinnatõusudest mõjutatud olukorras kriitilise tähtsusega. Vahekultuuridel on positiivne mõju mulla orgaanilise aine sisaldusele (Kuht jt, 2022c; Kuht jt, 2023; Kuht jt, 2025), soodustades seeläbi süsiniku sidumist ning panustades otseselt kliimamuutuste leevendamisse. Lisaks agronoomiateadmiste on kogutud andmestik olnud väärtuslik materjal masinõppe treenimiseks, mis näitab valdkonna interdistsiplinaarsust (Uzair jt, 2022; Tomasiello jt, 2023). Samuti vähendavad vahekultuurid vähem või rohkem umbrohtude biomassi (sõltuvalt põhikultuurist) (Madsen jt, 2023), mis teeb sellest olulise alternatiivi keemilisele umbrohtude tõrjumisele. Vahekultuurid tõstavad mikroobide aktiivsust ja mitmekesisust, mis omakorda hoiab võimalikke taimehaiguste tekitajaid kontrolli all (Kuht jt, 2022a, 2022b; Talve jt, 2022). Mullast eraldatud DNA analüüs näitas, et kõige enam soodustas mulla mikroorganismide arvukust ja mitmekesisust viieaastane külvikord, mahetootmine ja mõõdukas lämmastikuga väetamine (50 ja 100 kg ha⁻¹), samas kui suured lämmastiku-



Joonis 3. Vahekultuuride biomass, lämmastiku (N) sidumise võime ja biomassi süsiniku lämmastiku (C:N) suhe sõltuvalt külviajast.

kogused võivad mullaelustikku pigem pärssida (Esmaeilzadeh Salestani jt, 2021). See viitab, et taimede tasakaalustatud toitmine on oluline tegur mullaelustiku hea seisundi kujundamisel. Vahekultuuride mõjul suurenes mikroobide biomass kõigis uuritud mikroobide rühmades (gramnegatiivsed ja grampositiivsed bakterid, aktinobakterid ja seened) (Talve jt, 2022). Koostöös Tartu Ülikooli teadlastega selgus, et intensiivselt majandatud muldades väheneb arbuskulaarse mükoriisa (AM-seente) biomass peamiselt spetsialisttaksonite kadumise tõttu, kusjuures allesjäänud üldistunud taksonid suudavad kohaneda piiratud juureelu-paiga ja toitainetega (Vahter jt, 2025). Kui AM-seente koosluste vähenemine peegeldab intensiivse majandamise mõju mullale, siis vahekultuuride kasutamine pakub praktilisi lahendusi mulla elurikkuse, toitainete kättesaadavuse ja taimekaitse parandamiseks. Vahekultuuride kasvatamine suurendab lisaks mikroorganismidele ka kasulike lüljalgsete (jooksiklased, hooghännalised) arvukust ja mitmekesisust, vähendades nii keemilise kahjuritõrje vajadust (Talgre jt, 2023a, 2023c; Luik jt, 2024; Madsen jt, 2024). Hooghännaliste arvukust ja liigirikkust suurendab ka sõnniku, sh putukasõnniku kasutamine (Kuu jt, 2025).

Kokkuvõte

Pikaajalise külvikorrakatse tulemused näitasid, et saagi stabiilsus on kõige parem suviödral ja kartulil, kuid ka nisu saab kasvatada. Põldhernes on seni veel riskikultuur. Nisu puhul määrab kvaliteedi proteiinisaldus, mis sõltub otseselt lämmastikväetise annusest. Aasta ilmastikust sõltuvalt on võimalik saada kvaliteetset nisutainast ka maheviljeluse tingimustes. Lisaks mõjutab taigna kvaliteeti proteiini ja kiudainete suhe; seejuures sõltub kiudainete sisaldus vaid aasta ilmastikust. Kui tuleviku kliima toob kaasa rohkem kevadist põuda ja ekstreemseid ilmastikuolusid, siis uus põuakindel vaheline nisuhein aitab seda riski vähendada. Samuti aitavad ilmastikuga seotud riske ning lämmastikuisaldust mullas hoida vahekultuurid. Lisaks on vahekultuuridel oluline roll mitmekesisuse tagamisel nii mulla sees kui mulla pinnal.

Pikaajaliste katsete väärtus kasvab ajas ning nende käigus kogutud andmeid saab kasutada mõõdupuu ja toena jätkusuutliku põllumajanduse ja toiduga kindlustatuse heaks veel aastakümneid.

Tänuavaldused

Oleme südamest tänulikud kolleegidele, kes on käivitanud meie ühise pikaajalise külvikorrakatse ja aidanud seda töös hoida. Oleme tänulikud kõigile tudengitele ja kaasautoritele. Evelin Loit-Harro tänab oma doktoritöö juhendajat professor Illimar Altosaart, kes on alati julgustanud esitama suuri küsimusi ja pürgima ikka edasi. Liina Talgre tänab dotsent Enn Lauringsoni ja professor Anne Luike, kes mõlemad on juba tudengipõlvest alates mõjutanud tema kujunemist teadlaseks.

Uuringu tulemused valmisid mitme projekti käigus: „Põhikultuuride järel vahekultuurina kasvatamiseks sobivate liikide ja segude ning nende viljelemiseks sobiva agrotehnika väljatöötamine“, „Stressi mõju biomassi kujunemisele muutlikes keskkonnatingimustes“, „Teravilja ja õlikultuuride väärindamine“ (RESTA28), „Seleeni ja räniga rikastatud ja kliimaatiliste tingimustega kohanevad toidu ja sööda tootmine vähemväärtuslikul mullal“ (ERA-Net Cofund FACCE SURPLUS), „Agroökoloogiliste printsiipide kasutamine lihtsate ja vastupidavate maheviljelussüsteemide edendamiseks (All-Organic)“ (ERA-Net CORE Organic Cofund), „Saagi ja kvaliteedi stabiilsus ja jätkusuutlikkus pikaajalises külvikorrakatses“ (PRG1949), „Agroecological strategies for sustainable weed management in key European crops, AGROSUS“ (programm Euroopa Horisont), „Improving yields in organic cropping systems, OrganicYieldsUP“ (programm Euroopa Horisont), ja „Validating the Introduction of Kernza in the Nordic-Baltic region“ (Nordregio partnerlus).

VIITED

Aavola, R., Ingver, A., Loit-Harro, E., Kaart, T., Sooväli, P., Hiiesalu, I., Tamm, I. 2025. Magnesium fertilisation enhanced forage yield primarily in tetraploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 75(1), <https://doi.org/10.1080/09064710.2025.2538457>

Alaru, M., Kaasik, R., Khaleghdoust, B., Korge, M., Keres, I., Möll, K., Talgre, L., Loit, E. 2024a. The combined effects of weather conditions and fertilization on wheat fiber to protein ratio and on dough quality. *Journal of Cereal Science*, 117, 103923. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2024.103923>

Alaru, M., Korge, M., Vesik, H., Möll, K., Keres, I., El Shawi, R. M. El E., Tomasiello, S., Loit-Harro, E. 2024b. Tera- ja kaunviljade puhas- ning segukülvide võrdluskatse esialgsed tulemused. Alaru, M., Korge, M. (toim). *Agronoomia* 2024, 50–59. Tartu: Vali Press, <http://hdl.handle.net/10492/8860>

Boschiero, M., De Laurentiis, V., Caldeira, C., Sala, S. 2023. Comparison of organic and conventional cropping systems: A systematic review of life cycle assessment studies. *Environmental Impact Assessment Review*, 102, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107187>

Culman, S. W., Snapp, S. S., Ollenburger, M., Basso, B., De Haan, L. R. 2013. Soil and water quality rapidly responds to the perennial grain Kernza wheatgrass. *Agronomy Journal*, 105(3), 735–744, <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0273>

Eremeev, V., Kuht, J., Alaru, M., Margus, K., Loit-Harro, E., Luik, A., Talgre L. 2025a Kartuli saagistruktuurielemendid erinevates viljelusviisides aastatel 2008–2017. Tamm, Ü., Toom, M., Tamm, S. (toim). *Agronoomia* 2025, 109–117, Maaelu teadmuskeskus / Eesti Maaülikool, <http://hdl.handle.net/10492/9612>

Eremeev, V., Kuht, J., Margus, K., Mäeorg, E., Loit-Harro, E., Luik, A., Talgre, L. 2025b. Effects of potato cultivation on soil pHKCl and exchangeable calcium under organic and conventional management. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil & Plant Science*, 75(1), <https://doi.org/10.1080/09064710.2025.2577425>

Esmailzadeh-Salestani, K., Samandari Bahraseman, M. R., Tohidfar, M., Khaleghdoust, B., Keres, I., Möttus, A., Loit, E. 2022. Expression of AMT1;1 and AMT2;1 is stimulated by mineral nitrogen and reproductive growth stage in barley under field conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 1–13, DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2067764>

Esmailzadeh-Salestani, K., Tohidfar, M., Ghanbari Moheb Seraj, R., Khaleghdoust, B., Keres, I., Marawne, H., Loit, E. 2023. Transcriptome profiling of barley in response to mineral and organic fertilizers. *BMC Plant Biology*, 23, 261, <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04263-2>

Khaleghdoust, B., Alaru, M., Korge, M., Esmailzadeh Salestani K., Loit-Harro, E. 2024a. Can intercropping alter cereal grains dietary fiber composition? *Agronomy Research* 22(3), 1201–1213, <https://doi.org/10.1515/ar.24.096>

Khaleghdoust, B., Esmailzadeh-Salestani, K., Korge, M., Alaru, M., Möll, K., Värnik, R., Koppel, R., Tamm, Ü., Kurg, M., Altosaar, I., Loit, E. 2024b. Barley and wheat beta-glucan content influenced by weather, fertilization, and genotype. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1326716>

Korge, M., Alaru, M., Keres, I., Khaleghdoust, B., Moll, K., Altosaar, I., Loit, E. 2023. The influence of cropping system, weather conditions and genotype on arabinoxylan content in wheat and barley grains. *Journal of Cereal Science*, 110, ARTN 103650, <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103650>

Korge, M., Alaru, M., Keres, I., Kits, K., Möll, K., Loit-Harro, E. 2024. Fütaat meie teraviljades. Alaru, M., Korge, M. (toim). *Agronomia* 2024, 87–95, Tartu: Vali Press, <http://hdl.handle.net/10492/8860>

Korge, M., Alaru, M., Keres, I., Möll, K., Talgre, L., Voor, I., Altosaar, I., Loit-Harro, E. 2025a. Phytate Content in Cereals Impacted by Cropping System and Harvest Year. *Foods*, 14(3), 446, DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14030446>

Korge, M., Alaru, M., Keres, I., Möll, K., Tõruvere, K., Voor, I., Loit-Harro, E. 2025b. Kernza® ehk vahelmise nisuheina kasvatamine Eestis. Tamm, Ü., Toom, M., Tamm, S. (toim). *Agronomia* 2025, 143–156. Maaelu Teadmiskeskus / Eesti Maaülikool.

Korge, M., Khaleghdoust, B., Alaru, M., Keres, I., Kurg, M., Loit, E. 2022. Beetaglütkaani sisaldus odra ja nisu terades sõltuvalt lämmastikväetise normist

ja viljelusviisist. Alaru, M. (toim). Agronoomia 2022, 224–230. Tartu: Vali Press, <http://hdl.handle.net/10492/7236>

Kuht, J., Ereemeev, V., Loit, E., Alaru, M., Mäeorg, E., Talgre, L., Luik, A. (2023a). Changes in the content of soil organic carbon and total nitrogen in the organic and conventional cropping systems. *Agronomy Research* 21(2), 814–823, <https://doi.org/10.15159/AR.23.041>

Kuht, J., Ereemeev, V., Margus, K., Loit-Harro, E., Luik, A., Talgre, L. 2025. Kartuli saagikus ja mulla orgaanilise süsiniku ning lämmastiku sisaldus erinevates viljelusviisides. Tamm, Ü., Toom, M., Tamm, S. (toim). *Agronoomia* 2025, 66–73. Maaelu Teadmuskus / Eesti Maaülikool.

Kuht, J., Ereemeev, V., Margus, K., Luik, A., Talgre, L. 2023b. Kartuli kasvuala mulla pH muutused mahe- ja tavaviljeluses olenevalt viljelusviisist. Lillak, R., Toom, M., Talgre, L., Peetsmann E. (toim). *Põllumajandus ja keskkond. Toimetised*, 52–59, SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, <http://hdl.handle.net/10492/8750>

Kuht, J., Ereemeev, V., Talgre, L., Loit, E., Mäeorg, E., Margus, K., Runno-Paurson, E., Madsen, H., Luik, A. 2022a. Soil microbial activity in different cropping systems under long-term crop rotation. *Agriculture*, 12(4), 532, DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12040532>

Kuht, J., Ereemeev, V., Talgre, L., Runno-Paurson, E., Alaru, M., Luik, A. 2022b. Mulla mikroobide aktiivsus olenevalt ilmastikutingimustest ja eelviljast tava- ja mahevilljelussüsteemides. Alaru, M. (toim). *Agronoomia* 2022, 97–103. Tartu: Vali Press, <http://hdl.handle.net/10492/7236>

Kuht, J., Ereemeev, V., Talgre, L., Runno-Paurson, E., Loit, E., Luik, A. 2022c. Mulla orgaanilise süsiniku sisalduse muutustest mitmesuguste viljelusviisidega külvikorras. Metspalu, L., Luik, A., Talgre, L., Peetsmann, E. (toim). *Teaduselt mahepõllumajandusele. Toimetised* 2022, 46–52, Tartu: Eesti Loodusfoto, <http://hdl.handle.net/10492/7890>

Kuu, A., Reissaar, R., Sutri, M., Ivask, M., Talgre, L., Visnapuu, M., Shanskiy, M. 2025. Ogakärblase (*Hermetica illucens*) putukasõnniku, mineraalväetiste ja arbuskulaarse mükoriisa mõju mulla kvaliteedile ja hooghännaliste (*Collembola*) arvukusele ning liigirikkusele. Tamm, Ü., Toom, M., Tamm, S. (toim). *Agronoomia*, 46–56, Maaelu Teadmuskus ja Eesti Maaülikool, <http://hdl.handle.net/10492/9612>

Luik, A., Ereemeev, V., Talgre, L. 2022. Hooghännaliste esinemine mullas sõltuvalt viljelusviisist ning kultuurist. *Teaduselt mahepõllumajandusele. Toimetised* 2022, 60–65. Tartu: Eesti Loodusfoto, <http://hdl.handle.net/10492/7890>

Madsen, H., Ereemeev, V., Sepp, K. E., Loit-Harro, E., Luik, A., Talgre, L. 2024. Viljelusviiside mõju hooghännaliste arvukusele ja liigilisele mitmekesisusele. Alaru, M., Korge, M. (toim). *Agronoomia* 2024, 96–102. Tartu: Vali Press, <http://hdl.handle.net/10492/8860>

Madsen, H., Luik, A., Ereemeev, V., Mäeorg, E., Talgre, L. 2023. Changes in weed biomass, density and diversity in long-term crop rotation experiment during second rotation. *Agraarteadus*, 34(1), 18–30, <https://doi.org/10.15159/jas.23.05>

Margus, K., Ereemeev, V., Loit, E., Runno-Paurson, E., Mäeorg, E., Luik, A., Talgre, L. 2022. Impact of farming system on potato yield and tuber quality in Northern Baltic sea climate conditions. *Agriculture*, 12(4), 568, <https://doi.org/10.3390/agriculture12040568>

Märs, K., Korge, M., Müür, H. P., Loit-Harro, E. 2025. Maisi toiteväärtus, terade saagikus ning pahknõde ja külgvõrsete esinemine sõltuvalt sordist. Tamm, Ü., Toom, M., Tamm, S. (toim). *Agronoomia* 2025, 133–142. Maaelu Teadmuskeskus / Eesti Maaülikool, <http://hdl.handle.net/10492/9612>

Rineau, F., Groh, J., Claes J., Grosjean, K., Mench, M., Moreno-Druet, M., Povilaitis, V., Pütz, T., Rutkowska, B., Schröder, P., Soudzilovskaia, N. A., ... Loit, E. 2023. Limited effects of crop foliar Si fertilization on a marginal soil under a future climate scenario. *Heliyon*, 10(1), <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23882>

Rutkowska, B., Schröder, P., Mench, M., Rineau, F., Szulc, W., Szulc, W., Pobereżny, J., Tiideberg, K., Niedziński, T., Loit, E. 2024. Role of phytolith occluded carbon of cereales plants for climate change mitigation. *Journal of water and land development*, 60(I–III), 50–58, DOI: <https://doi.org/10.24425/jwld.2023.148459>

Schröder, P., Mench, M., Povilaitis, V., Rineau, F., Rutkowska, B., Schlöter, M., Szulc, W., Żydelis, R., Loit, E. 2022. Relaunch cropping on marginal soils by incorporating amendments and beneficial trace elements in an interdisciplinary approach. *The Science of The Total Environment*, 803, 149844, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149844>

Sepp, S. S., Tamm, Ü., Loit, E. 2021. Is Estonian barley ready to tackle climate change-induced water regimes? *Agraarteadus* 2, XXXII, 314–318. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.29>

Zhao, J., Bindi, M., Eitzinger, J., Ferrise, R., Gaile, Z., Gobin, A., Holzkämper, A., Kersebaum, K. C., Kozyra, J., Kriaučiūnienė, Z., Loit, E., Nejedlik, P., Nendel, C., Niinemets, Ü., Palosuo, T., Peltonen-Sainio, P., Potopová, V., Ruiz-Ramos, M., Reidsma, P., Rijk, B., ... Olesen, J. E. 2022. Priority for climate adaptation measures in European crop production systems. *European Journal of Agronomy*, 138, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126516>

Žydelis, R., Chiarella, R., Weihermüller, L., Herbst, M., Loit-Harro, E., Szulc, W., Schröder, P., Povilaitis, V., Mench, M., Rineau, F. *et al.* 2025. Modeling Study on Optimizing Water and Nitrogen Management for Barley in Marginal Soils. *Plants* 2025, 14, 704, <https://doi.org/10.3390/plants14050704>

Talgre, L., Ereemeev, V., Kuht, J., Luik, A. 2023b. Kaltsiumi ja magneesiumi sisalduse muutus pikaajalise mahekülvikorra katse mullas ühe rotatsiooni vältel. Tupits, I., Tamm, Ü., Toom, M., Tamm, S., Kass, M. (toim). *Agronoomia* 2023, 54–58. Tartu: Rebellis, <http://hdl.handle.net/10492/8008>

Talgre, L., Ereemeev, V., Kuht, J., Luik, A. 2023c. Külvikorra mitmekesistamine ja maheviljelus soodustavad talituslikku elurikkust põllul. Lillak, R., Toom, M., Talgre, L., Peetsmann, E. (toim). *Põllumajandus ja keskkond. Toimetised*, 52–59. SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, <http://hdl.handle.net/10492/8750>

Talgre, L., Ereemeev, V., Mäeorg, E., Luik, A. 2023a. Diversified cropping systems for promoting the beneficial insects-ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Agronomy Research*, 21 (Special Issue 2), 592–597, DOI: <https://doi.org/10.15159/ar.23.027>

Talve, T., Talgre, L., Toom, M., Edesi, L., Karron, E., Koll, B., Ereemeev, V., Luik, A., Loit, E., Börjesson, G. 2022. Composition of the microbial community in long-term organic and conventional farming systems. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109(2), 99–106, DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2022.109.013>

Tomasiello, S., Uzair, M., Liu, Y., Loit, E. 2023. Data-driven approaches for sustainable agri-food: coping with sustainability and interpretability. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-023-04702-w>

Toom, M., Sepp, K., Tikk, K., Kannimäe, M., Ereemeev, V., Talgre, L. 2025. Uued potentsiaalsed haljasväetiskultuurid Eestis. Tamm, Ü., Toom, M., Tamm, S. (toim). *Agronoomia* 2025, 118–125. Maaelu Teadmuskus / Eesti Maaülikool, <http://hdl.handle.net/10492/9612>

Toom, M., Talgre, L., Tamm, S., Tamm, Ü., Tamm, I., Narits, L., Talve, T., Edesi, L., Lauringson, E. 2023. The effect of cover crops on biomass and nitrogen accumulation and on spring barley yield. *Agraarteadus*, 34(1), 1–8, DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.23.01>

Uzair, M., Tomasiello, S., Loit, E., Lin, J. C-W. 2022. Predicting the soil organic carbon by recent machine learning algorithms. 2022 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCCom/CyberSciTech): Falerna, Italy, 12–15 September 2022. IEEE, 1–7, DOI: <https://doi.org/10.1109/DASC/PiCom/CBDCCom/Cy55231.2022.9928005>

Vahter, T., Astover, A., Davison, J., Hiiesalu, I., Ingver, A., Koppel, R., Liu, S., Loit-Harro, E., Luik, A., Oja, J., Penu, P., Sepp, S-K., Simmer, M., Talgre, L., Tamm, I., Tamm, Ü., Vasar, M., Wipulasena, A. Y. A. P., Zobel, M., Öpik, M. 2025. Agricultural disturbance reduces arbuscular mycorrhizal fungal diversity and biomass by excluding specialist species. *New Phytologist*, 248(4), 2079–2091, DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.70548>

Vazvani, M. G., Dashti, H., Loit, E., Riseh, R. S. 2025a. Genetic resistance to take-all disease: From the past to the present. *Euphytica* 221, 7, <https://doi.org/10.1007/s10681-024-03453-9>

Vazvani, M. G., Dashti, H., Riseh, R. S., Loit, E. 2025b. Association analysis of response to take-all disease with agronomic traits and molecular markers and selection ideal genotypes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Mol Breeding* 45, 36, <https://doi.org/10.1007/s11032-025-01554-4>

Viikoja, R., Alaru, M., Keres, I., Lillak, R., Voor, I., Loit, E. 2023. Impact of changing weather on the crops yield stability in different cropping systems. *Agronomy Research*, 21. DOI: <https://doi.org/10.15159/ar.23.078>

Voor, I., Loit-Harro, E. 2024. Lämmastikubilansi erinevad arvestusmeetodid, sisendid ja väljundid ning nende maht liblikõielisterikkas külvikorras. Alaru, M., Korge, M. (toim). *Agronoomia* 2024, 121–130. Tartu: Vali Press, <http://hdl.handle.net/10492/8860>



Vasakult: Evelin Loit-Harro ja Liina Talgre. Foto: Erlend Štaub

Liina Talgre

Sündinud 5. septembril 1968 Antslas

1987 Räpina Sovhoostehnikum, aiandus

1997 Eesti Põllumajandusülikool, agronoomia

2000 Eesti Põllumajandusülikool, maaviljelus (MSc)

2013 Eesti Maaülikool, taimekasvatus (PhD)

Pärast ülikooli lõpetamist töötanud Eesti Maaülikoolis (varasem Eesti Põllumajandusülikool) teaduri ja dotsendina. Alates 2022 taimekasvatuse ja maaviljeluse kaasprofessor. Juhendanud kaitsmiseni 2 doktoritööd, 20 magistritööd ja kümneid bakalaureusetöid. Avaldanud 40 teadusartiklit. Teadustöös keskendub maheviljeluse teemadele: kuidas hoida ja parandada mullaviljakust, hoida kontrolli all umbrohud ja kasvatada kvaliteetset toidutoorainet.

Evelin Loit-Harro

Sündinud 5. aprillil 1980 Pärnus

2002 Tartu Ülikool, bioloogia bakalaureuseõpe

2009 Ottawa Ülikool Kanadas, biokeemia (PhD)

2009 Prantsusmaa Põllumajanduse Instituut (INRAE) Toursis,
järel doktorantuur

On töötanud Põllumajandusametis. 2011. aastal asus vanemteadurina tööle Eesti Maaülikoolis. Alates 2024. aastast Eesti Maaülikooli säästva taimekasvatuse tenuuriprofessor. Austria BOKU ülikooli külalisprofessor (2025/2026). On juhendanud 11 doktoritööd, 12 magistratööd ja kümneid bakalaureusetöid ning avaldanud üle 40 teadusartikli. Lisaks on ta Metsaülikooli korraldustoimkonnas. Teadustöös keskendub põllumajanduskultuuride saagi ja kvaliteedi kujunemisele, tooraine väärindamisele ning agronoomia ja geneetika seostele.