

Kasvusubstraatide, sh aiandusturba roll kaasaegses toidutootmises ja selle võimalikud alternatiivid



MARTIN KÜTTIM
Tallinna Ülikooli ökoloogia
keskuse teadur



AIN KULL
Tartu Ülikooli ökoloogia
ja maateaduste instituudi
kaasprofessor

Aiandusturvas on Eesti oluline eksporditükk, mis moodustab turba kaevandamismahust püsivalt üle 90 protsendi ja millel on keskne roll maailma aiandussektoris, sh toidutootmises. Valdav osa turbatoodetest eksporditakse taimekasvatuseks Lääne- ja Lõuna-Euroopa aianditesse.

Piirkondades, kus sademete hulk ületab auramist ja maapind on pikaajaliselt veega küllastunud, esineb soostumist. Liigniiskes ja õhuvaeses keskkonnas laguneb taimne orgaaniline aine aeglasemalt kui seda juurde tekib ning sellist osaliselt lagunenu materjali nimetatakse turbaks.

Turvastumise algstaadiumis tekkivad

10–30 cm paksuse turbakihi mulda nimetatakse turvastunud mullaks, aga enam kui 30 cm tüseda turbakihi mulda soo- ehk turvasmullaks ning turvasmullaga alasid turbaaladeks. Aastatuhandete jooksul võib sealne turbakiht olla tüsenenud mitme meetri paksuseks ning kui need on geoloogiliselt uuritud, on tegemist maardlatega, kus turvas on võetud maavara varuna arvele. Eestis on ligikaudu miljon hektarit turbaalasi ehk 22,3 protsenti riigi pindalast (Orru 1992). Turbaaladest kõige enam on kuivendatuna kasutusel põllumajanduses (vähemalt 383 000 ha) ja metsanduses (vähemalt 180 000 ha), millest suurema osa moodustavad endised madalsood (Paal ja Leibak 2013). Kaevandamislooga kaetud määraldis on ligikaudu 21 000 hektarit, valdavalt

rabades, ning aktiivne turbatootmine käib umbes 14 000 hektaril.

Kui varasemalt kasutati turvast peamiselt kütteks, siis 20. sajandi keskel hakati professionaalses taimekasvatuses turvast laialdasemalt kasutama substraadina. Eestis alustati suuremas mahus aiandusturba tootmisega 1970. aastatel. Eesti turbatooteid on eksporditud nii esimese iseseisvuse ajal kui ka nõukogude aja lõpukümnenditel. Ekspordi osakaal hakkas suurenema 1990. aastate keskel (Rozental 2012), kui tulid suuremad välisinvesteeringud ning tootmine kaasajastati. Praegu on aiandusturvas Eesti oluline ekspordiartikkel, mis moodustab turba kaevandamis-mahust püsivalt üle 90 protsendi ja millel on keskne roll maailma aiandussektoris, sh toidutootmises. 2020. aastal pakkus

Turvas on oma füüsikaliskemilistelt omadustelt teistest suures mahus kasutada olevatest materjalidest valdava osa taimede jaoks sobivaim substraat.

turbasektor Eestis tööd ligi 2180 inimesele ning lõi 90,8 miljoni euro väärtuses kogulisandväärtust Eesti majandusele (Ernst & Young 2022). Valdav osa turbatoodetest eksporditakse taimekasvatuseks Lääne- ja Lõuna-Euroopa aianditesse.

Viimaste aastate kriisid, nt COVID-19 pandeemia ja Venemaa Ukraina-vastane agressioon, on tõstnud toiduga kindlustatuse ja ülemaailmse toidusüsteemi vastupanuvõime poliitilise päevakorra keskmesse. Tänavu 13. juunil Euroopa Liidu parlamendi heaks kiidetud raporti „Ensuring food security and the long-term resilience of EU agriculture“ (Mortler

2023) põhjal tuleb toidutootmist pidada strateegiliseks sektoriks ning see ELi ja rahvusvahelisel tasandil seada võrdsele tasemele energiajulgeoleku, kaitse ja kliimamuutuste-vastase võitlusega. Raport tõstab esile põllukultuuride kliimamuutustele ja haigustekitajatele vastupidavamaks muutmise vajadust, saagikuse suurendamist ja säilitustingimuste parandamist. Ohuna nähakse sagenevatest põudadest tingitud veepuuduse suurenemise ohtu, aga ka mulla tervise üldist halvenemist ja teisi agroökoloogilisi aspekte.

Ühe lahendusena nähakse uuenduslike ja ressursitõhusate viljelustavade senisest suuremas mahus juurutamist, st taimekasvatust kontrollitud tingimustes ehk suletud keskkonnas. Kõõgivilja kasvuhoonetes ja katmikaladel kasvatamise eelduseks on kontrollitud ja ühtlase kvaliteediga kasvumuldade kättesaadavus. Raporti kohaselt eeldab see kasvusubstraatide ja nende toorainete tarnekindlust, mis peab olema ELi-siseselt tagatud. Eesti roll on oluline, kuna meil toodetakse kogu maailmas arvestatavas koguses nii valmis kasvumuldad kui selleks vajalikku toorainet aiandusturvast.

Vaatamata teravilja, liha ja piimatoodetega isearustamisele on kõõgiviljade (41 protsenti tarbimisest) ning puuviljade ja marjade (seitse protsenti) kasvatamine Eestis tarbimisest oluliselt väiksem, mistõttu on just taimse toidu osas ka Eesti varustuskindlus sõltuv maailmas toimuvast. Võrdluseks, Eestiga pindalalt ligikaudu sama suur Holland – põhiline Eestis toodetud turbatoodete eksporditurg – on USA järel maailmas suuruselt teine põllumajandustoodete eksporditaja ja suurim kõõgiviljade eksporditaja. Samas, ka Eesti strateegiad, näiteks maaeluministeeriumi (2020) arengukava „Eesti põllumajandus ja toit 2030“, aiandussektori arengukava 2020–2030, Arenguseire Keskuse raportid jne, rõhutavad taimse ja kohapeal toodetud toidu osakaalu suurendamise vajadust, mis mitmekesistaks meie

põllumajandussektorit ning tugevdaks suurema isevarustatuse kaudu toidujulgeolekut.

Katmikaladel, kus taimekasvatus kontrollitud keskkonnatingimustes on väiksema vee- ja väetisekulu juures mitu korda efektiivsem kui avamaal, kasvab valdav osa tööstuslikult toodetud köögiviljadest turbal põhinevates kasvusubstraatides, sest turvas on oma füüsikalise-keemilistelt omadustelt teistest suures mahus kasutada olevatest materjalidest valdava osa taime jaoks sobivaim substraat. Samas moodustab turba koostisest taimset päritolu materjalina ligikaudu poole süsinik, mistõttu on oluline käsitleda seda ka kasvuhoonegaaside dünaamika seisukohast nii turba kaevandamise, sellest toodetud substraadi kui ka järelkasutuse kontekstis tervikuna. Seepärast on oluline leida viisid turba kasutamise kaasnevate kasvuhoonegaaside heite vähendamiseks, et oleks tagatud võimalus seda ressursi jätkuvalt kasutada ning minimeerida keskkonnale avaldatavat mõju.

Ka raport „Ensuring food security and the long-term resilience of EU agriculture“ (Mortler 2023) pöörab tähelepanu toidutootmisega seotud keskkonna- ja kliimamõjude vähendamise vajadusele ning nendib, et mõnel kavandatud meetmel võib olla soovimatuid tagajärgi, mida veel ei ole põllumajandusettevõtete tasandil nõuetekohaselt hinnatud ega tõestatud. Raport kutsub komisjoni üles viima läbi roheleppe seadusandlike ettepanekute kumulatiivse mõju tervikliku ja süsteemset hindamist kogu ELi põllumajandussektorile.

Aiandusturba tootmisel ja kasutamisel on seni peamiselt pööratud tähelepanu kasutatavate koostisainete omadustele ja ohutusele nii taimehaiguste kui ka toiduohutuse seisukohast, ent järelkasutusega on tegeldud vähe. Seetõttu ei ole piisavalt andmeid, mis võimaldaksid hinnata turba sisalduva süsiniku liikumist pärast selle kaevandamist, väärindamist ja taimekasvatuses kasutamist. Kasvuturbaga seotud

süsinikuringe arvutustes on seetõttu seni eeldatud turba kohest ja täielikku lagunemist üleilmselt valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli (IPCC) paika pandud keskmise süsinikusalduse juures. Arvestades tegelikku turbasubstraatide edasist käitlemist, turbasubstraatide järelkasutust ja aastakümnete vältel Eestis tehtud turba keemilise koostise ja õhukuiva turba niiskussisalduse analüüside tulemusi, ei ole see tõenäoliselt korrektne. Ka keskkonnaagentuuri ja Eesti Maaülikooli LULUCF sektori süsiniku sidumisvõimekuse analüüs (Valgepea jt 2021) toob välja: „Aiandusturbaga seotud heitkoguste täpsemaks hindamiseks oleks vajalik arendada arvutusmetoodikat, eelkõige võtta kasutusele riigispetsiifiline turba süsinikusalduse väärtus ja hinnata turbast mulda jääv süsiniku kogus, mis atmosfääri ei lendu.“ Lisaks sellele, et osa kasutatud turbasubstraadi süsinikust jääb pikaajaliselt mulda huumuse koosseisus, ei saa mööda vaadata ka aspektist, et mulda viidud substraadi jäägi arvel suurenenud mulla süsinikusaldus parandab mulla struktuuri, niiskuse säilitamise võimet ning soodustab edaspidi taimekasvu ja seeläbi suurendab veelgi mulla süsinikuvaru.

Eelnevast johtuvalt viiakse 2022. aasta novembrist 2024. aasta juunini Tartu Ülikooli ja Tallinna Ülikooli koostöös ning Keskkonnainvesteeringute Keskuse ja Eesti Turbaliidu rahastamisel läbi uuring „Ringmajanduse põhimõtete juurutamine Eestis toodetud aiandusturba toodete kasutamisel ja sellega seotud kasvuhoonegaaside heite vähendamine LULUCF sektoris“. Uuringu käigus selgitatakse välja (a) milleks, kuidas ja kui palju Eestis aiandusturvast kasutatakse ja millised on selle turba omadused, (b) milline on turbasubstraatide süsinikudünaamika nende kasutamise vältel ning (c) millised on parimad alternatiivid kasutatud aiandusturba edasiseks või järelkasutuseks.

Uuringu käigus viiakse läbi laboratoorsed mõõtmiskatsed enimkasvatavate taimekultuuride süsinikubilansi

väljaselgitamiseks, tehakse küsitlusuuring taimekasvatajate seas aiandusturba kasutuspraktikate täpsustamiseks, analüüsitakse erinevaid statistilisi andmetikke kasutatava aiandusturba üldmahtude leidmiseks ning käsitletakse neid olemasoleva teaduskirjanduse abil.

UURINGU ESMASED TULEMUSED

Uuringu esmased tulemused näitavad, et 2022. aastal Eestis toodetud turbatoodetest moodustasid ligi 96 protsenti erineva töötlusastmega aiandusturbad, millest eksporditi 92 protsenti ning Eestis kasutati ligikaudu 270 000 m³ aiandusturvast. Peamised kasutusvaldkonnad Eestis on metsaistikut, püsililled, viljapuude ja ilupõõsaste, maitsetaimede ja salati kasvatamine ning köögivilja-noortaimede ettekasvatamine. Maailmas kasutatakse turbasubstraate palju ka eksootiliste toataimede ja seente kasvatamiseks, kuid Eestis mitte.

Peamine turbapõhise substraadi lagunemine toimub köögivilja kasvatamisel aeroobselt ega sõltu oluliselt kasvatatavast kultuurist.

Kontrollitud tingimustes varieerub turbasubstraadide kasutusaeg 1–1,5 kuust köögivilja-noortaimede puhul kuni nelja-viie aastani ilupõõsa- ja viljapuuistikutel puhul, seejärel jõuab substraat üldiselt koos taimedega avamaapeenardele. Kontrollitud tingimustes taimede kasvatamise osas võib välja tuua, et võrdluses avamaa-kasvatusega oli katmikaladel keskmine (2018–2022) köögivilja saagikus Eestis 2,75 korda kõrgem. Lõuna-Euroopas on see erinevus veel oluliselt suurem.

Substraadide omadused varieeruvad vastavalt kasvatatavale kultuurile, kuid valdavalt kasutatakse lubjakivi või kriidiga neutraliseeritud turbasegusid (pH 5,6–6,5), millele lisatakse väetist (lämmastik, fosfor ja kaalium). Ehkki juba Eesti tootjate valmis segatud substraadidele lisatakse ka kookoskiudu, puukoort ja -kiudu, komposti, biosütti, paisutatud perliiti ja savi, liiva, kriiti ja/või lubjakivijahu, moodustab ka valmissegudes turvas keskmiselt 98 protsenti ja orgaanilise süsiniku sisaldus on vahemikus 42,0 (±1,41) – 48,4 (±0,55) protsenti. Väärrib märkimist, et peaaegu kogu Eestis kasutatud turbasubstraat jõuab kas koos ette kasvatatud taimega, kasvuhooes substraati vahetades ja/või kasutatud substraadi komposteerimise järel avamaapeenardele ja põldudele, kus see jääb mullaparandajana taimekasvu toetama.

Kuigi IPCC kasvuhooegaaside inventuuri juhendmaterjal (IPCC 2006) näeb maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse ehk LULUCFi sektori (ingl *Land Use, Land Use Change and Forestry*) kasvuhooegaaside arvestuses vaikumisi ette aiandusturba puhul kogu substraadis leiduva süsiniku lagunemise ja samal aastal kasvuhooegaasina atmosfääri jõudmise (0,235 t CO₂ ekvivalenti m³ kohta), ei ole selline lähenemine siiski korrektne. Kasvuhooegaaside koosseisus olev turvas laguneb väga aeglaselt, substraadil kasvatatav taim seob kasvamise käigus atmosfäärist süsihappegaasi ning maalune biomass täiendab substraadis orgaanilise süsiniku varu. Kultuuridel, mille puhul ei tarbita ka lehti ja varsi (nt lillkapsas, brokkoli, tomat, kurk), lisandub ka seal talletunud orgaaniline süsinik, mis jõuab tagasi mulda kas otse kasvuperioodi järel maapinda küntuna või pärast komposteerimist.

Taimede kasvamise käigus tekkinud orgaanilise süsiniku kogus ületab nende kasvatamiseks kasutatud substraadi lagunemisel lendunud orgaanilise süsiniku kogust ka sel juhul, kui arvestada ainult



Süsinikubilanss = sisend (turvasubstraadi orgaaniline C + seemne C)

- kasvuperioodi C emissioon
- kasvuperioodi C leostumine
- + kasvuperioodil biomassi C

Lehtsalati C bilanss: sisend $3,2 \pm 0,29$ g C

tulemus maapealne biomass 2,16 g C
 maa-alune biomass 1,11 g C
 substraadi jääk 2,12 g C



Brokkoli: sisend $5,9 \pm 0,45$ g C

maa-alune biomass 8,2 g C
 maapealne biomass 60,8 g C

Lillkapsas: sisend $5,9 \pm 0,45$ g C

maa-alune biomass 9,3 g C
 maapealne biomass 46,8 g C

JOONIS 1. Turbasubstraadil kasvatatud salati ning substraadil ettekasvatatud brokkoli ja lillkapsa süsinikubilanss.

Allikas: Autorid

maa-aluse biomassi süsinikku (joonis 1), mis jääb kasvuperioodi lõppedes substraadi sisse. Peamine turvapõhise substraadi lagunemine toimub köögivilja kasvatamisel aeroobselt ega sõltu oluliselt kasvatatavast kultuurist (lehtsalat, brokkoli või lillkapsa taimede ettekasvatamine). Keskmine CO_2 voog on $0,83 \pm 0,18 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ kasvuperioodil, kuid esimesel nädalal võib ulatuda voog üle $2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Metaani emissioon on kontrollitud tingimustes köögivilja kasvatamisel väga madal – $0,06 \pm 0,05 \text{ nmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ – ega muutu oluliselt taimekasvu etappide vältel, vaid varieerub vähesel määral sõltuvalt kastmistsüklist.

Arvestades, et köögivilja kasvatamisel on substraadi kasutusperiood väga lühike – salati puhul 40–50 päeva, kapsa ja brokkoli taimede ettekasvatamisel 30–50 päeva –, on orgaanilise aine lagunemine väga väike ja tegelik kasvuhoonegaaside heite määr sõltub substraadi järelkasvatusest ning sellest, kuidas käideldakse kasvatatud kultuuri saagi kõrval tekkinud biomassi. Sõltuvalt mullast, kasvatatavast kultuurist ja rakendatavast agrotehnikast võib mulla süsinikuvaru isegi suurened.

Konteinertaimede (nt potis salat, maitsetaimed jmt) kasvatamisel ja taimede jaeketis turustamisel on samuti süsinikubilanss kuni tarbimiseni süsinikuneutraalne, kuid edasine sõltub peamiselt tarbijakäitumisest ja jäätmekäitlusest.

Kuna uuring, sh laboratoorsed kor-duskatsed veel kestavad, on järeldused esialgsed ja lõpptulemused avaldatakse uuringu lõpparuandes 2024. aasta suvel.

RINGMAJANDUS

Sarnaselt ülejäänud ELiga on ka Eesti seadnud ressursitõhususe ja ringmajanduse arendamise oma strateegiliseks eesmärgiks (Keskkonnaministeerium 2022), millele ka turvasubstraatide kor-duv kasutamine ning tänu nende kasutamisele tekkiv väetiste ja kastmisvee kokkuhoid vastavad. Euroopa Komisjon on ringmajandust defineerinud kui majandust ja mõtteviisi, mille eesmärk on säilitada toodete ja materjalide väärtust võimalikult kaua. Jäätmeid tekitatakse ja ressursse kasutatakse võimalikult vähe ning kui toode jõuab olelusringi lõppu, kasutatakse seda uue väärtuse loomiseks. Keskkonna valdkonna arengukava raames on loodud

riiklik tegevuskava „Ringmajanduse valge raamat“ (Keskkonnaministeerium 2022), mis seab eesmärgi kasutada ressursse vastutustundlikult, viia jäätmeteke miinimumini, tagada kvaliteetsed andmed olukorra seiramiseks ning luua ringmajandust toetav õigus- ja majanduskeskkond.

Taimehaiguste tõttu on substraatide katmikaladel kasutamine pahasti ajaliselt piiratud. Seetõttu tekib küsimus, mis saab pärast taimekasvatust substraadist edasi. Hetkel istutatakse suurem osa turbasubstraadis ette kasvatatud taimedest aeda, metsa või põllule koos juuri ümbritseva mullapalliga – sel juhul tõstab see mulla-parandajana orgaanilise aine sisaldust mullas, soodustades taimede kasvu.

Taimekasvatajate sõnul on võimalik taimekultuuri vahetades, nt õunapuu ja seejärel ploom, turbasubstraati vahel mitu korda kasutada. Puukoolides kasutatakse taimi suuremasse potti ümber istutades ka kasutatud substraate poti alumistes kihtides, millega see ikkagi aias või aiandis mulda jõuab. Taimekasvatajate hinnangul jääb pärast kasutamist päriselt üle küllaltki väike osa (viis kuni kümme protsenti) kasutatud turbasubstraadist, lisaks kasvuhoonetes välja vahetatavale turbale peamiselt müümata jäänud ja praaktaimede substraat, millega avamaal maapinda tasandatakse.

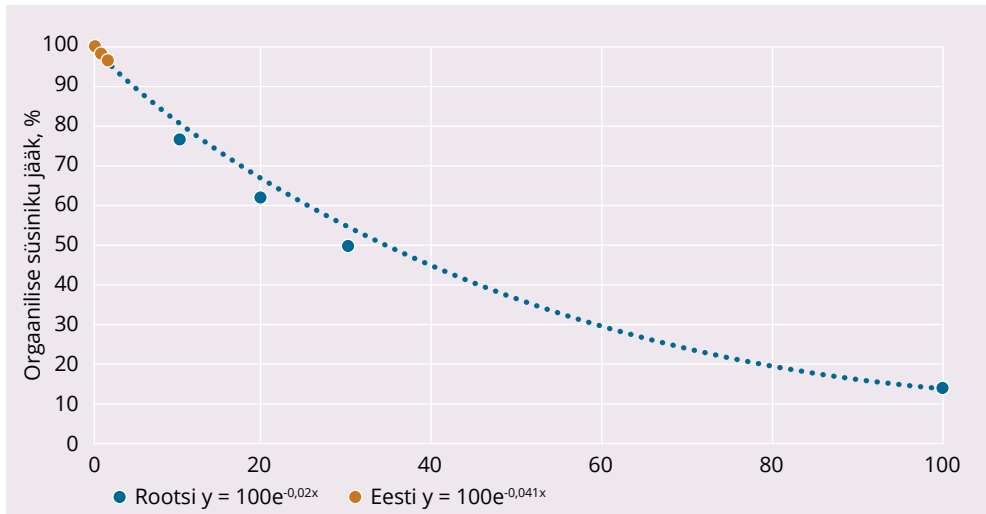
Kokkuvõttes jõuab peaaegu kogu Eestis kasutatud turbasubstraat mulda, kus see jääb mullaparandajana taimede kasvu toetama ja ühtlasi ka muldade süsinikuvaru täiendama.

Turbasubstraatide kliimamõjude hindamisel on oluline mõista, kuidas käitub turbasubstraat pikaajaliselt süsinikuringes. Pikaajalises turbasubstraadi valdavalt mineraalsele põllumullale lisamise katses Kesk-Rootsis, kus kliimaatilised olud on Eestiga sarnased, leiti, et 30-aastase perioodi lõpuks, mille jooksul kasvatati põllul erinevaid kultuure, jäi sinna alles 69 protsenti turbaga lisatud süsinikust (Hyvönen jt 1996). Muude lisatud orgaaniliste lisandite (*organic amendments*), nagu

sõnniku, heina, saepuru ja reoveesette puhul jäi algselt lisatud süsinikust alles oluliselt vähem, üldjuhul alla 30 protsenti.

Mullale lisatud süsiniku ja saadud mõõtmistulemuste põhjal modelleerisid Karhu jt (2012) sama katsepõllu põhjal ka teatud ajahetkel lisatud turbasüsiniku säilumist mullas. Leiti, et ühe aasta järel on säilinud 97 protsenti, kümne aasta järel 77 protsenti, 20 aasta järel 62 protsenti, 30 aasta järel 50 protsenti ja 100 aasta järel 14 protsenti algselt turbaga mullale lisatud süsinikust. Kuigi tulemused sõltuvad nii kliimast, turba omadustest (Waddington jt 2002) kui ka mullast, millele turba-põhist substraati lisatakse, näitavad meie uuringu esimese aasta tulemused Rootsis läbi viidud katsega üldjoontes sarnast orgaanilise aine lagunemise kiirust (joonis 2) metsataimede kasvatamise väljakutel. Esimesel poolaastal on substraadi süsinikukadu kõige kiirem ja toimub peaaegu võrdselt CO₂ emiteerumise ja lahustunud orgaanilise süsiniku kujul leotumise teel. Edaspidi väheneb kiiresti leostumiskadu ja aeglustub ka gaasiline emissioon. Osaliselt hakkab kasvuperioodi keskel süsinikukadu kompenseerima seemikute peenjuurte näol substraati lisanduv orgaaniline aine.

Võrreldes Rootsis läbi viidud katsega on meie uurimisalal Eestis metsaistikute kasvatamise väljakutel esimesel aastal turba lagunemine siiski intensiivsem, sest tegemist on kontrollitud niisutusega väljakutega, mis tagab taimede optimaalse arengu, aga suurendab leostumist. Süsinikukadu on esimesel aastal suurem madala biomassi lisandumisega männi-istikute kasvatamise väljakutel (substraadi süsinikusisalduse kahanemine kahe protsenti võrra) ja väiksem kaseistikute kasvatusalal, kus on küll ruumiline varieeruvus männiistikute alaga sarnane, aga suurema bioproduktiooni ja peenjuurte osakaalu tõttu on aastane mullasüsiniku kadu väiksem. Metsataimede kasvatamisel konteinertaimedena ei ole substraadi orgaanilise süsiniku arvestamine täielikult CO₂ kujul emiteeritavana korrektne,



JOONIS 2. Mullaparandajana või järelkasutusena turvapõhise substraadi mulda viimisel orgaanilise süsiniku lagunemise pikaajaline muutumine Ultuna katseala (Karhu jt 2012) ja Eestis metsataimede kasvatamiseks kasutatud turbasubstraadi näitel.

Allikas: Karhu jt 2012, autorid

kuna taim läheb koos substraadis kasvava juurepalliga mulda ning muutub osaks mulla orgaanilisest ainest. Eriti ekslik on substraadi lagunemist arvestada soomuldadele istutatava metsa korral, sest seal säilib substraat sarnaselt ümbritseva turvas- või turvastunud mullaga.

Avajuursete istikute kasvatamiseks kasutatud substraati on edukalt kasutatud põllumuldade seisundi parandamiseks ning mullastruktuuri ja viljakuse tõstmiseks. Teraviljapõllule laotati järelkasutusena substraati ligikaudse suhtega 300 t/ha väliniiskuse juures. Uuringu käigus võeti mullaproovid nii substraadi laotamisega teraviljapõllult kui selle kõrvalt ilma substraadi laotamisega alalt sama mullakontuuri seest.

Substraadi laotamisega tõusis põllu süsinikusaldus künnikihi 2,2±0,08 protsendi tasemele, samas kui substraadi lisamiseta põlluosal oli künnikihi süsinikusaldus 1,8±0,05 protsenti. Selline 0,4 protsendi ulatuses mulla süsinikusalduse suurendamine võimaldab hektari kohta säilitada ligi 100 000 liitrit sademevett enam ja seeläbi kahandada mulla põuakartlikkust,

suurendada taimede bioproduktiooni ning seeläbi suurema varise ja maa-aluse biomassi (juurestiku) kaudu suurendada mullas pikaajaliselt säiliva orgaanilise süsiniku varu.

Ka ELi mullaseire direktiiv (2023) näeb ette, et liikmesriigid peavad tagama mulla süsinikuvahu säilimise, pidama arvet mulda viidavate lisandite ja hea seisundi üle. Ühtlasi hinnatakse, et sama mulla heasse seisundisse viimine võib suurendada saagikust 2,5–15 protsenti. EL jätab mullaseire direktiiviga liikmesriikidele suhteliselt suure paindlikkuse, mis võimaldab välja selgitada ja rakendada kohalike oludega kõige paremini sobivaid meetmeid ja lähenemisviise. See on äärmiselt oluline, sest mulla seisund, maakasutus, kliimatingimused ja sotsiaalmajanduslikud aspektid võivad erineda nii liikmesriikide vahel kui ka ühe liikmesriigi piirides.

Aiandusturba järelkasutus põllumaadel mullaparandajana on kahtlemata üks meetmetest, mis väärrib suuremat tähelepanu ja täiendavat uurimist nii mullaviljakuse ja niiskuse režiimi parandajana kui ka kliimameetmena.

TURBA ALTERNATIIVID

Turvas on paljude taimekultuuride kasvatamiseks kõige sobivam substraat, kuid turbatootmise kliimamõjude vähendamiseks on viimastel aastakümnetel paralleelselt turbasubstraatide laialdase kasutamisega otsitud turbale alternatiive ning osas riikides ka püütud piirata turbasubstraatide kasutamist hobiaian-duses. **Turba** olulisimateks eelisteks on selle struktuur ja steriilsus: turvas on oma tekke tõttu vaba haigustekitajatest ja kahjuritest ning kontrollitud toodang on ka umbrohusemneteta; madal toitainete sisaldus võimaldab lisada just vastavale taimekultuurile sobivas koguses väetist; rakuline struktuur oma suurte vett ja õhku hoidvate vakuoolidega tagab kõrge veemahutavuse samaaegse suure õhumahuga.

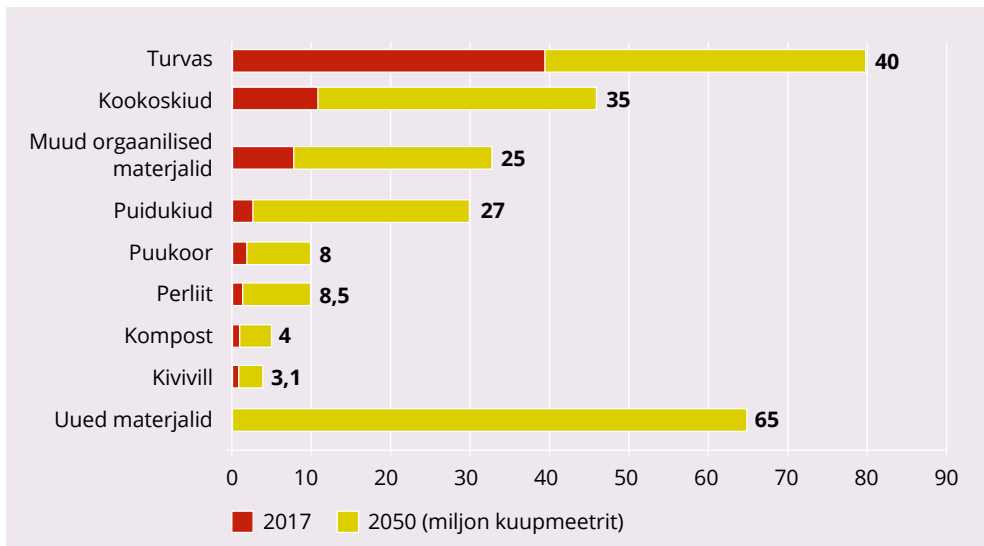
Turbaga kõige sarnasemate omadustega on veel turbaks muutumata **turbasammal**, mille tööstusliku kasvatamise katseid on viimastel aastakümnetel erinevates riikides (eelkõige Saksamaal) tehtud. Uue materjalina piiravad selle tootmist eelkõige aga piisava kogemuse puudumine ning võrreldes materjali vajadusega aeglane juurdekasv, mis turba asendamiseks nõuaks tööstuslikku kasvatamist väga suurtel maa-aladel (substraaditootjate hinnangul oleks nt ainuüksi Saksamaa vajaduste katmiseks vaja turbasammalt kasvatada vähemalt 65 000 hektaril). Selleks sobiksid eelkõige ammendunud turbatootmisalad, kus veetase on maapinna lähedale tõstetud. Paraku on aga samad alad kõige sobilikumad ka looduslähedaste soode taastamiseks.

Samuti kerge, hästi märguva, hea vee- ja õhumahutavusega ning seejuures taastuva materjalina on **kookoskiudu** peetud omadustelt üheks paremaks turba analoogiks kasvusubstraadides. Selle suurimaks miinuseks on aga toorkius sisalduvate, taimedele toksiliste soolade kõrge kontsentratsioon, mille mitmekord-sel väljapesemisel on suur mageveekulu ning kasutatavate kemikaalide tõttu ka

joogiveereostuse oht. Kui loodusliku aine-ringe puhul jõuaks kookoskius sisalduvad toitained (eelkõige K ja Mg) tagasi mulda, siis substraaditootmise korral viiakse toitained vastavatest ökosüsteemidest välja. Lisaks on kookoskiud väga vastuvõt-lik teatud seenhaigustele ning seda tuleb Euroopasse transportida enamasti Indiast ja Kagu-Aasiast. Seejuures on kookoskiu tootmise maht piiratud.

Seoses jäätmete sorteerimise efektiiv-semaks muutumise ja ringmajanduse arenemisega kogu maailmas on biojäätmetest toodetud **kompostil** üha suurem potentsiaal ka kasvusubstraadina kasutamisel. Seejuures sisaldab kompost osaliselt ka ringlusse jõudvat turbapõhist substraati kodumajapidamistes hukkunud toataimede ning potiga soetatud maitsetai-mede ja lehtsalati jääkide kujul. Komposti eelisteks on biojäätmete taaskasutus ning toitainete kõrge sisaldus. Samuti vähendab komposteerimine edukalt patogeensete organismide arvukust substraadis. Samas ei saa kõrge pH ja suure toitainete sisalduse (eelkõige K ja P) tõttu kom-posti üldjuhul puhtal kujul kasutada, vaid seda tuleb segada muu materjali, tavaliselt turbaga; seetõttu on kompost substraadisegudes kasutatav üldiselt suhteliselt väikeses koguses. Vaatamata sellele, et tööstuslik komposteerimine tapab patogeeneid võrdlemisi efektiivselt, säilib kompostis siiski ka taimehaiguste ja kahjurite risk. Võrreldes eelnevatega on komposti mineraalse aine osakaal väga suur ning substraat ise raskem, mõjutades transpordikulusid.

Puukoor on samuti taastuv ressurss ning pikaajaliselt stabiilse ja hästi õhusta-tud struktuuriga, ent vett hoiab halvasti. Puhtal kujul sobib see kasutamiseks epifüütide (nt orhideede) kasvatamisel, kuid teiste taimede substraadisegudesse sobib pigem väikese osakaaluga; liiga suure sisalduse puhul mõjub taimekas-vule halvasti. Taimekultuure ohustavate nematoodide leviku vältimiseks vajab puukoor enne substraadile lisamist ka



JOONIS 3. Üleilmne aastane peamiste kasvusubstraatide kasutamine 2017. aastal ja prognoos 2050. aastaks.

Allikas: Blok jt 2021

täiendavat tööstlust. Sarnaste omadustega on ka puidukiud, mida lisatakse substraatidele õhustatuse suurendamiseks, kuid selle veehoiuvõime on väike ja üldjuhul seda puhtal kujul ei kasutata. Selle suurema osakaalu puhul substraadis on vaja kindlasti lisada toitaineid, eriti lämmastikku.

Perliit on steriilne, ei vaju kokku ega lagune, on korduvkasutatav ning õhustab hästi substraati. Samas ei hoia see hästi vett. Kuna perliidi toormeks on vulkaaniline kivim, ei ole see taastuv ning perliidi tootmine on väga suure energiakuluga.

Sarnaselt kompostiga on ka **kivivill** valdavalt teisest toormest ja kasutuse alguses taimehaigustevara, kuid selle tootmine on väga energiamahukas. Kivivilla ja vesilahuste kasutamine on küll väga efektiivne, sest kõik toitained on taimele kohe omastatavad, kuid nõuab põhjalikke eelteadmisi. Materjali kasutamine kahjustab inimeste hingamisteid ning eeldab seetõttu taimekasvatatelt isikukaitsevahendeid.

Seega on igal substraadi komponendil oma eelised ja puudused nii

kasutusomaduste kui keskkonnamõjude osas. Samuti tuleb arvestada materjalide üldise maksimaalse koguse ja kättesaadavusega maailmas, sest lisaks substraaditööstusele vajavad neid ka teised tööstusharud. Professor Chris Bloki jt (2021) uuringu põhjal võib seniste trendide (inimkonna juurdekasv ja elatusaseme tõus, viljaka põllumaa vähenemine jne) jätkudes kasvada aastane substraatide nõudlus maailmas 2050. aastaks 283 Mm³-ni ehk võrreldes 2017. aasta seisuga (67 Mm³) üle nelja korra (joonis 3). Seejuures kasvab nende prognoosi järgi kasvusubstraatide kasutamine toidutootmises 260 protsenti ja ilutaimede kasvatamisel 490 protsenti.

Enamik kasvusubstraatide võimalikke koostisosi võrdlevate ja kättesaadavust hindavate tööde autorid on jõudnud järeldusele, et praegu ja lähiajal turbale arvestatavat alternatiivi kasvusubstraatide baaskoostisosana ei leidu.

KOKKUVÕTTEKS

Turvas on olnud aiandussektoris aastakümneid üks peamisi kasvusubstrate ja selle roll köögiviljakasvatuses on jätkuvalt väga

oluline. Turba omadusi silmas pidades on sellele raske leida nõudlusele vastavas mahus alternatiivseid materjale. Samas kasvab vajadus kvaliteetse toidu, eriti taimse toidu järele ning kontrollitud tingimustes katmikaladel köögivilja tootmine on üha laienemas.

Eesti kui globaalselt oluline aiandussektori turbaga varustaja on otsimas lahendusi, kuidas leida optimaalne tasakaal toidujulgoleku tagamiseks vajaliku toorme pakkumise ning kliimaeesmärkide ja ka laiemalt keskkonna säilitamise vahel. Selleks on algatatud uuringud, et kvantifitseerida aiandusturba ja substraadi tootmisega seonduvad kasvuhoonegaaside vood ja leida lahendusi ringmajanduse põhimõtete juurutamise kaudu keskkonnajalajälje kahandamiseks.

Eesti turvast kasutatakse tänapäeval

peamiselt aiandussektoris (96 protsenti toodangust on erineva töötlusastmega aiandusturbad) ning sellest 92 protsenti läheb ekspordiks. See toob omakorda kaasa küsimuse, kas substraadi kasutamise kaasnep kasvuhoonegaaside heitme arvestus peaks käima tootja või tarbija juures. Samuti on vajalik täpsemalt hinnata substraadi kasutamisega kaasnevaid tegelikke kasvuhoonegaaside vooge.

Meie uuringu esmased tulemused näitavad, et oluline osa substraadis leiduvast süsinikust on siiski võimalik talletada pikaajaliselt mullas huumusena, kui järelkasutuse raames kasutatakse substraati mullaparandajana. Eesti aiandussektoris on sedalaadi praktika laialt levinud ja see annab aluse muuta senist substraadist pärit kasvuhoonegaaside heitme arvutamise meetodikat.

KASUTATUD ALLIKAD

- BLOK, C., EVELEENS, B., VAN WINKEL, A., 2021. Growing media for food and quality of life in the period 2020–2050. – Acta Horticulturae 1305, 341–355. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1305.46.
- Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv mullaseire ja mulla vastupidavuse kohta (mullaseire direktiiv), 2023. Brüssel 5.7.2023, COM(2023) 416 final.2023/0232(COD). – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023PC0416&qid=1698236460558>
- Ernst & Young Baltic, 2022. Eesti turbasektori sotsiaalmajandusliku mõju analüüs. Juuni 2022.
- HYVÖNEN, R., AGREN, G. I., ANDREN, O., 1996. Modelling Long-Term Carbon and Nitrogen Dynamics in an Arable Soil Receiving Organic Matter. – Ecological Applications, 6 (4), 1345–1354.
- IPCC, 2006. Chapter 7: Wetlands. Vol. 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. – https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_07_Ch7_Wetlands.pdf
- KARHU, K., GÄRDENÄS, A. I., HEIKKINEN, J., VANHALA, P., TUOMI, M., LISKI, J., 2012. Impacts of organic amendments on carbon stocks of an agricultural soil – Comparison of model-simulations to measurements. – Geoderma 189–190, 606–616. DOI:10.1016/j.geoderma.2012.06.007.
- Keskonnaministeerium ja keskkonnaamet, 2022. Ringmajanduse valge raamat.
- Maaeluministeerium. 2020. Arengukava „Eesti põllumajandus ja toit 2030“.
- MORTLER, M., 2023. Report on ensuring food security and long-term resilience of the EU agriculture (2022/2183(INI)). Committee on Agriculture and Rural Development (approved). A9-0185/2023.
- ORRU, M., 1992. Eesti turbavaru. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- PAAL, J., LEIBAK, E., 2013. Eesti soode seisund ja kaitstus. Regio, Tartu.
- VALGEPEA, M., RAUDSAAR, M., KARU, H., SUURSILD, E., PÄRT, E., SIMS, A., KAUER, K., ASTOVER, A., MAASIK, M., VAASA, A., KAIMRE, P., 2021. Maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse sektori sidumusvõimekuse analüüs kuni aastani 2050. Keskkonnaagentuur, Eesti Maaülikool. 164 lk. DOI: 10.15159/eds.rep.21.01.
- WADDINGTON, J. M., WARNER, K. D. AND KENNEDY, G. W., 2002. Cutover peatlands: a persistent source of atmospheric CO₂. – Global Biogeochemical Cycles 16 (1). DOI: 10.1029/2001GB001398.