



INNOVATSIOONIKLASTRI TOETUSE INNOVATSIOONITEGEVUSE LÕPPARUANNE

1. Elluviidud innovatsioonitegevuse kirjeldus¹

Innovatsioonitegevus „Leheanalüüside ekspressmeetodi väljatöötamine aianduskultuuridele 2“

Innovatsioonitegevus viidi läbi 01.01.2019- 31.08.2023

Aruande koostajad: Priit Põldma, Ulvi Moor, Tõnu Tõnutare

Innovatsioonitegevuse eesmärgid

Eesmärgiks oli välja töötada kiire ja lihtne ning samas usaldusväärne leheanalüüside teostamise meetod kapsa, söögisibula, söögipeedi, porgandi, aed-õunapuu ja mustsõstra lehtede toiteelementide sisalduse määramiseks ning täiendada aedsalati erinevate sordirühmade andmebaasi.

Katsete meetodika

Leheanalüüside ekspressmeetod on kultuuripõhine ning iga konkreetse aiakultuuri lehtedes toiteelementide määramiseks peab sama proovi analüüsima paralleelselt traditsiooniliste meetoditega. Fluorestsents-spektroskoopiaal põhineva määramismeetodi abil määrati kultuuripõhiselt makrotoiteelementide (P, K, Ca, Mg) ja olulisemate mikroelementide (Zn, Fe, Mn, Cu) sisaldused lehtedest. Lämmastiksisalduse määramiseks kasutati lähi-infrapuna spektromeetrit.

Õunapuude leheproove koguti kuuest erinevast tootmisistandikust, Polli aiandusuringute keskuse sordikollektsioonist ning mitmetest eraaedadest. Aastatel 2019 – 2022 koguti 192 õunapuu leheproovi. Sortidest olid esindatud 'Suislepp', 'Sügisjoonik', 'Liivi kuldrenett', 'Krameri tuviõun', 'Pärnu tuviõun', 'Antei', 'Talvenauding', 'Veteran', 'Tellissaare', 'Krista', 'Katre', 'Liivika', 'Auksis', 'Sputnik', 'Karamba', 'Closter', 'Siidam', 'Karksi renett', 'Samo', 'Kuma', 'Lembitu', 'Zarja Alatau', 'Koit', 'Kaimo', 'Sinap Orlovski', 'Orlik', 'Ligol', 'Dace' ja 'Alesja'. Kuna õunakasvatajate jaoks on väetamisel kõige suurem probleem õunte varustamine vajaliku kaltsiumiga, siis võeti kõige enam proove sordist 'Antei', mille säilituskaod on eelkõige seotud kaltsiumipuuduse laikude tekkega (Joonis 1). Leheproovid koguti juulikuus viljunud oksa viimase aasta võrse keskosast (Joonis 2). Igalt võrselt võeti 1-2 lehte, üks proov koosnes 100 lehest.



Joonis 1. Kaltsiumipuuduse laikudega 'Antei' õun. Foto: U. Moor



Joonis 2. Leheanalüüsideks korjati viljunud oksa viimase aasta kasvu keskosast 2-3 väljaarenenud lehte ilma rootsuta. Foto: U. Moor

Mustsõstra lehtede proove koguti erineva tootjate istandustest ning Polli aiandusuringute keskuse katseistandikest. Kokku koguti 80 proovi. Köögiviljade leheanalüüside tarbeks on leheproove kogutud enamasti Lõuna-Eesti tootmispõldudelt nii tava- kui ka mahetootmise tingimustest ning EMÜ Rõhu katsejaama köögiviljade katse- ja esitlusalaalt. Kapsataimede lehtedest koguti 138 proovi valge peakapsa, lillkapsa,

spargelkapsa ning lehtkapsa erinevatelt sortidelt. Iga proovi jaoks koguti 20 -25 taimelt noorim täielikult väljaarenenud leht, millelt eemaldati enne kuivama panemist jämedam leheroo osa, jättes alles ainult lehelaba osa.

Porgandiproove koguti lisaks Rõhu katsejaamale veel 3 tootja põldudelt kokku 67 ja söögipeedi puhul koguti 30 proovi. Porgandi ja söögipeedi leheproovideks koguti taimedelt 25 – 30 täielikult väljaarenenud noort lehte ilma lehevarreta. Söögisibula puhul koguti kokku 55 proovi ja igas proovis oli 30 täispikkuses noort lehte.

Aedsalati andmebaasi täienduseks koguti lisaks 65 proovi ning neid saadi projekti lõpuks kokku 200. Salati leheanalüüsiks koguti proove AS Grüne Fee Eesti kasvuhoonetes kasvatatavatest lehtsalati ja jääsalati 'Frillice' taimedelt. Samuti võeti proove mõnede Eesti väiketootjate kasvuhoonetes kasvanud salatitest. Salatikultuuride puhul koguti kas üksikuid lehti vähemalt 25 taimelt või nooremate taimede puhul kogu maapealne osa. Arvestati, et ühes proovis on vähemalt 100 g värsket materjali.

Lehed kuivatati sundventilatsiooniga kuivatuskapis 60°C juures ja jahvatati veskiga Cemotec (Tecator). Nn traditsioonilisel meetodil makroelementide määramine teostati kuni 2021. aastani EMÜ Taimebiokeemia laboris ja alates 2021. aastast EMÜ PKI mullateaduse laboris. P ja Mg määrati spektromeetriliselt kasutades seadet FIAStar (Tecator) ning K ja Ca leekfotomeetriliselt (Sherwood). Zn, Fe ja Mn üldsisaldused lehtedes määrati aatomemissioonspektromeetriga MP4100 (Agilent). Paralleelselt määrati samadest jahvatatud leheproovidest lämmastikuisaldus lähi-infrapuna (inglise k. near-infrared, edaspidi NIR) seadmega ja P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn ja Cu määrati EDXRF röntgenspektromeetriga NEXQC+ (Rigaku).

Traditsioonilisel meetodil määratud ja NIR- ning EDXRF röntgenspektromeetri spetsiifilise röntgenkiirguse intensiivsusparameetrite vahelise seose tugevust hinnati lineaarse korrelatsioonanalüüsi abil. Seejärel hinnati lineaarse regressioonanalüüsi mudeli abil ekspressmeetodil määratud intensiivsusparameetrite hajuvust võrreldes traditsioonilisel meetodil määratud mineraalelementide sisaldusega ning arvutati regressioonivõrrandi kaudu prognoositav mineraalelementide sisaldus.

Tulemused

Lehtede lämmastikuisalduse määramise tulemused lähi -infrapunaspektromeetriga

Lähi- infrapunaspektromeeter (NIR) osutus lämmastikuisalduse määramiseks väga usaldusväärseks kõikide kultuuride puhul (Joonis 3). Mustõstralehtede puhul oli korrelatsioonikordaja $r=0,980$, õunapuulehtede puhul $r=0,913$, kapsalehtede puhul $r=0,983$, porgandilehtede puhul $r=0,947$, söögipeedi lehtede puhul $r=0,918$, sibulalehtede puhul $r=0,970$ ja salatilehtede puhul $r=0,926$. Innovatsiooniklastri projekti esimeses etapis salatilehtede analüüsimisel saadi oluliselt nõrgem seos, $r=0,789$. Põhjuseks oli see, et varasemalt lisati salatite andmebaasi ka spinat ning rukola, kuid teises etapis neid kultuure enam andmebaasi ei arvestatud. Seega oli ka salatikultuuride lehtede varieeruvus väiksem.

NIR-spektromeeter näitas õunapuu lehtede lämmastikuisaldust veidi kõrgemana kui Kjeldahli meetodil tehtud analüüs; kõikide proovide keskmine oli vastavalt 2,69 ja 2,32%. Lämmastikuisaldus varieerus NIR seadme tulemustes 1,15 – 3,59% vahemikus ning Kjeldahli meetodil 1,38 – 3,65%. Soovituslik lämmastikuisaldus õunapuulehtedes võiks olla 2 – 2,8%.

Mustsõstra lehtede puhul oli NIR ja Kjeldahli meetodil määratud lämmastiku sisaldus praktiliselt sama: keskmised vastavalt 2,47% ja 2,44%. Lämmastikuisaldus varieerus mustsõstralehtedes 1,54 – 3,37% vahemikus. Kapsalehtede lämmastikuisaldus varieerus Kjeldahli meetodil analüüsides 1,68 ja 7,05% vahel ning NIR seadmega määratuna 1,99 ja 6,45% vahel. Optimaalseks vahemikuks loetakse kapsaste lehtedes 2,5 – 4,5% N.

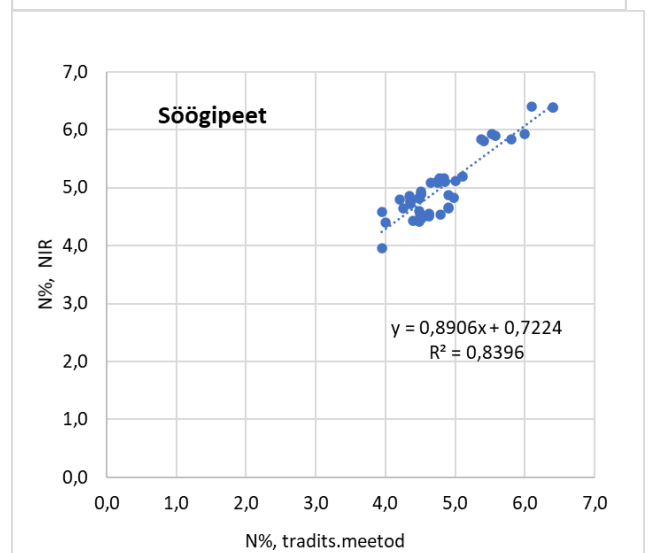
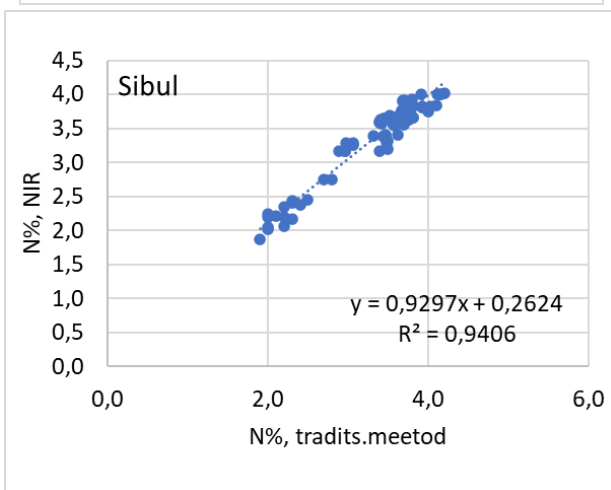
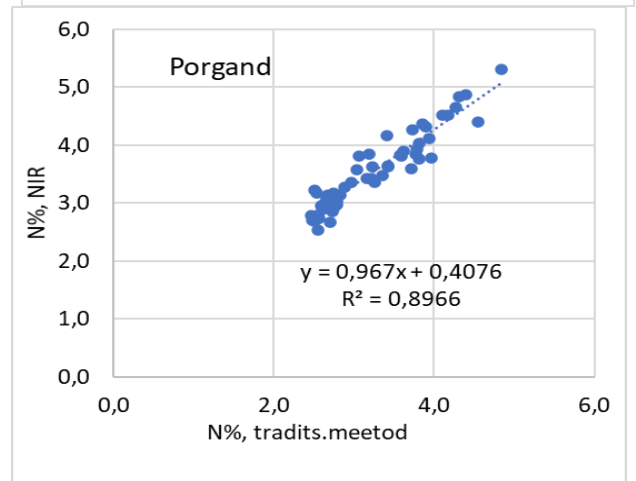
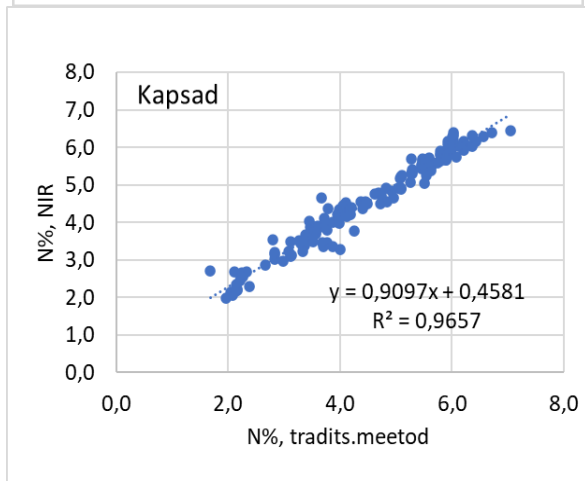
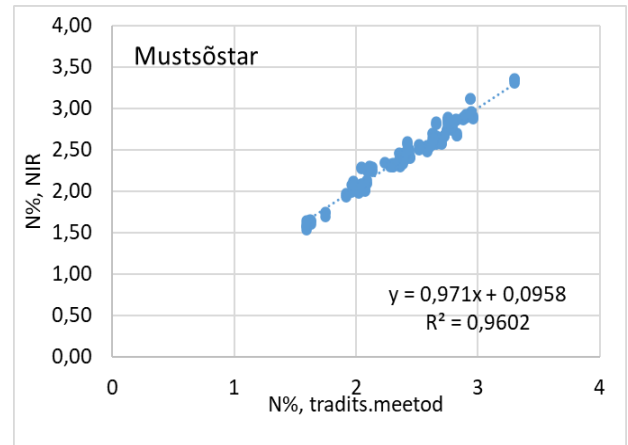
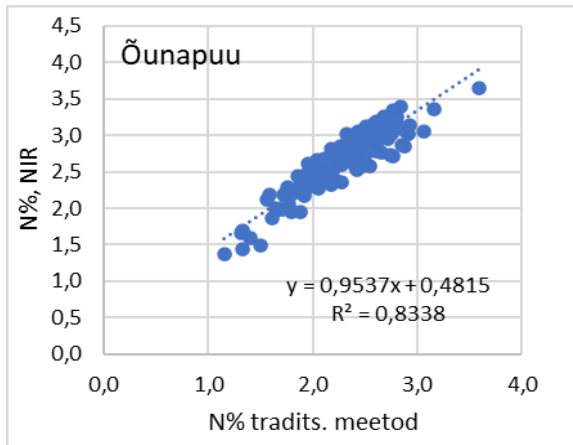
Porgandilehtede puhul oli keskmine lämmastikuisaldus lehtedes traditsioonilisel meetodil mõõdetuna pisut madalam: 3,2% ja NIR seadmega määratuna 3,5%. Porgandilehtede lämmastikuisaldus varieerus Kjeldahli meetodil analüüsides vahemikus 2,5 -4,8% ja NIR seadmega määratuna vahemikus 2,5 -5,3%.

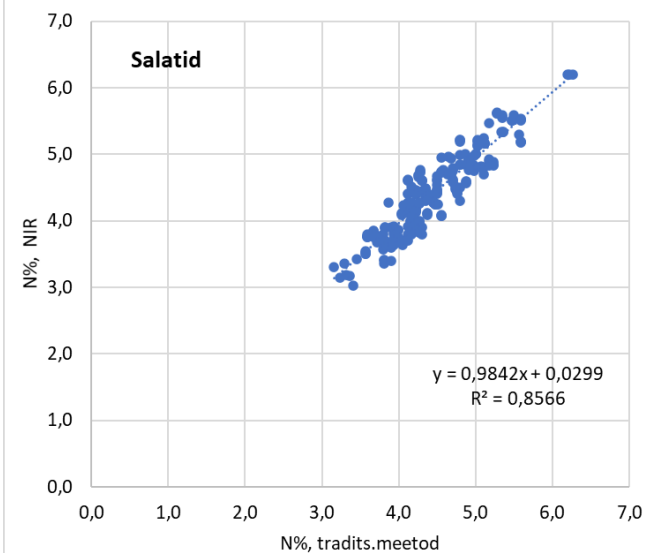
Sibulalehtede puhul olid NIR ja Kjeldahli meetodil määratud lämmastiku keskmised sisaldused samad: 3,4%. Lämmastikuisaldus varieerus Kjeldahli meetodil analüüsides vahemikus 1,90 – 4,20% ja NIR seadmega määratuna vahemikus 1,87 – 4,02%.

Peedilehtede puhul oli keskmine lämmastikuisaldus lehtedes traditsioonilisel meetodil mõõdetuna pisut madalam: 4,8% ja NIR seadmega määratuna 5,0%. Mõõdetud miinimum- ja maksimumsisaldused olid aga mõlema meetodi puhul täpselt samad: 3,95 ja 6,40%.

Salatilehtede puhul olid NIR ja Kjeldahli meetodil määratud lämmastiku keskmised sisaldused peaaegu samad:

vastavalt 4,46 ja 4,42%. Lämmastikusisaldus varieerus Kjeldahli meetodil analüüsidest vahemikus 3,16 – 6,26% ja NIR seadmega määratuna vahemikus 3,02 – 6,20%.

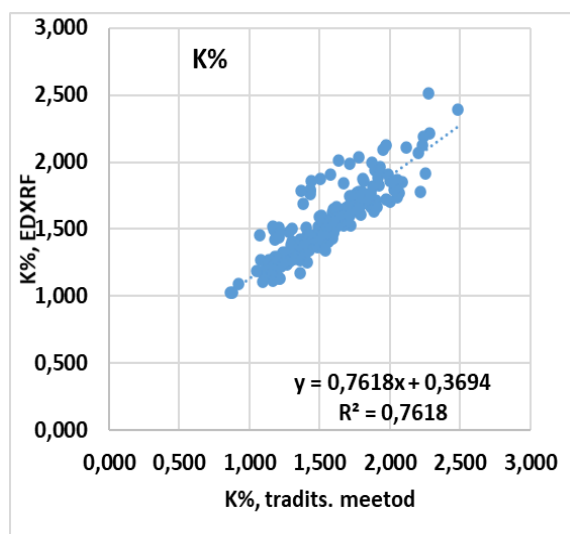
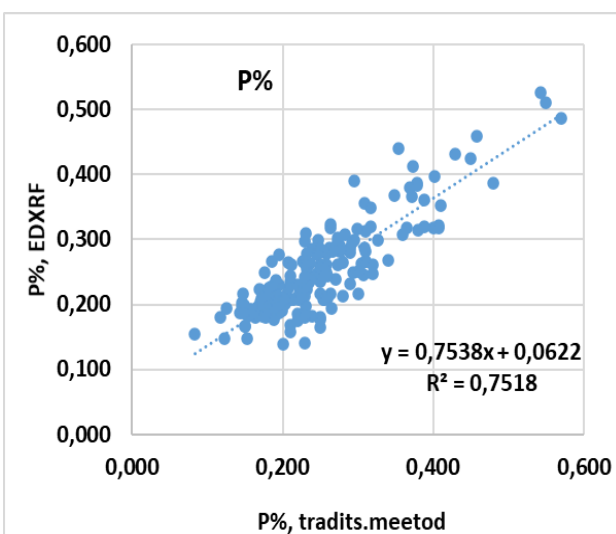


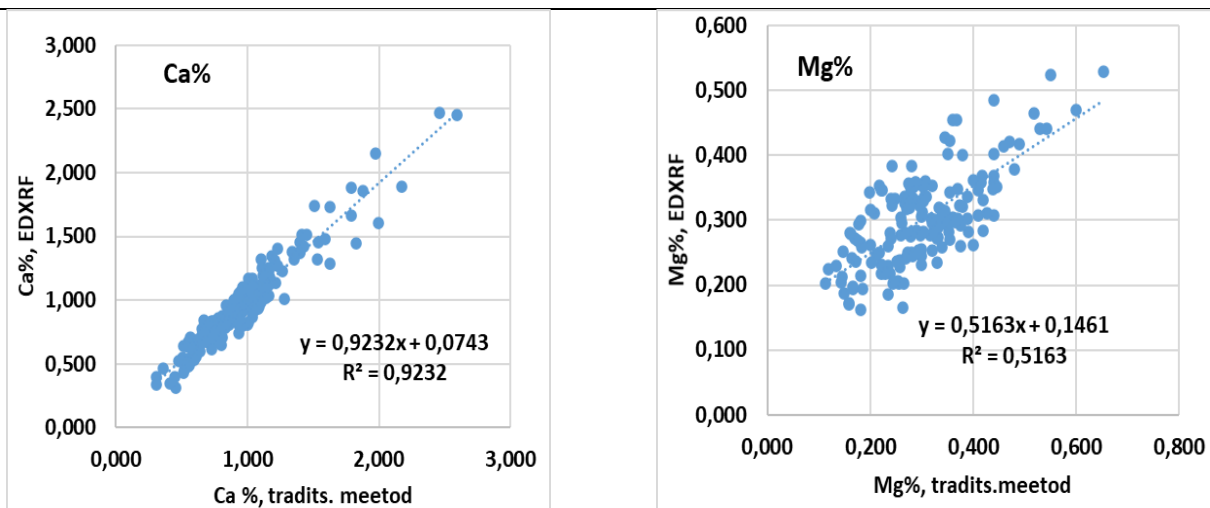


Joonis 3. Õunapuu-, mustsõstra-, kapsa-, porgandi-, sögisibula-, söögipeedi- ja salatilehtede lämmastiksisalduse hajuvusdiagrammid lähi- infrapunaspiktromeetriga (NIR) ja traditsioonilisel meetodil (Kjeldahl) määratuna.

Õunapuulehtede peamiste makro- ja mikroelementide määramise tulemused EDXRF röntgenspektromeetriga

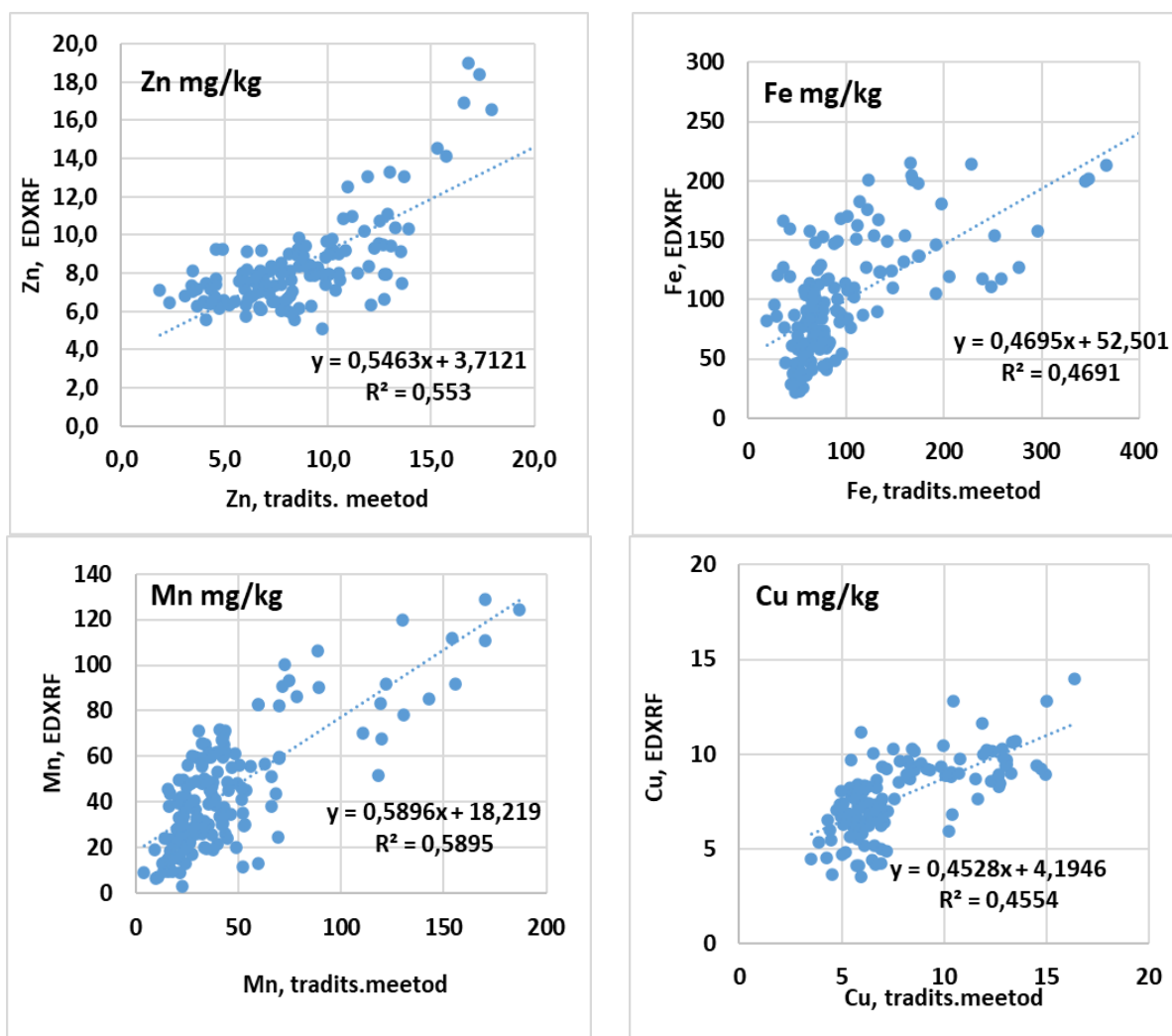
Õunapuu lehtede puhul olid EDXRF röntgenspektromeetriga mõõdetud makroelementidest kõige tugevamad seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega kaaliumi ja kaltsiumi puhul (joonis 4). Korrelatsioonikordaja (r) oli Ca-sisalduse puhul 0,961 ja K- sisalduse puhul 0,873. Kaltsiumipuudus on õunapuude puhul sageli esinev probleem ja rikub kõige enam õunte kvaliteeti. Kadri Hirno magistritöös selgus, et õunapuulehtede kaltsiumi- ja magneesiumisisaldusel oli viljadel avalduva kaltsiumipuuduse häirega oluline negatiivne seos: mida suurem oli kaltsiumi ja magneesiumi sisaldus lehtedes, seda vähem esines kaltsiumipuudust õuntes, korrelatsioonikordajad vastavalt -0,5945 ja -0,6273. Seega on lehtede kaltsiumisisalduse määramine üks oluline võtte kaltsiumipuudusele vastuvõtlike viljade hilisema kvaliteedi ennustamiseks. Fosforisisalduse korrelatsioonikordaja oli 0,867 ja Mg-sisalduse $r = 0,719$.





Joonis 4. Õunapuulehtede fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

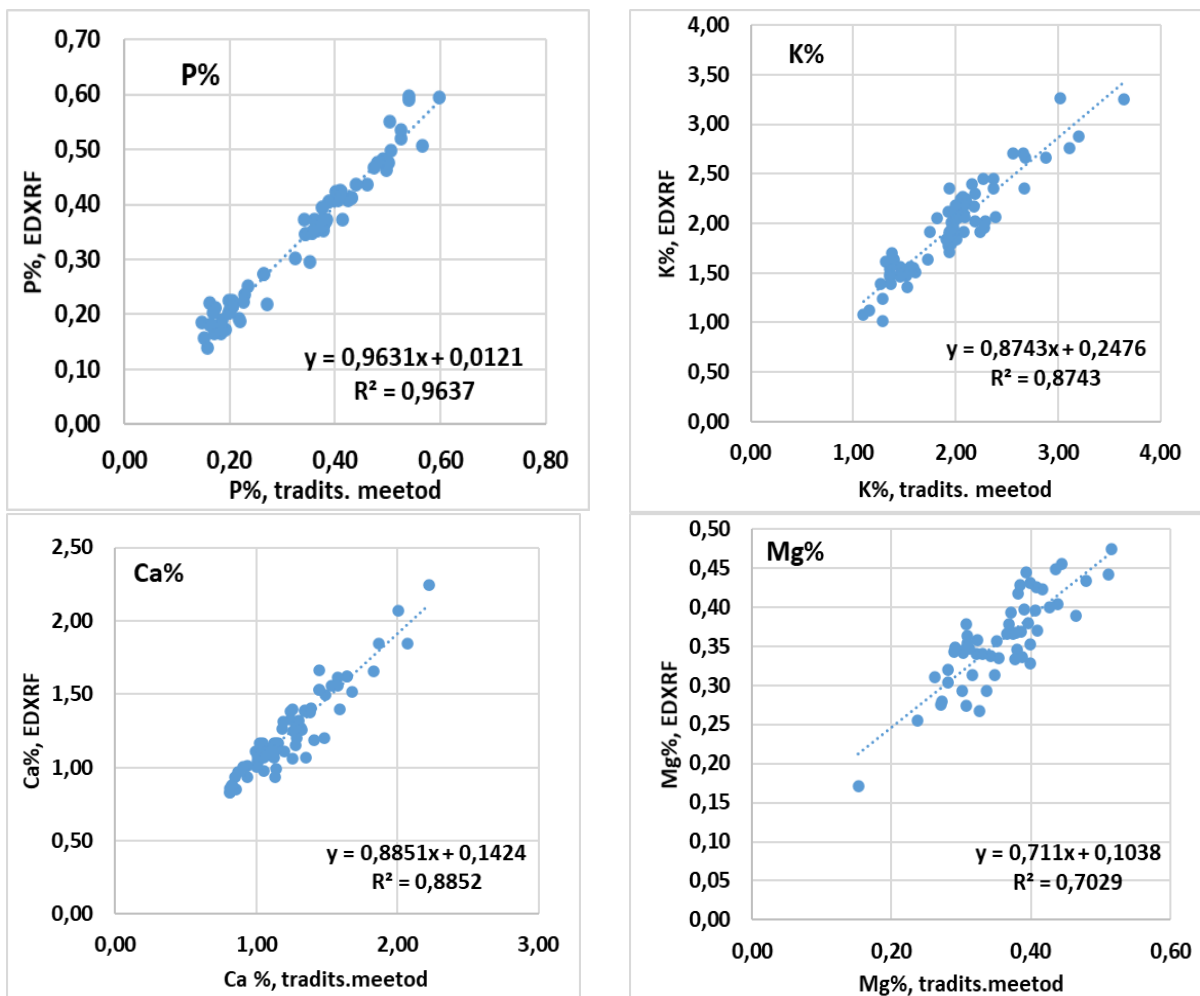
Mikroelementidest olid kõige tugevamad seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega Mn puhul ($r = 0,768$) ja Zn puhul ($r = 0,744$) (joonis 5). Fe ja Cu puhul olid seosed mõnevõrra nõrgemad (r - väärtused vastavalt 0,685 ja 0,675).



Joonis 5. Õunapuulehtede tsingi-, raua-, mangaani- ja vasesisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

Mustsõstra lehtede peamiste makro- ja mikroelementide määramise tulemused EDXRF röntgenspektromeetriga

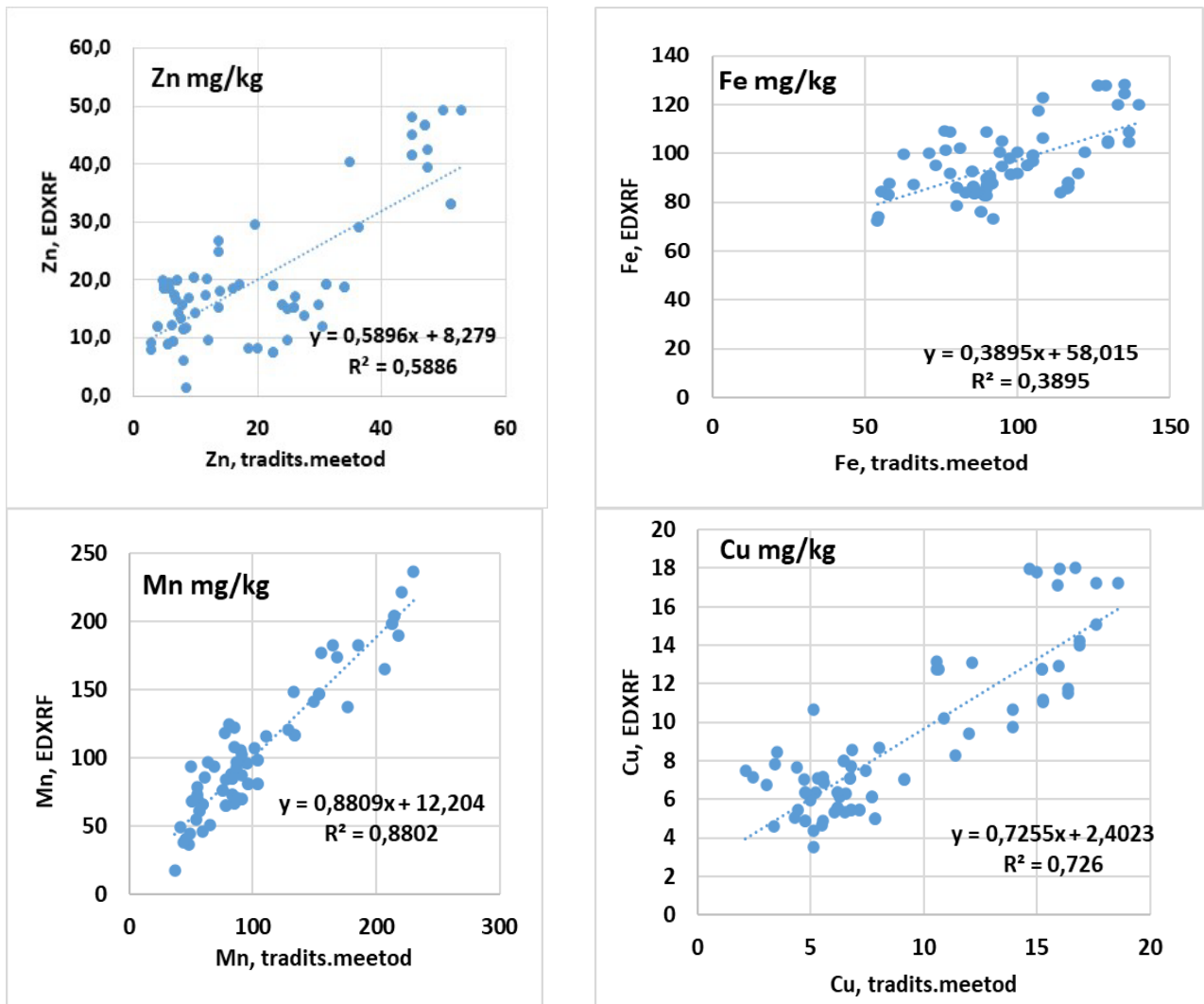
Mustsõstra lehtede puhul olid EDXRF röntgenspektromeetriga mõõdetud makroelementidest kõige tugevamad seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega fosfori-, kaaliumi ja kaltsiumi puhul (joonis 6). Korrelatsioonikordaja (r) oli P-sisalduse puhul 0,982, Ca- sisalduse puhul 0,941 ja K-sisalduse puhul 0,935. Magneesiumisisalduse korrelatsioonikordaja oli 0,853.



Joonis 6. Mustsõstra lehtede fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

Mikroelementide puhul olid seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega oluliselt kehvemad, välja

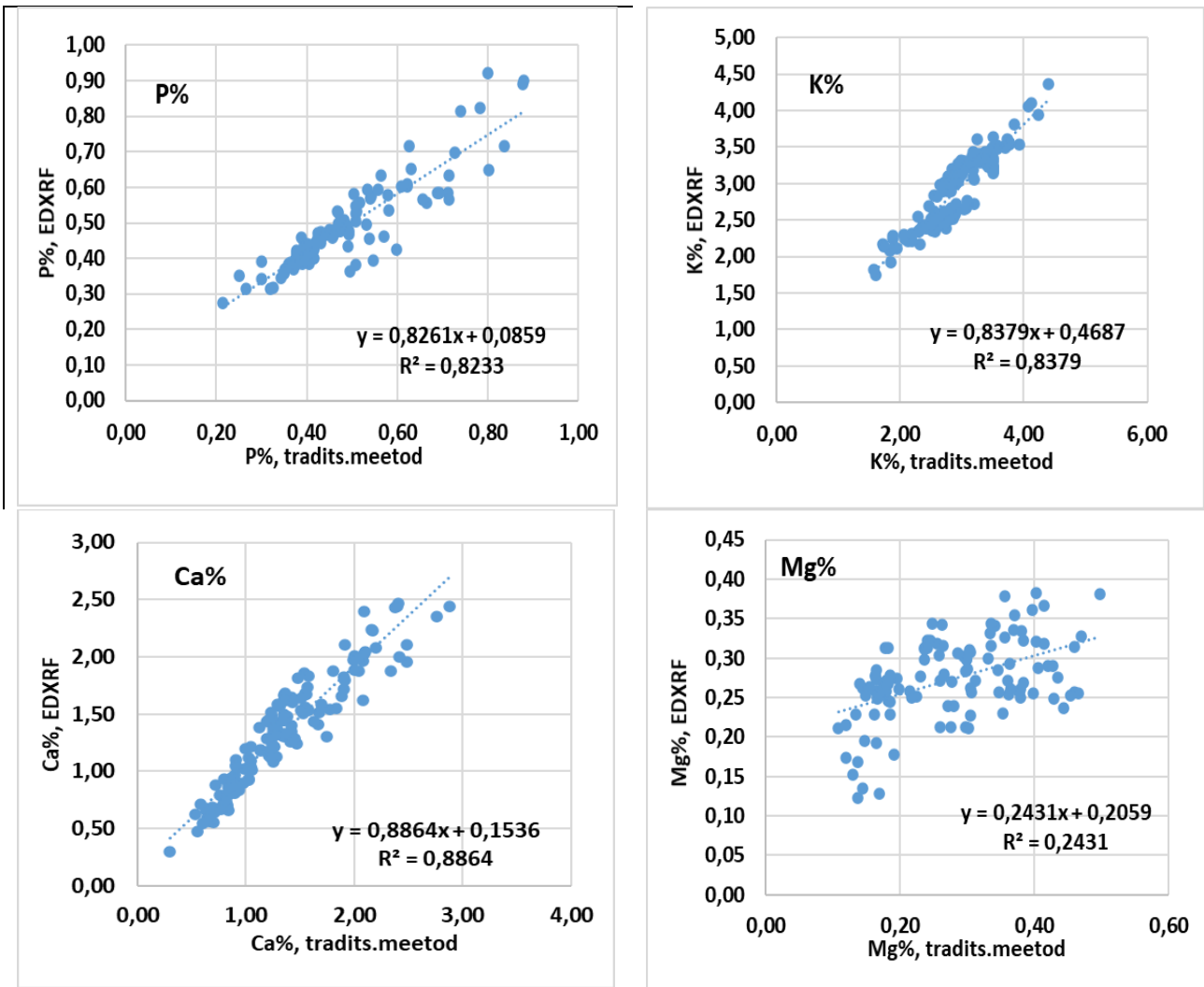
arvatud Mn puhul ($r = 0,938$) (joonis 7). Mustsõstra lehtede vase sisalduse puhul olid kahe meetodi korrelatsioonikoefitsient $r = 0,852$, tsingi puhul $r = 0,767$ ja raua puhul $r = 0,624$.



Joonis 7. Mustsõstra lehtede tsingi-, raua-, mangaani- ja vasesisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetria ja traditsioonilistel meetoditel määratuna

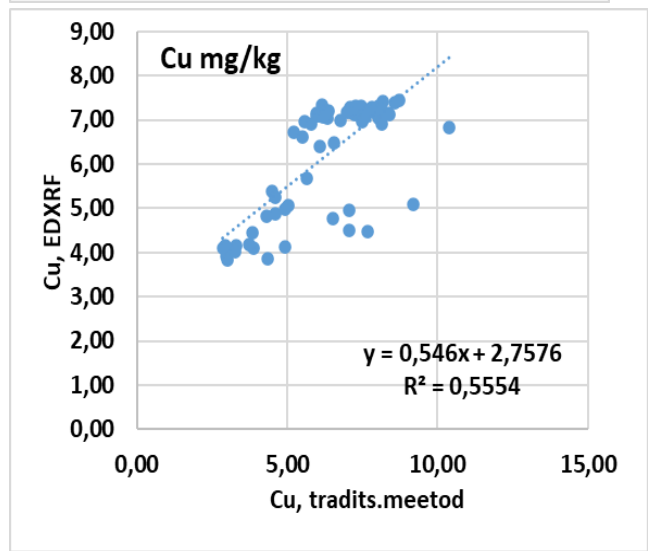
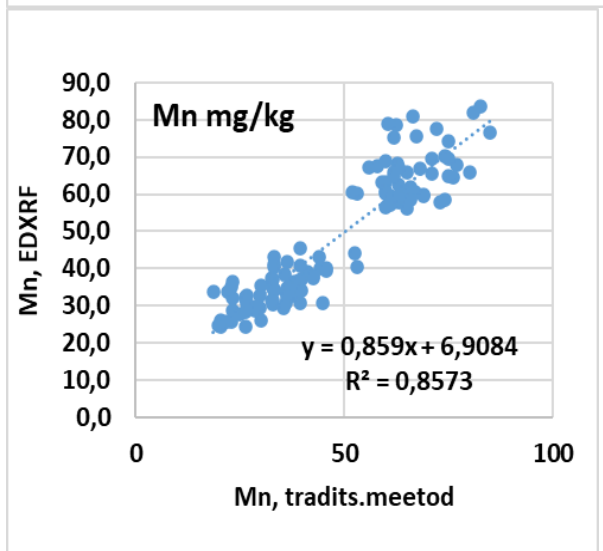
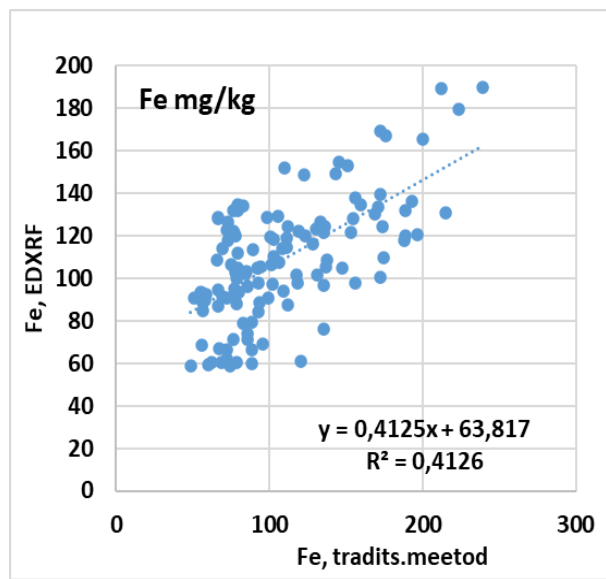
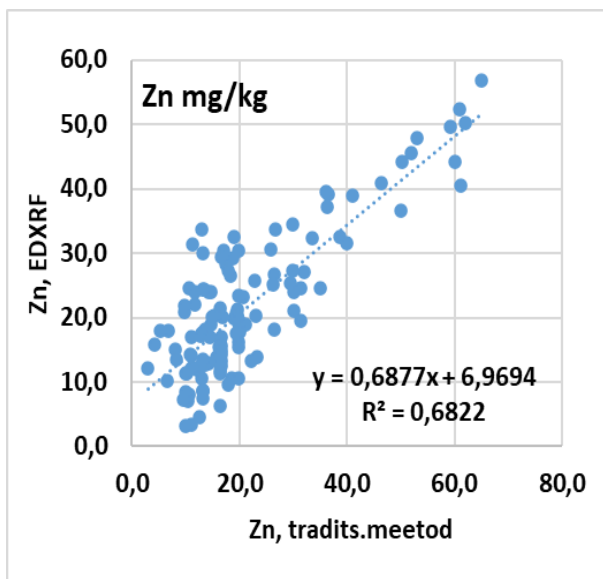
Kapsalehtede peamiste makro- ja mikroelementide määramise tulemused EDXRF röntgenspektromeetriga

Kapsalehtede puhul olid EDXRF röntgenspektromeetriga mõõdetud makroelementidest kõige tugevamad seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega kaltsiumi ja kaaliumi puhul (joonis 8). Korrelatsioonikordaja (r) oli Ca-sisalduse puhul 0,941 ja K- sisalduse puhul 0,915. Fosforisisalduse korrelatsioonikordaja oli 0,907. Seega sobib EDXRF röntgenspektromeeter kapsaste P, K ja Ca-sisalduse määramiseks. Kahjuks ei olnud aga traditsioonilisel ja uudsel meetodil määratud Mg-sisalduste vahel tugevat seost ($r=0,493$).



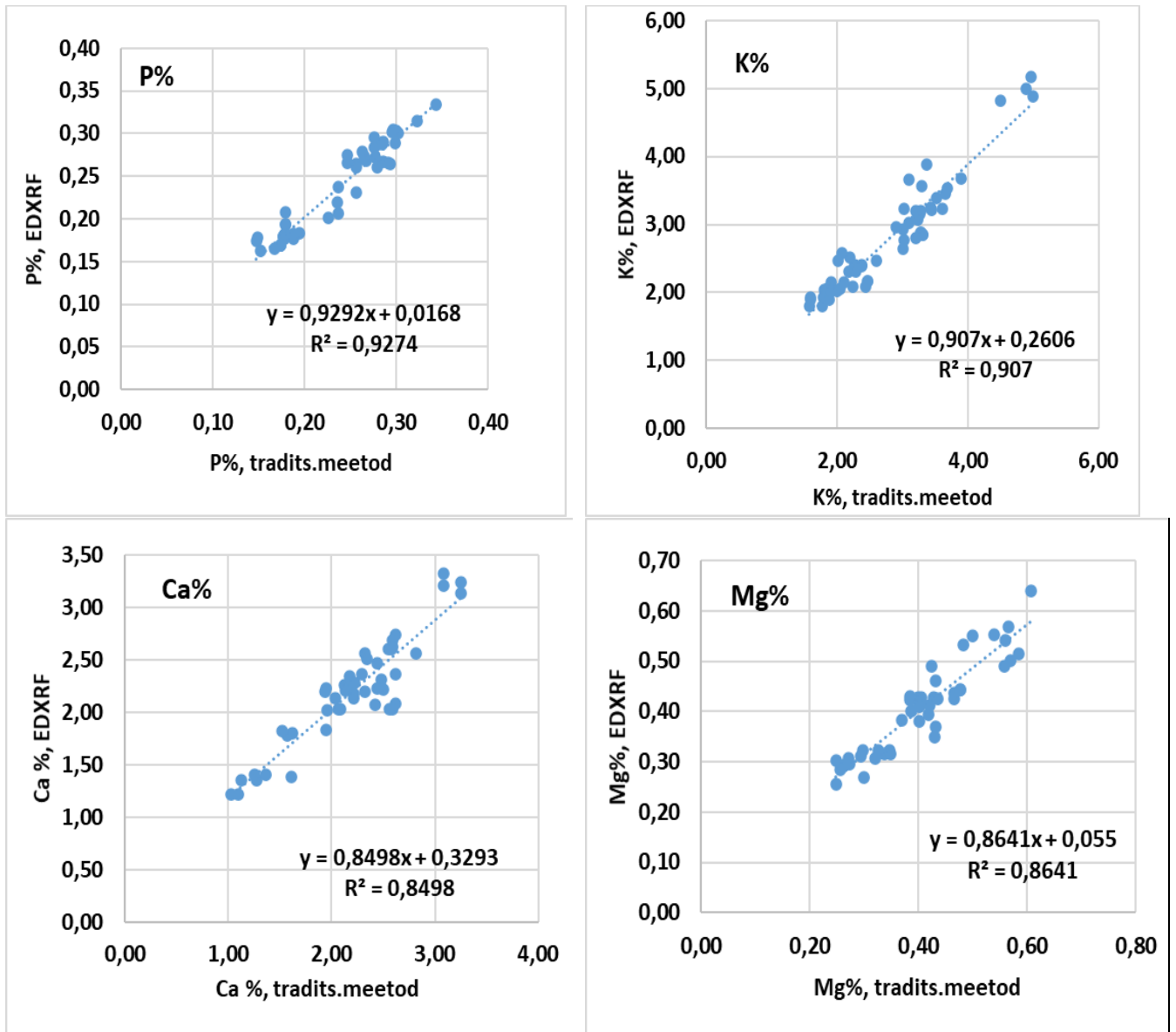
Joonis 8. Kapsalehtede fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

Mikroelementidest olid kõige tugevamad seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega Mn puhul ($r=0,926$ ja Zn puhul ($r=0,826$) (joonis 9). Fe ja Cu puhul olid seosed mõnevõrra nõrgemad (r - väärtused vastavalt 0,642 ja 0,745).



Joonis 9. Kapsalehtede tsingi-, raua-, mangaani- ja vasesisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna

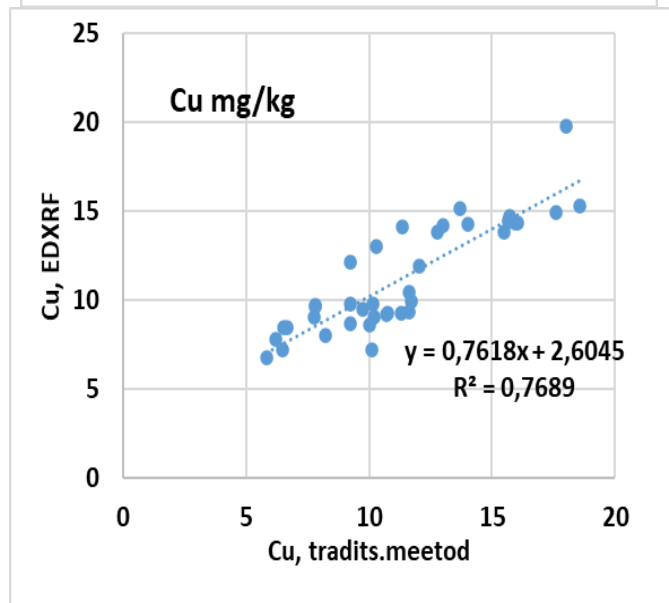
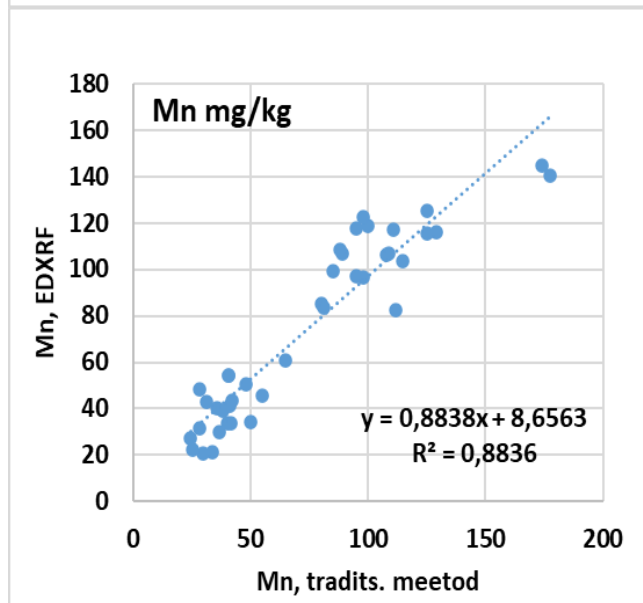
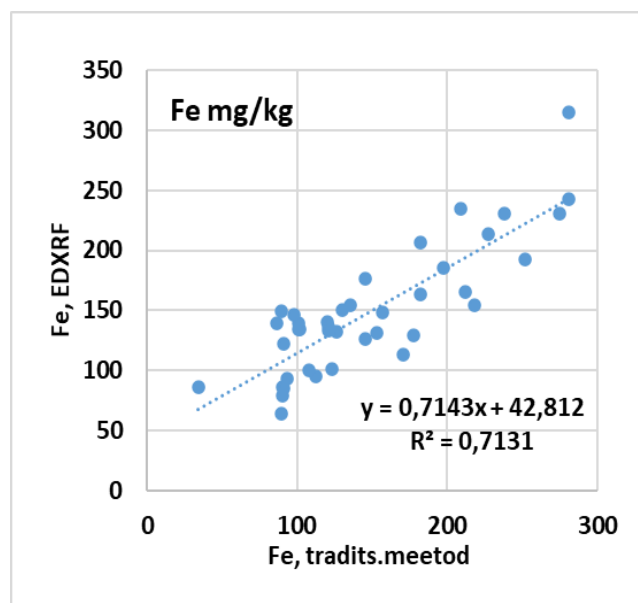
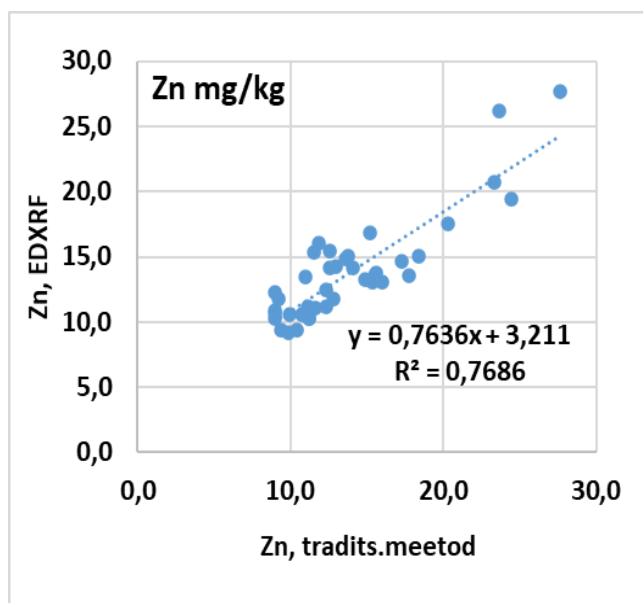
Porgandilehtede puhul osutusid EDXRF röntgenspektromeetriga mõõdetud tulemused usaldusväärseks nii primaarsete kui sekundaarsete makroelementide puhul (kõikide puhul olid r väärtused üle 0,9) (joonis 10). Varasemad uuringud mujal maailmas on näidanud, et madal K, Ca ja Mg sisaldus on seotud madala saagikusega.



Joonis 10. Porgandilehtede fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

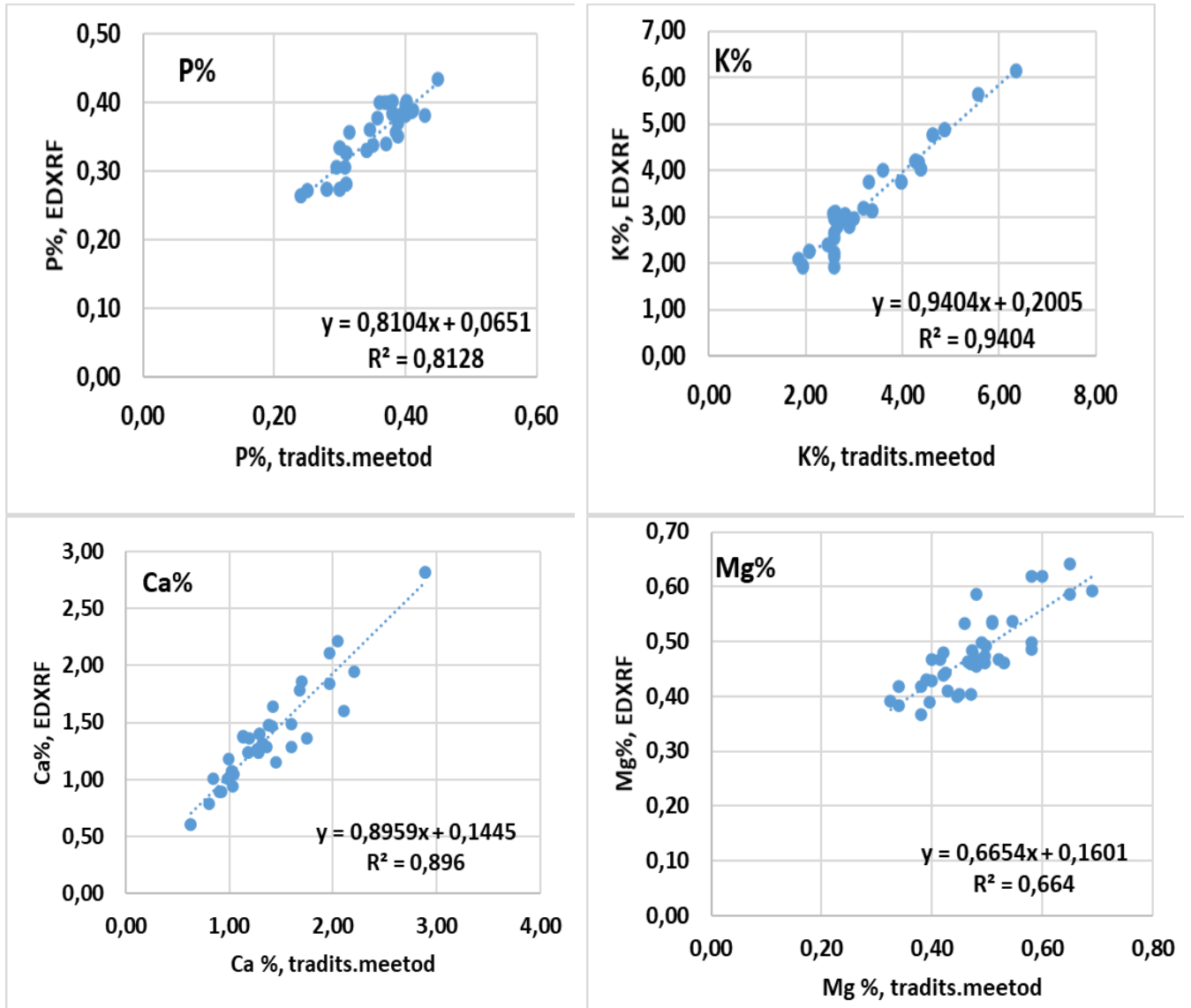
Mikroelementidest olid kõige tugevamad seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega Mn puhul ($r = 0,940$), kõikide teiste määratud mikroelementide puhul jäi korrelatsioonikordaja r väärtus 0,8 ja 0,9 vahele (joonis 11). Mujal maailmas tehtud uuringutest on selgunud, et porganditel on mangaanipuudus sage nähtus ja

võib mõjutada ka saagikust.



Joonis 11. Porgandilehtede tsingi-, raua-, mangaani- ja vasesisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna

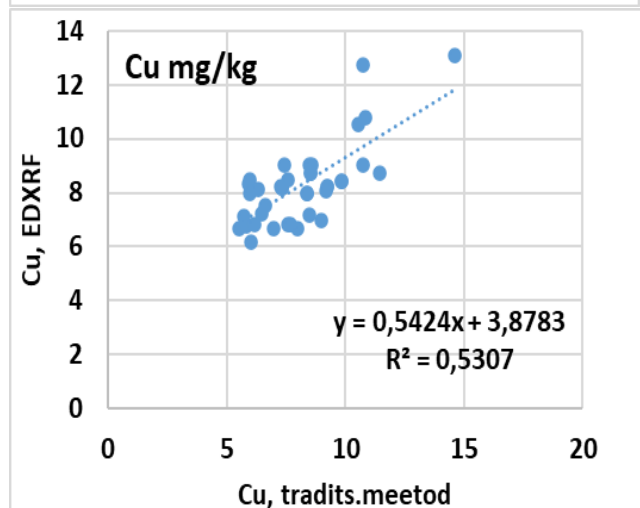
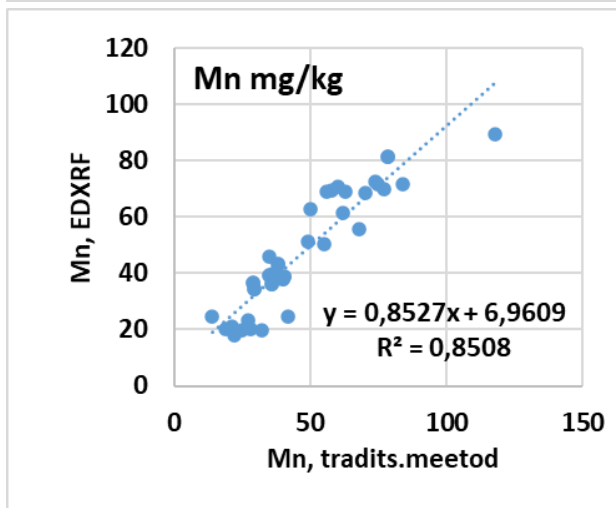
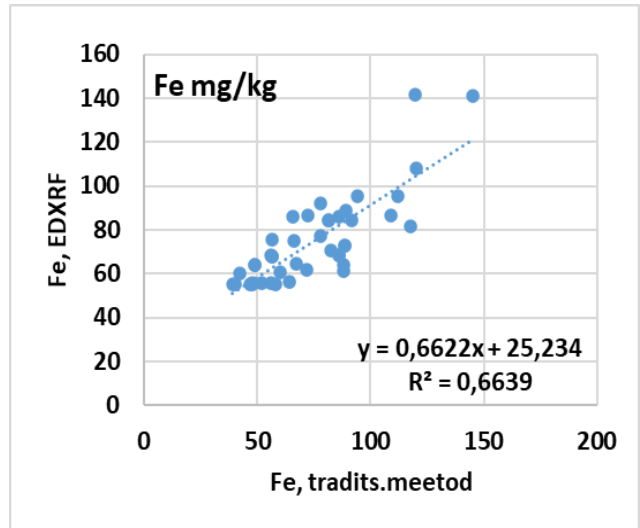
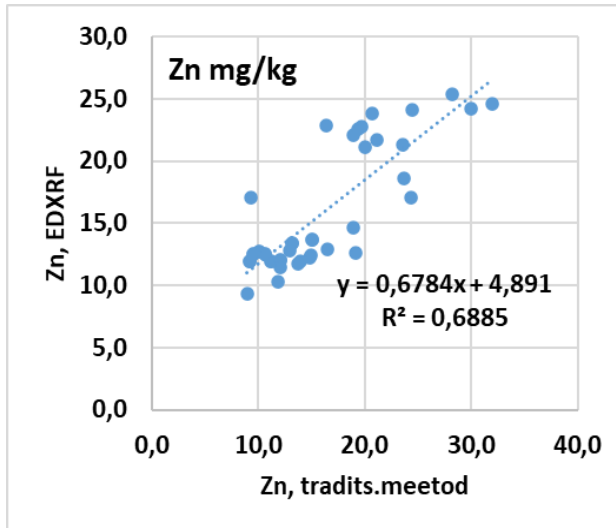
Söögisibula lehtede puhul osutusid EDXRF röntgenspektromeetriga mõõdetud tulemused makroelementidest väga usaldusväärseks kaaliumi, kaltsiumi ja fosfori puhul (r - väärtused vastavalt 0,970, 0,947 ja 0,902). Magneesiumisisalduse puhul oli korrelatsioon pisut nõrgem ($r=0,815$) (joonis 12).



Joonis 12. Söögisibula lehtede fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

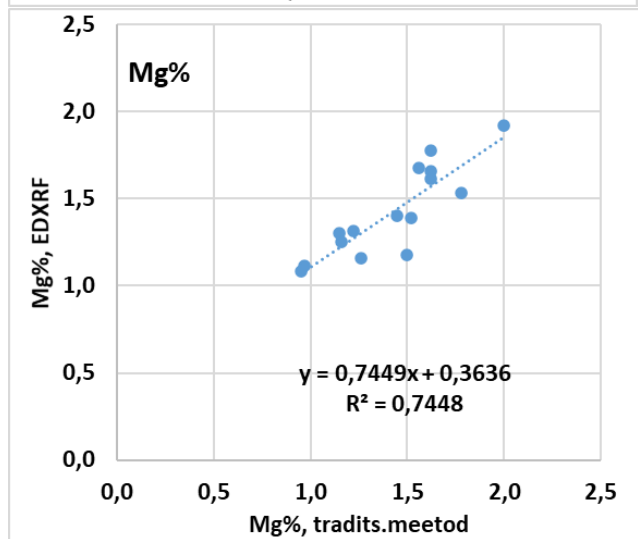
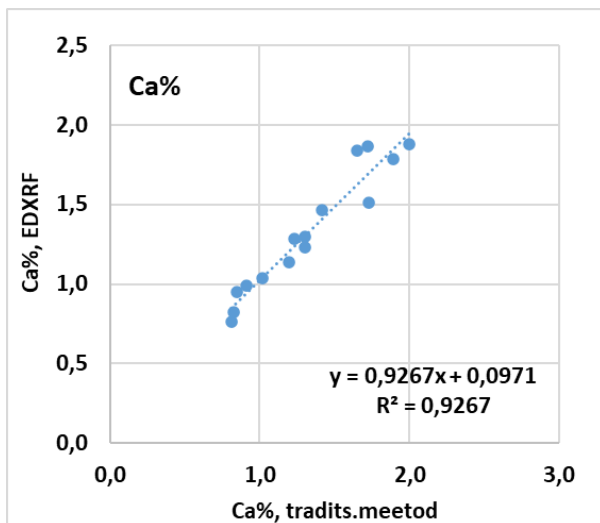
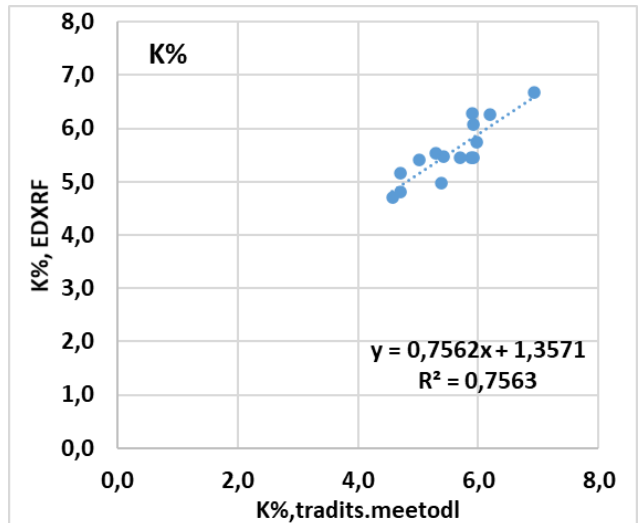
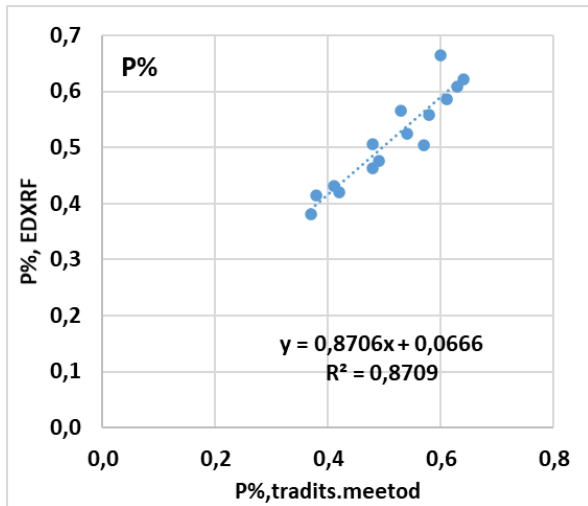
Sarnaselt eelmiste kultuuridega oli ka sibulalehtede puhul uudsel meetodil mõõdetud mangaanisalduse tulemus kõige usaldusväärsem ($r= 0,922$). Mikroelementidest oli kahel meetodil määratud sisalduste vahel tugev

seos veel Zn puhul ($r=0,830$) ja Fe puhul ($r=0,815$). Vase määramisel oli seos mõnevõrra nõrgem ($r=0,729$).



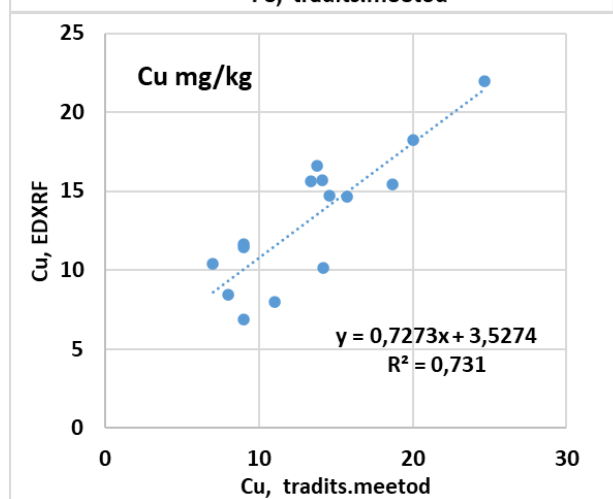
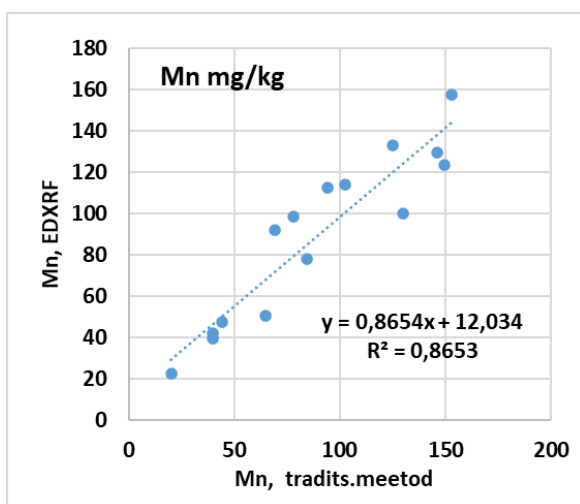
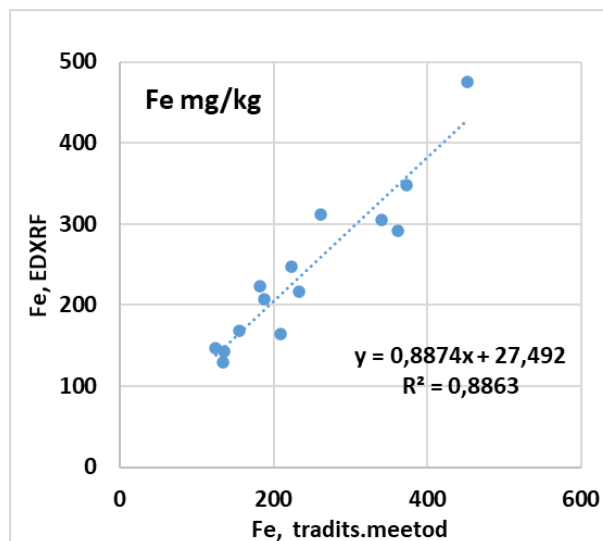
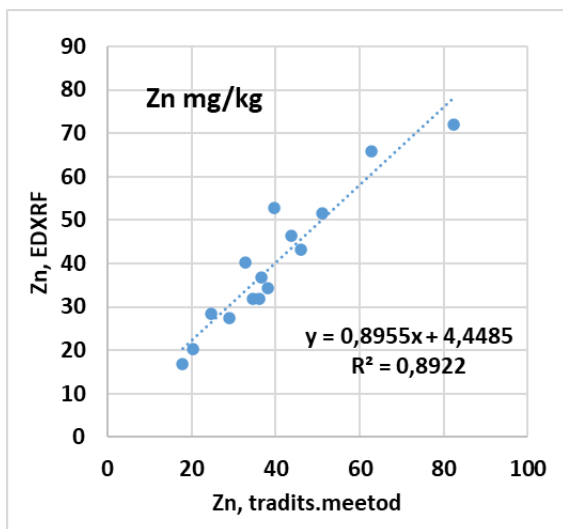
Joonis 13. Söögisibula lehtede tsingi-, raua-, mangaani- ja vasesisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna

Söögipeedi lehtede puhul olid EDXRF röntgenspektromeetriga mõõdetud makroelementidest kõige tugevamad seosed traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega kaltsiumi ja fosfori puhul (joonis 14). Korrelatsioonikordaja (r) oli Ca-sisalduse puhul 0,963 ja P- sisalduse puhul 0,933. Kaaliumisisalduse korrelatsioonikordaja oli 0,870 ja Mg-sisalduse puhul 0,863. Seega sobib EDXRF röntgenspektromeeter ka söögipeedi P, K, Ca ja Mg-sisalduse määramiseks.



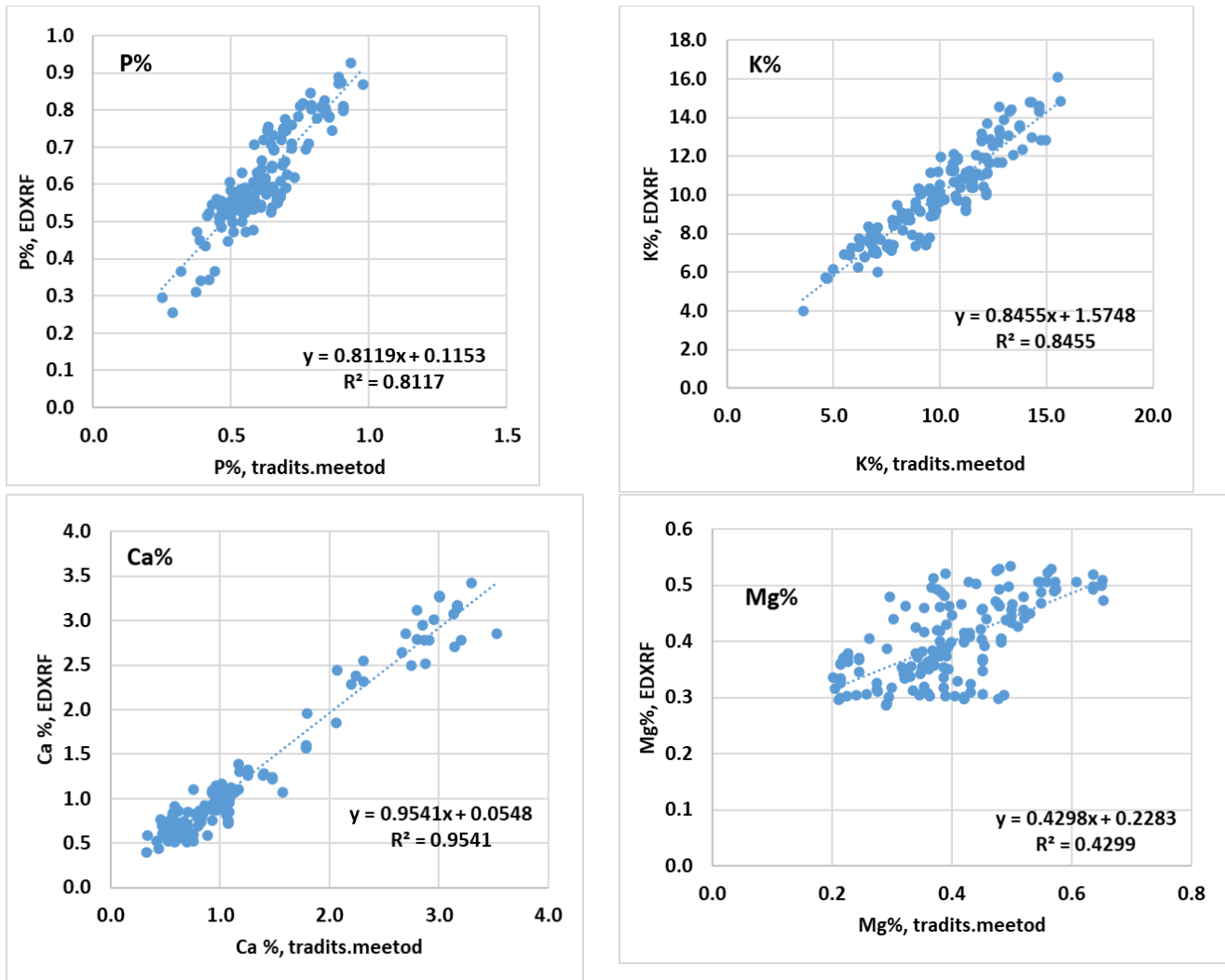
Joonis 14. Söögipeedi lehtede fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

Mikroelementide puhul oli tugev seos traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisaldustega tsingi, raua ja mangaanisisalduste puhul (Joonis 15). Korrelatsioonikoefitsiendid olid kahe meetodi vahel vastavalt 0,944, 0,941 ja 0,930. Vase määramisel oli seos mõnevõrra nõrgem ($r=0,855$).



Joonis 15. Söögipeedi lehtede tsingi-, raua-, mangaani- ja vasesisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna

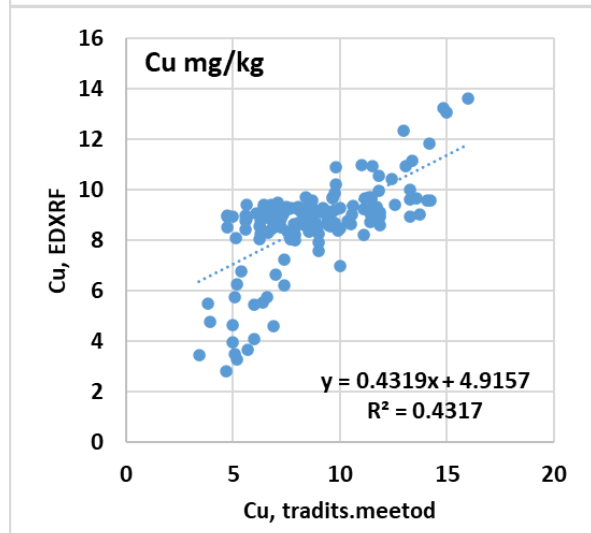
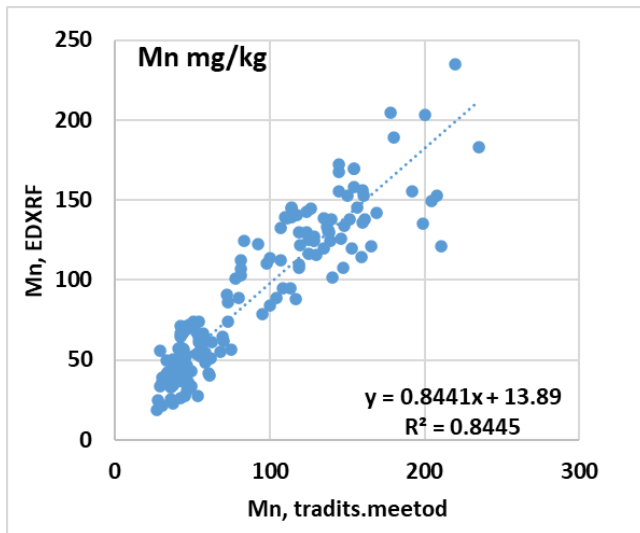
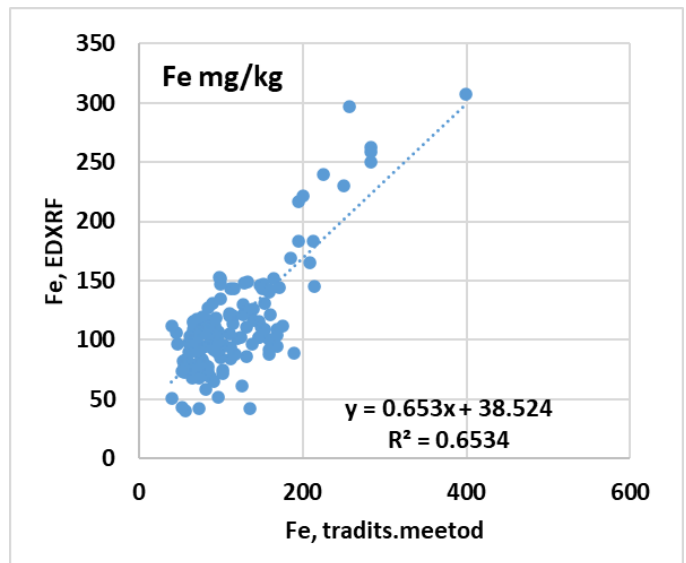
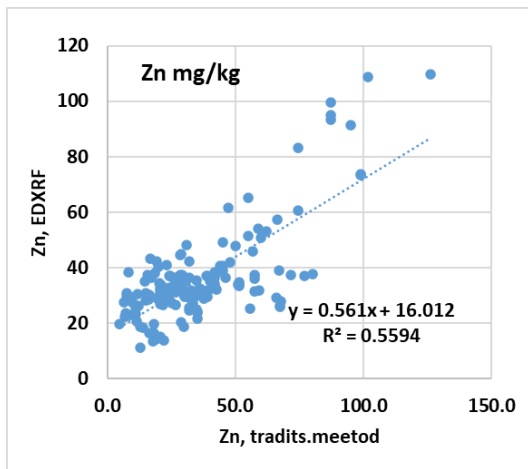
Innovatsiooniklastri esimeses etapis läbi viidud analüüsid salatikultuuridega andsid üsna varieeruvad tulemused nii makro- ja mikroelementide sisalduste võrdluses. Seetõttu otsustati ka andmebaasi täiendada. EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilisel meetodil mõõdetud makroelementide sisalduste vahel esines väga tugev seos kaltsiumi puhul ($r = 0,975$), fosfori ja kaaliumisisalduse puhul (P: $r = 0,901$ ja K: $r = 0,920$). Magneesiumi puhul paranes erinevate meetodite vaheline seos, kuid jäi siiski oluliselt nõrgemaks (korrelatsioonikordaja $r = 0,656$; esimeses etapis $r = 0,516$).



Joonis 16. Salati lehtede fosfori-, kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna.

Mikroelementidest oli ekspresmeetodil ja traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisalduste vahel väga tugev positiivne seos mangaani puhul ($r = 0,919$) (joonis 17). Fe- ja Zn- sisalduse puhul oli ekspresmeetodil ja traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisalduste vahel tugev seos (Zn puhul $r = 0,748$ ja Fe puhul $r = 0,808$).

Vasesisalduse puhul paranes erinevate meetodite vaheline seos oluliselt, kuid jäi siiski oluliselt nõrgemaks (2023: $r=0,657$; 2021 a. oli $r=0,365$).



Joonis 17. Salati lehtede tsingi-, raua-, mangaani- ja vasesisalduse hajuvusdiagrammid EDXRF röntgenspektromeetriga ja traditsioonilistel meetoditel määratuna

Kokkuvõte

Projekti eesmärgiks oli välja töötada kiire ja lihtne ning samas usaldusväärne leheanalüüside teostamise meetod erineva lehe ehitusega aianduslikele kultuuridele. Kõikide kultuuride ja elementide lõikes ei olnud seosed

ekspressmeetodil ja traditsioonilisel meetodil mõõdetud sisalduste vahel ühtviisi tugevad.

1. Lämmastiksisalduse määramiseks sobib NIR-spektromeeter kõigi uuritud aiakultuuride puhul väga hästi.
2. Õunapuulehtede puhul saab EDXRF spektromeetriga tehtud ekspresanalüüsi piisava usaldusväärsusega kasutada eelkõige kaltsiumi, kaaliumi ja fosfori määramiseks. Kuna lehtede kaltsiumipuudus on seotud hiljem viljades tekkiva kaltsiumipuudusega, mis võib oluliselt rikkuda viljade kvaliteeti, siis ongi kaltsiumisisalduse määramine õunapuulehtedes kõige kriitilisem.
3. Mustsõstra lehtede puhul näitas korrelatsioonikordaja r usaldusväärset tulemust kõikide makroelementide puhul, kuid mikroelementidest osutus ekspressmeetod usaldusväärseks vaid Mn puhul.
4. Kapsaste puhul sobib EDXRF spektromeeter P, K, Ca, Mn ja Zn määramiseks, kuid Mg-sisalduse määramisel ei osutunud uus meetod usaldusväärseks.
5. EDXRF osutus usaldusväärseks nii porgandilehtede makro- kui ka ja mikroelementide sisalduse määramiseks.
6. Söögisibula puhul sobib EDXRF spektromeeter P, K, Ca ja Mn määramiseks. Mg, Zn, Fe ja Cu hajuvus oli siiski üsna suur ning nende määramise usaldusväärsus ekspressmeetodil jääb 55-65% piiresse.
7. Söögipeedi lehtede mineraalelementide sisalduse määramiseks on röntgenspektromeeter sobilik.
8. Salatikultuuride puhul on ekspressmeetodit võimalik kasutada P, K, Ca ning Mn määramisel, teiste elementide puhul jääb täpsus väiksemaks.

Idealis loodeti saavutada olukord, kus ekspressmeetodiga määratud toiteelementide sisaldused oleksid võrreldavad hetkel kasutusel olevate meetodite tulemustega, kuid tulemused saaks kahe ööpäeva jooksul, mitte nädalate pärast.

2. Hinnang innovatsioonitegevuse lõppeesmärgi saavutamisele²

Innovatsioonitegevus on plaanipäraselt ellu viidud. Selgunud on elemendid, mida saab EDXRF spektromeetriga piisava usaldusväärsusega määrata. Ekspressmeetod töötab erinevate aianduslike kultuuride puhul edukalt ja ekspressmeetodiga määratud toiteelementide sisaldused on võrreldavad hetkel kasutusel olevate meetodite tulemustega. Ekspressmeetodil on võimalik tulemused saada kahe tööpäeva jooksul alates proovide laborisse toomisest.

Koostöö klatri liikmete Hortitech OÜ, Meriidio OÜ, TÜ Vasula Aed, Verevi Aed OÜ ja Aran PM OÜ sujus igati ladusalt. Leheproove koguti kõigi vastavaid kultuure kasvatavate klatri liikmete juurest. Eraldi võib nimetada koostööd klatri liikmega TÜ Vasula Aed: 2020. aasta suvel viidi klatri liikme õunaaias läbi katse erinevate lehekaudu antavate kaltsiumväetistega ja hiljem jälgiti tootja hoidlas erinevalt väetatud õunte kvaliteeti, et hinnata, kuivõrd saab lehtede kaltsiumisisalduse põhjal ennustada hilisemat kaltsiumipuuduse ilmnemist õuntel.

Ka teised ettevõtted, kellega kontakteeruti leheproovide kogumiseks, võimaldasid lahkesti leheproovide kogumist oma põldudelt või kasvuhoonetest (nt Saaresepa OÜ, Kaidar Kivi Kuusiku talu FIE, Tamo Põld OÜ, Koorti Kartul OÜ jt.).

3. Erinevused kavandatud ja tegelike tulemuste vahel³

Innovatsioonitegevuse läbiviimisel ei esinenud ületamatuid probleeme. Kõik planeeritud tegevused on ellu viidud. Koostati andmebaas õunapuu, musta sõstra, kapsaste, söögisibula, söögipeedi, porgandi, aedsalati leheanalüüside tulemustest N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe ja Cu osas. Algselt plaaniti leheanalüüside ekspressmeetodi väljatöötamine lõpetada 2022. aasta lõpuks, kuid seoses covid-19 pandeemiaga oli EMÜ Taimebiokeemia labor 2020. a kevadel ning novembris-detsembris suletud ja analüüside tegemine viibis.

Algselt planeeriti määrata valge peakapsa ja lillkapsa leheproovid eraldi, kuid töö käigus selgus, et need on otstarbekas liita ühte andmebaasi. Kuna lillkapsa kasvatajaid on Eestis vähe, siis ei oleks piisava arvu leheproovide kogumine tootjate põldudelt olnud võimalik. Seetõttu viidi EMÜ Rõhu katsejaamas läbi lillkapsa ja lehtkapsa sortide esitlus ning seal kasvatatud sortide leheproovid lisati andmebaasi. Söögisibula, porgandi ja söögipeedi andmebaasi tuleks ka tulevikus järjepidevalt täiendada, kuna nende proovide arv on siiski väiksem.

4. Innovatsioonitegevuse tulemuste levitamine ja avalikkuse teavitamine⁴

Innovatsioonitegevuse tulemusi on levitatud nii suuliselt kui kirjalikult.

Aiandustootjatele on projekti tulemusi tutvustatud järgmistel infopäevadel:

- Avamaaköögiviljade keskkonnasõbralik väetamine. 19. november 2019. Tartu
- Keskkonnasõbralik maasika- ja köögiviljakasvatus: efektiivne ja loodushoidlik kastmine ja väetamine“. 5.03.2020. Saaremaa Suure-Tõllu puhkeküla, 6.03.2020. Hiiumaa, Hiiumaa Ametikool; ja veebis 11.04.2022. korraldaja Tartu Põllumeeste Liit
- Esitluspäev: Sibulköögiviljade kasvatustehnoloogiad. 19. august 2020. Aianduse PIP raames
- Konverents ” ‘Innovatsioonitegevused aianduses”. 10.12.2021.
- Esitluspäev: Ristõieliste köögiviljade uued sordid ja kahjustajate seire võimalused. 05.10.2022. korraldaja, Eesti Maaülikool.
- Keskkonnasõbraliku aianduse koolitus. 09.11.2022. Veebis, korraldaja MES.
- Infopäev: Keskkonnasõbralik köögiviljakasvatus: efektiivne ja loodushoidlik kastmine ja väetamine. 29. ja 31.03.2023. ning 20.04.2023. veebis, korraldaja: Tartu Põllumeeste Liit.

Projekti tulemusi on tutvustatud ka EMÜ PKI aianduse ja põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise üliõpilastele õppeainete „Aianduse tehnoloogiad“, „Katmikkultuuride erikursus“ ja „Eriköögiviljandus“ raames.

EMÜ digiarhiivis on kõikidele huvilistele kättesaadavad innovatsioonitegevuse põhjal valminud EMÜ tudengite lõputööd:

- Kersti Sillajõe bakalaureusetöö „Leheanalüüsi ekspressmeetodid köögiviljade toitainelega varustatuse hindamisel.“ 2020. Juhendaja: Priit Põldma.
- Kadri Hirno magistrیتöö: „Lehekaudsete kaltsiumi- ja magneesiumväetiste mõju aed-õunapuu (*Malus domestica* Borkh.) ‘Antei’ lehtede mineraalelementide sisaldusele ja viljade kaltsiumipuudusele.“ 2022. Juhendaja: Ulvi Moor.

Lisaks on hetkel koostamisel üks magistrیتöö (R.Parkman, ‘Lehtkapsa sortide saagikus ja lehtede mineraalelementide sisaldus’) ja üks bakalaureusetöö (E.Trolla, ‘Lillkapsa sortide saagikus ja biokeemiline koostis’). Mõlemad tööd peaksid kaitsmisele tulema 2024 a. kevadel.

Klatri esindaja nimi ja allkiri:	Triin Luksepp, digiallkiri
Kuupäev:	03.10.2024

¹ Esitatakse innovatsioonitegevuse vältel elluviidud tegevuste detailsed kirjeldused ja meetodika. Kirjeldatakse, kuidas on innovatsioonitegevus ellu viidud ning millised on saadud tulemused. Aruandes kirjeldatu peab olema piisav, et hindajal oleks võimalik hinnata innovatsioonitegevuses seatud eesmärgi saavutamist.

² Kirjeldatakse, millised on klatri liikmete ja partnerite panused innovatsioonitegevuse vältel (kuidas on klatri osalejad täitnud oma ülesandeid ja panustanud innovatsioonitegevuse eesmärgi elluviimisesse). Lisaks tuuakse välja, kas tegevuskavas ettenähtud tegevused on ellu viidud plaanipäraselt või on tegevuskava realiseerimisel tekkinud probleeme. Probleemide puhul tuuakse välja, kuidas need on lahendatud ja kas innovatsioonitegevuse eesmärk on kokkuvõttes täidetud.

³ Kui klatri püstitatud eesmärgid ei ole realiseerunud, siis kirjeldatakse detailselt, mis põhjustel on tekkinud erinevused tegevuskavas kavandatud ja tegelike tulemuste vahel.

⁴ Kirjeldatakse, kuidas on innovatsioonitegevuse lõppemisel tulemusi levitatud.

Innovatsioonitegevuste tulemuste levitamine on klatrile kohustuslik. Innovatsioonitegevuse lõppemise korral tuleb selle tulemustest laiemat avalikkust teavitada **esimesel võimalusel**. Tulemusi tuleb levitada nii Eestis kui ka ELis erinevate võrgustike kaudu. Eestis on selleks Maamajanduse Infokeskus ning ELis EIP AGRI Service Point, lisaks on muud tulemuste levitamiste üritused.

Innovatsioonitegevuse kohta peab olema avaldatud vähemalt järgmine teave: 1) innovatsioonitegevuse nimetus; 2) klatri andmed; 3) innovatsioonitegevuse elluvijad ja nende kontaktandmed; 4) lühikokkuvõte, sh eesmärk, eesmärgi saavutamine või mitte saavutamine, tulemus; 5) innovatsioonitegevuse periood; 6) rahastamisallikas; 7) innovatsioonitegevuse koguelarve.