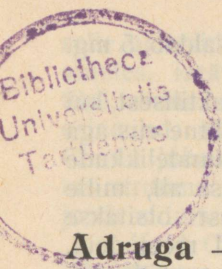


**Adruga — Fucus vesiculosus'ega — väetatud
põldudel kasvanud tera-, juur- ja puuviljade
joodisisaldavus Vilsandi saarel.**

(Kokkuvõte Tartu Ülikooli arstiteaduskonna poolt 1. detsembril 1929
auhinnatud tööst.)

Stud. pharm. **August Siim.**



Adruqa — *Fucus vesiculosus*'ega — väetatud põldudel kasvanud tera-, juur- ja puuviljade joodisisaldavus Vilsandi saarel.

(Kokkuvõte Tartu Ülikooli arstiteaduskonna poolt 1. dets. 1929 auhinnatud tööst.)

Stud. pharm. August Siim.

Üldosa.

Tänapäeva tähtsamaid bioloogilise keemia saavutusi on kahtlemata joodi bioloogilise tähtsuse selgitamine, nii inim-, kui ka loomaorganismile ühes joodi laialise avastamisega meid ümbritsevas looduses. Jood on saanud nn. biogeenemendiks, s. t. ta kuulub nende elementide ehk põhainete hulka, millised moodustavad elusa organismi ja joodibiokeemilised uurimused on kujunemas juba rahvusvahelisteks probleemideks.

Analüütilise keemia paremad meetodid käsikäs füsioloogia edusammudega on kindlaks teinud, et nii inim-, kui ka loomaorganism vajab alaliselt oma füsioloogilise tarbe rahuldamiseks reeglipäraselt väikestes hulkades jooti, kusjuures kilpnäärme ülesandeks on toiduainetes leiduvat vähest joodihulka oma koes akkumuleerida ja kasulikult ainevahetuskäiku juhtida. Joodihulga vähenedes ehk joodi täiesti ära jäädes tekivad kilpnäärme funktsioonide rikked, ja nimelt kilpnäärme koe laienemine, nn. struuma ehk hõõtsiku näol ja veel teised, nagu kretinismi ja müksödeemi nähtused. Loomuliku joodinõude täitudes kaovad need patoloogilised nähted ja organismi alaliselt varustumisel tarviliku joodihulgaga, nimetatud patoloogilised nähted ei tekki.

See nn. joodivähesuse ehk joodipuuduse teooria (Jodmangeltheorie) on tänapäev struuma vastu võitlemise tähtsamaid põhialuseid.¹⁾

Juba aastaid peetakse sel alusel Lääne-Euroopa neis maades, kus toiduainetes leiduv loomulik joodihulk ei jõua täita elanikkude igapäevast jooditarvidust, nn. madala joodinivooga maades, struuma-profülaksi sel teel, et suurendatakse kunstlikult igapäevast toiduga sissevõetavat joodihulka. Selleks otstarbeks juhitakse Šveitsis, kui tüüpilisel struuma maal, osaliselt ka Austrias, Baieris ja Ülem-Itaalias igapäevasesse tarvitusse nn. joodi-

1) Trumpp. Münchener med. Wochenschrift. 39. 1663. 1928.

tud soola, nimetatud „täissoolaks“ (Vollsalz), mis sisaldab 5 mg. KJ ühes kg soolas.

Tähendatud täissoolaprofülaksi suurest profülaktilisest kui ka terapöitilisest mõjust hoolimata ei rahulda see lihtne viis aga mitte täiesti, eriti tema käsitamisel imikute ja jooditundelikkude inimeste juures, kuna nad kannatavad üledoosimise all, mille tagajärjeks hüpertüreoidismi nähtused. Sellepärast otsitakse struumaprofülaksi hädaohuta läbiviimiseks paremaid meetodeid.

Kuna viimaste aastate agrikultuurilised katsed on näidanud, et joodühenditega põldude väetamisel ja joodiga ehk joodirikka toiduga loomi toites on võimalik tõsta teatud piirides nii loomaku kui ka taimeorganismi normaalset joodisisaldavust, siis soovitakse nüüd korduvalt üldise struumaprofülaksi läbiviimiseks, rohkem küll aga viimase täiendamiseks, tarvitusele võtta joodirikkaid toiteaineid.

Prof. Trumpp'i arvates leiaksid joodirikkad toiteained tähendatud otstarbeks alles siis laialisemat käsitamist, kui joodirikaste produktide kasvatamine ka põllumajandustulundust rahuldab. Seda pole aga tänapäev veel näha, kuna joodühendid väetamiseks liigagi kallid, sääljuures aga, tugevast joodiväetusest hoolimata, joodi üleminek väetisest taimedesse õige väike ja iga-suguse mõjuta saagile. Edasi oleks toiteainetega struumaravimisel olulise tähtsusega tarvitatavate produktide täpne joodihulga äramääramine, kuid tänapäev ei ole veel teada joodimääramismeetodeid, milliseid oleks praktikas võimalik kiirelt ja võimalikult täpselt käsitada. Neist asjaoludest lähtudes ei saaks küll olla, vähemalt esialgu, joodirikastel produktidel struumaprofülaktikas laialisemat poolehoidu, küll aga viimase täiendamisel.

Kuidas on aga väljaateed sääl, kus põldude väetamiseks saadaval odav jootisisaldav väetusaine, nagu seda on mitmepool rannikutele väljaheidetatav meretaimestik: nii meie oludes igalpool Eesti läänerannikul ja saartel väetusena tarvitata- meremuda ehk adru?

Sellest küsimusest lähtudes oli käesoleva uurimuse sihiks selgitada, kuivõrra põhjustab tähendatud adru-väetus mitmesuguste viljade joodisisaldavust.

Siinkohal ei ole huvituseta ära märkida, et joodi laialine tõestamine looduses ja joodipuuduse, kui struumapõhjuse äratundmine ei olegi nii uus, kui vahest arvatakse.

Juba aastal 1850 algas prantslane Chatin¹⁾ laialisi joodianalüüsi mitmesugustes loodusproduktides, pääle seda kui Genfi arst Prévost oli teooria loonud, struumas esineda vaid sääl, kus jood ja broom joogivees puuduvad.

Chatin tõi selle teooriale esimesena eksperimentaalsed tõendused, kuna tema laialised joodianalüüsid tõestasid joodisisaldavuse mitmesugustes toiteainetes, isegi õhus ja sademetes. Pääle

1) Biochemische Zeitschrift 139. 1923. 372.

selle näitasid analüüsid, et paikades, kus oli joodihulk analüüsitud ainetes, iseäranis õhus ja joogivees väike, esines struuma õige tihti, kuna keskmise joodisisaldavusega kohtades struuma ei esinenud, ehk esines palju vähem. Analüüsides põhjal säadis Chatin juba struuma kaarte Prantsusmaa kohta kokku ja soovitas struuma raviks joodirikkaidprodukte, isegi vihmavett, millele joodi sidumiseks vähe potast juurde lisatud.

Kuid Chatini analüüsid unustati. Alles päale joodi leidmist kilpnäärmes Baumann poolt 1895 tõusis uus huvi joodiprobleemide vastu.

Täiesti uus aeg algab aga aastast 1923, mil Šveitsi õpetlane Th. von Fellenberg avaldas oma esimese töö joodianalüüsides Šveitsis, seega avastades Chatini töid uuesti umbes 70 aastat hiljem.

Joodi esinemine looduses ja tema bioloogiline ringkäik Th. von Fellenbergi järele¹⁾.

Th. von Fellenbergi järele on joodiallikaks looduses — selle joodi kõrval, mis juba ürgatmosfääri kondensumisel satus ürgmerre — ürgkivimid (Urgesteine). Ürgkivimid sisaldavad siis alati jooti sellisel hulgal, nagu teda leidis vedelas maamagma, viimase hangumismomendil.

Ürgkivimitest vabaneb alaliselt murenemisel (Verwitterung) alkalijodiide. Osa vabanenud joodist seotakse adsorptsiooni teel mullas, osa lendub elementaarse joodina õhku, kuna osa jodiide uhetakse maakihtidest läbinõrguvatest vetest ojad, jõgede kaudu merre. Veekogudest ja mullapinnast on muidugi joodühendid kättesaadavad nende fauna ja floorale. Viimaste surres satub jood aga jälle mullapinda tagasi.

Möödunud aegade fauna ja flora poolt assimileeritud jood on nüüd leida settekivimites (Sedimentgesteine), sest viimased sisaldavad alati joodühendeid.

Kivimites leiduvad joodühendid liigitab Fellenberg määramisel soolhappes lahustuvateks — alkalijodiidideks — ja soolhappes mittelahustuvateks — silikaatjoodiks, kusjuures nende suhteline vahekord on laiades piirides kõikuv. Taimedele on ainult HCl-is lahustuvad joodühendid kättesaadavad, kuna silikaatjood oma lahustumatuse tõttu on täiesti taimedele kättesaamatu.

Agrikultuuri huvides on tähtis asjaolu, et kivimite murenedes tekkinud muld on palju joodirikkam (kuni 35 korda), kui kivim ise. Fellenbergi arvates on siin tegemist mulla kolloidide võimega adsorbida ümbruskonnast lahustuvaid joodühendeid ja neid ka osaliselt komplekssooladena sekundärselt siduda.

Karl Scharrer²⁾ järele kõigub mitmesuguste muldade joodi-

1) Th. v. Fellenberg. Ergebnisse der Physiologie 25. 1926.

2) Karl Scharrer, Chemisches Zentralblatt II. 485. 1927.

sisaldavus 16—993 γ J 100 grammis mullas (γ = mikrogramm = 0,001 mg.).

Mulla ja kivimite joodianalüüsid on seda huvitavamad, et nendega on ühenduses struuma tekkimise geoloogiline külg. Sellekohased analüüsid Šveitsist, Ida-Preisimaalt ja Põhja-Ameerika üksikutest osariikidest on näidanud, et joodivähesusega maapinnas käib käsikäes struuma-sagedus. Joodi bioloogilise ringkäigu seletamisel on olulise tähtsusega asjaolu ehk nähtus, et jood nii mullapinnast, kui ka veekogudest alaliselt eraldub ehk kandub atmosfääri ja nimelt ikka elementaarse joodina. Joodi lendumist maapinnast näitas Fellenberg sel teel, et ta asetab Petri kausid joodvaba potasi lahusega klaaskupli alla sõnnikulava kastides; 23 päeva pärast tõestas ta potasilahuses elementaarset jooti.

Joodi lendumist mullapinnast põhjustab mulla omadus, mullas leiduvatest alkalijodiididest vabastada elementaarset jooti — omadus, mida Fellenberg nimetab mulla katalüütiliseks toimeks. Nähtus on hapenduskatalüüs anorgaaniliste katalüsaatorite, ja nimelt raua- ja mangaansoolade läbi õhuhapniku juuresolekul, kus juures joodi vabanemist mõjutab tugevasti mulla reaktsioon — pH. Kõige enam eraldavad jooti hapud ja ferri-ühendeid sisaldavad mullad, kuna leelised ja ferro-ühendeid sisaldavad mullad palju vähem jooti eraldavad. Sellest järgneb siis, et leelise iseloomuga mullad on palju joodirikkamad, kui hapud, s. o. tugeva katalüütilise toimega mullad.

Fellenberg ja Geilinger¹⁾ näitasid, et joodi vabanemine mullapinnast ei ole bakterite ega hallitusseente toime. Küll on aga mikroorganismide ülesanne orgaanilise ainese hävitamine ja alles mineralisatsioonil vabanenud jodiididest vabastavad nimetatud anorgaanilised katalüsaatorid vaba jooti. Osa vabanevast joodist seotakse uuesti mulla orgaanilises aineses ehk huumuses, kas adsorptsiooni või keemilisel teel mikroorganismide kehas, ja seega muutub see osa jooti taimedele uuesti mitteresorbitavaks. Need nimetatud mulla omadused ja nimelt mulla katalüütiline toime ja jodiidide adsorptsioonivõime on seevõrra tähtsad, et nendega tuleb joodiga väetamiskatsetel tingimata arvestada ja neid enne katset määrata.

Nagu juba korra nimetatud, uhetakse osa joodühendeid mullapinnast läbinõrguvate sademetega ojade, järvede ja jõgede kaudu meredesse. Merevee joodisisaldavus on õige suurtes piirides kõikuv. Nii sisaldab merevesi Stoklase²⁾ järele keskmiselt 8—18 γ J ja Fellenbergi järele³⁾ 9,3—51 γ J liitris, kusjuures esinevad nii anorgaaniliselt kui ka orgaaniliselt seotud joodühendid.

1) H. von Fellenberg und H. Geilinger. Biochemische Zeitschrift 152. 190. 1924.

2) J. Stoklase. Pharmazeutische Zentralhalle 250. 1927.

3) Th. v. Fellenberg. Ergebnisse der Physiologie 25. 1926.

Eriti joodirikas on orgaanilisest joodist mere fütoplankton, mille joodisisaldavus tõuseb kuni 38 090 γ J ühes kilogrammis aines, see oleks ligi 10 000 korda enam, kui merevees, kui viimase keskmiseks joodisisaldavuseks võtta 20 mikrogrammi.

Palju madalam on mageda vee joodisisaldavus. Nii kõigub Fellenbergi järele Šveitsi jõgede joodisisaldavus 0,32—1,2 γ J ja joogivee J-sisaldavus 0,021—3 γ J liitris. Eriti joodirikkad on aga mõned mineraalveed n. n. joodiallikatest. Nii sisaldab Passugis, Šveitsis, Helena allikas 227 γ J, Fortunaatus allikas 1005 γ J ja Wildegger joodvesi kuni 6310 γ J ühes kilogrammis. Sademete joodisisaldavus Šveitsis kõigub Fellenbergi järele 0—7,9 γ J ja Hollandis Heymanni järele 1—16 γ J ühes liitris. Seega on sademete joodisisaldavus Hollandis 2—3 korda kõrgem kui Šveitsis.

Joodi lendumist veekogudest põhjustab Fellenbergi järele vees lahustunud CO₂, vabastades alaliselt vees vähe leiduvast nitriidist salpeetrishapet. Viimane vabastab siis lahustunud jodiididest elementaarset jooti ja jood oma kõrge aurupinevuse tõttu lendub veest. Fellenbergi arvates oleksid tingimused joodi lendumiseks mere kohal eriti soodsad, kuna meri alalises liikumises ja veosakesed piisutatult õhku tõusevad.

Õhk on nüüd see transportöör, mis joodi mere kohalt kannab mandrile, kus ta sademetega, viimastes lahustudes, uuesti maapinnale tuuakse ja kust jood uuesti algab ringkäiku looduses.

Fellenberg oli esimene, kes tõestas elementaarset jooti õhus. Oma määramiste tulemused võtab ta järgmiselt kokku. Õhu joodisisaldavus on eestkätt teatud maakoha geoloogilisest asendist ja kliimatilistest tingimustest. Mereäärsetes maades on joodisisaldavus õhus palju kõrgem kui sisemaal. Edasi on õhu joodisisaldavus maapinna lähedal palju suurem, kui hingamiskõrgusel ja vertikaalsihis ülesse väheneb joodihulk alaliselt. Samuti on õhu joodisisaldavus kasterikastel hommikutel, kaste auramisel, kõrgem kui keskpäeval. Teisel poolt on õhk päale vihmade tunduvamalt joodivaesem, kui enne. Need on üldiselt olud, milledega tuleb ka joodiväetuskatsete korraldamisel arvestada.

Kuna jooti nüüd alaliselt maapinnas, vees ja õhus leidub, siis on ka võimalus olemas, et taimed, loomad, samuti ka inimene, jooti igal pool leiavad ja oma kudedes seovad — seega alaliselt vähesel hulgal jooti sisaldavad.

Siin mõned andmed veel joodi esinemisest loomariigis. Üldse sisaldavad alati vähe jooti nii mandri-, kui ka veeloomad; viimased eelmistest aga tunduvalt rõhkem. Merefauna esitajaist on kõige joodirikkamad vammid ja kalad.

Fellenberg leidis kreekavammides kuni 3 870 000 γ kg kuivaines, kuid see hulk võib ka suurem olla. Vammides on jood valkainetega seotud.

Lundelt on uuemad kalade ja kalaproductide analüüsid.

Nii sisaldavad Gadus- ja Clupea-liigid 1 kg värskes aines 200—7650 γ J. Tähtis on Gadus-liikide joodi akkumuleerimine maksa, kuna maksast saadakse kalamaksaõli — Ol. Jecoris —, mis sisaldab mitmesuguste sortide järele 4500—15 200 γ kilogrammis. Palju madalam on magedavee kalade joodisisaldavus. Näiteks kõigub Fellenbergi järele šveitsi jõgede kalade joodisisaldavus 40—70 γ pro kg. Ka molluskid ja nende karbid sisaldavad rohkesti jooti.

Kõrgemate loomade ja inimese juures on joodi esinemine juba Baumanni poolt kilpnäärmes avastatud. Fellenbergi järele kõigub täiskasvanud inimese kilpnäärme joodisisaldavus keskmiselt 10 mg ehk 10 000 γ piirides. Teised organid sisaldavad samuti jooti, kuid palju vähem, kui kilpnäärmes. Inimese veri, mida kaua aega peeti joodivabaks, sisaldab alaliselt vähesel hulgal jooti. Veil ja Sturm'i järele hilissuvel ja sügisel 12,8 γ % ja talvel 8,3 γ %, millisest joodist on vähemalt 65% orgaaniliselt seotud.

Jood eraldub organismist uriini ja ekskrementidega, kuid ka naha kaudu higis. Analüüsidega on tõestatud, et jood imetajate sekreetidesse üle läheb. Fellenbergi järele kõigub Šveitsis lehmapiima joodisisaldavus 3—24 γ pro kilo ja Kieferle järele Allgäus 16—35 γ pro kilo. Edasi näitasid Fellenbergi analüüsid, et piim sisaldab lehmade karjamaal käies enam jooti, kui laudas toites, ja et Põhjamere rannikul oli piima joodisisaldavus karjamaal käies 56%, heintega toitmisel 54% ja merest ülejuhtatud karjamaal käies 300—800% kõrgem, kui Ülem-Baieris ja Šveitsis.

Nagu näha, mõjutab ka loomalist joodi-ainevahetuskäiku geoloogiline asukoht ja kliimalised olud.

Teades joodilevimist ja ringkäiku looduses, ei saa see teisi ollagi. Huvitavad on joodiainevahetuskäigu uurimused inimese ja kõrgemate loomade juures, kuid nende käsitlemine ei mahu selle töö raamidesse.

Jood ja taimeriik.

Fellenbergi järele on jood taime kõikides osades olemas, kusjuures jaotunud ebaühtlaselt. Analüüsid on tõestanud, et klorofüllid sisaldavad assimilatsiooni organid — lehed sisaldavad kõige enam jooti. Neile järgnevad joodisisaldavuse suhtes alanevas reas õied, juured ja varred.

Tähelpanud on õiejäanuste ja sigimikkude kõrge joodisisaldavus. Taimelisest joodist on suurem osa orgaaniliselt seotud: maisamaa ja magedavee taimedes kuni 95%. Merevetikate juures domineerivad anorgaanilised joodühendid ja viimaste hulk võib tõusta eriti joodirikaste merevetikate juures, nagu seda vetik Kombu on, kuni 85%.

Turrentini järele on jood merevetikates kolloidaalolekus olemas. Paljud autorid teatavad ka elementaarse joodi leidudest üksikute vetikaliikide juures.

Nii arvab Golenkin ¹⁾, et Bonnemaisonia asparagoides ja Spermathamnion roseolum'i nooremate võsude kooses leiduvad iseäralised väikesed vakuoolid sisaldavad elementaarset jooti, kuna nimetatud vetikate lõik, vastu tärklispaberit surutud, värvib selle siniseks. Ka Sauvageau ²⁾ kirjeldab Falkenbergia Doublettii lehtedes ettetulevaid rakke, nimetades neid joduque, millised värvivad samuti tärklispaberit siniseks, päale raku purustamist. Pierre Dangeard ³⁾ arvates pole vaba joodi tekkimine vetikate juures sugugi ebaharilik nähtus. Laminaariatel ja Fucaceadel olevat omadus nende vigastamiskohal eraldada vaba jooti seni, kui taim sureb ja sellepärast esineb nende vetikate korjamisel ka väike joodikadu.

Thoms Dillon ⁴⁾ on tähele pannud, et ka värskete vetikate vesiekstraktil on omadus, päale hapustamist alkalijodiididest vabastada elementaarset jooti; põhjustada seda mingisugune orgaaniline dialüseeruv ühend. Otto Gertzi järele on vetikate juures elementaarse joodi tekkimine spetsiifiliste ensüümide-joodoksüdaaside toime, milliseid ta hulgaliste vetikate juures tõestas.

Gertzi meetoditega tõestas Stoklasa joodoksüdaase ka hulgaliste halo-, hydro- ja hygrofiilide ning mesofüütide juures. Huvitav on siin kohal ära märkida, et Fucus vesiculosus ei sisalda joodoksüdaase, viimaste andmete järele siiski õige vähe.

Maisamaa taimede joodisisaldavus oleneb nende geoloogilisest asukohast. Rannamaade flora on palju joodirikkam, kui sisemaa flora. Veetaimed sisaldavad eelmistest jälle enam jooti, neist aga on meretaimed palju joodirikkamad, kui magedavee taimed. Keskmiselt kõigub joodisisaldavus magedaveetaimedes Fellenbergi järele 180—8300 γ ja merevetikates 5870—900 000 γ ühes kg kuivaines. Jaapanis toiduna tarvitata vetik Kombu sisaldab aga kuni 2 645 000 γ ühes kilos kuivaines, milline hulk on ainuke selle sarnasena teada.

Vetikate joodisisaldavus kõigub ka aastaaja ja nende vanaduse järele. Sügisesed ja vanemad vetikad on joodirikkamad, kui noored ja kevadised vetikad. Samuti sisaldavad enam jooti lahtisemere vetikad, kui sisemaamere omad. Merepõhjast lahti kistud ja rannale heidetud vetikatest on merevesi osa jooti välja uhtunud ja rannal lebedes teevad seda veel sademed. Väljauhetakse anorgaanilised joodsoolad.

Kust ammutavad taimed nüüd oma joodühendid?

1) Friedrich Czapek, Biochemie der Pflanze. II. 359.

2) C. Sauvageau, Chem. Zentralbl. II. 2212. 1925.

3) P. Dangeard, Chem. Zentralbl. I. 2949. 1928.

4) Th. Dillon, Chem. Zentralbl. I. 1472. 1928.

Veetaimedest on teada, et nad resorbeerivad omale tarvitminevad soolad veest kogu oma kehapinnaga, nii ei saa veetaimedel ka joodühendite saamiseks olla teisi võimalusi. Dilloni arvates sünnib veetaimede joodiresorptsioon joodoksüdaaside kaastoimel veest, kuna joodoksüdaasid alati vees leiduvatest jodiididest vabastavad elementaarset jooti ja jood asetatakse taimes küllastamata hapete külge. Maisamaa taimed resorbeerivad joodühendeid juurtega. Tänapäev pole aga veel mitte kindel, kas sünnib resorptsioon otseselt jodiididena või vaba joodi kaudu. Oluline on aga, et maisamaa taimede jodiassimilatsioon sünnib peamiselt õhu kaudu. Nähtus, mille avastas esimesena Th. von Fellenberg.

Taimede jodiassimilatsioon sünnib lehtedega. Kuna Fellenberg ennem oli näidanud, et jood oma kõrge auritiheduse tõttu kontsentrib alumistesse õhukihtidesse, siis tuli Fellenberg järgmise arutlusega otsusele, et kui taimed tõesti õhust jooti assimileerivad, siis peavad madalal kasvavad taimed ja lehed alati enam jooti sisaldama, kui kõrges kasvavad taimed ehk kõrgemal kasvavad lehed. Seda näitasid ka analüüsid.

Heymanni¹⁾ arvates on taimede jodiassimilatsioon mullast koguni kõrvalise tähtsusega ja päämiseks joodiallikaks taimedele on õhk.

Taimed assimileerivad ka lehtede päale pritsitud alkali-jodiide, nagu seda näitasid E. Hiltner ja M. Bergold²⁾ kusjuures lehtede joodisisaldavus tugevasti tõusis. Jodiassimilatsioon taimlehtedes sünnib kogu nende kasvuperioodi kestes. Kasvuperioodi lõppedes ei kandu joodühendid lehtedast mitte tagavarainete säilitusorganitesse, nagu seda sünnib teiste, taimede tarvilikkude tagavarainetega. Selle tagajärjel läheb suur hulk jooti taimede lehtede langedes kaduma. Lehtede kõdunemisel vabaneb mineralisatsioonil õige aeglaselt jood orgaanilisest ühendusest, aga uhetakse veest ja sademetest nende mõju all õige kiiresti välja anorgaanilised jodiidid.

Kuna taimed jooti tagavarainena ei kogu, arvatakse, et jood pole taimedele mitte sarnane tarvilik toitaine, nagu ta seda on inim- ja loomaorganismile. Ainult J. Stoklasalt³⁾ on vastupidised arvamusel. Stoklasa arvates on jood taimedele hädavajalik, kui hingamis- ja hapendamiskatalüsaator, kui ainevahetust stimuleeriv agens. Need vaated pole tänapäev veel kinnitamist leidnud, küll on aga esitatud vastupidiseid arvamusel. Kuid täiesti kindel on, et jood taimekasvule stimuleerivalt ei mõju (Fellenberg⁴⁾).

Huvituse pärast esitan lühidalt Stoklasa vaateid. Joodi suur toime taimelisis eluavaldusis väljendub oksüdatsioonis, eriti

1) Ergebnisse der Physiologie. 25. 271. 1926.

2) J. Stoklasa, Biochem. Ztschr. 139. 38. 1926.

3) Th. Fellenberg, Biochem. Ztschr. 188. 334. 1928.

tugevasti aga orgaanilise raua juuresolekul. Jood etendab taimes (ka inim- ja loomaorganismis) mineralisatsiooni protsesse ja alandab taimemahlade happesust -pH, mis on olulise tähtsusega, kuna orgaaniliste hapete kuhjumine taimemahlades tekitab ensüümide depressiooni, mille tagajärjeks klorofüllil laostumine. Selle ärahoidmiseks sisaldavad siis lehed rohkesti jooti. Üldse stimuleerib jood taime kogu jõu- ja ainevahetuskäiku ja edendab elusa substantsi tekkimist. Arvestades Fellenbergi eksaktsete katsetega, peab praegu küll jääma tema arvamise juurde, et jood ei stimuleeri taimekasvu ega ka ainevahetuskäiku, järjelikult pole ka taimedele tarvilik toitaine.

Tänapäev on nüüd joodi laialine esinemine taimedes teada ja soovitatakse neid struuma ja teiste haiguste puhul tarvitada, kuid samad taimed olid juba vanal hallil ajal nimetatud haiguse vastu tarvitusel. Muidugi oli sel ajal teadmata, et mõjuv agens oli jood. Vahepää oli joodirikaste taimedega arstimine kadumas, näüd aga uuesti maad võtmas. Loew¹⁾ soovitab sel puhul isegi Jaapanis toiduna tarvitatavaid õige joodirikaid vetikaid, nagu seda vetik Kombu on, Euroopa struumamaades kultiveerima hakata, lähtudes asjaolust, et Jaapanis struuma ja kretinism tundmata. Sama on soovitanud Turrentin²⁾ Ameerikas, kelle arvates on merevetikate jood oma kolloidaaliseloomu tõttu kuni 200 korda mõjuvam, kui seda on anorgaanilised joodsoolad.

Palju uusi võimalusi peaks pakkuma struumaprofülaktilikas ja teraapias aga kunstlik joodirikaste toiteainete kultiveerimine, kuna paljud autorid on katsete varal tõestanud, et anorgaaniliste joodiididega väetades on võimalik taimede loomulikku joodisisaldavust tuntuvalt tõsta. Stoklasa järele tõstab joodiväetuse isegi põllusaaki ja rahuldaks seega ka põllumajandustulundust. Kuid, nagu eelpool nimetatud, ei tõuse Fellenbergi katsete kohaselt mitte joodiväetuse tagajärjel põllusaak. Nii jääb küsitavaks, kas joodiga väetamine põllumajanduses kasutamist leiab.

Strobelil³⁾, kes püüdis Stoklasa vaateid tõendada, ei läinud see korda. Oma katsete tulemuste kohaselt tuleb ta järgmistele teesidele:

1) Väide, nagu tõstaks joodiga väetamine põllusaaki, pole eksaktsete katsetega mitte tõestatav.

2) Joodiga väetamisel tõuseb küll joodihulk taimedes, kuid arvestades joodi taimedesse ülemineku vähesusega, suurest joodiannusest hoolimata ja joodühendite raske kättesaadavuse ning kallidusega, ei saa joodiväetamisel põllumajanduses olla praktilist tähtsust.

3) Loomulikkude väetusainete joodisisaldavus ei avalda mingit mõju taimede joodisisaldavusele ega põllusaagile.

1) O. Loew, Chem. Zentralbl. I. 385. 1919.

2) Pharm. Monatshefte, 9. 202. 1928.

3) H. F. Strobel. Pharm. Ztg. 738. 1926.

4) Sellepärast ei ole põllumajandusel (Saksamaal) mingit põhjust huvituda joodiväetamisest praktilises mõttes, veel vähem jooti sisaldavaid väetusaineid eelistada.

Nagu esitatust näha, ühtuvad Strobeli arvamised Fellenbergi omadega. Strobel on lähtunud tõsiasjast, et Saksa põllumajanduses on päale söda tarvitusele võetud loomulikkude N-väetusainete kõrval sünteetilised, päämiselt õhulämmastikust valmistatud N-väetusained.

Sel puhul on mitmelt poolt juhitud varitsevale hädaohule üldise joodipuuduse näol, sest arvatakse, et sünteetiliste, joodvaba väetiste tarvitamisel väheneb ka maapinna ja selle tagajärjel kogu taimelise kui ka loomalise toidu joodisisaldavus, mille üldiseks tagajärjeks oleks rahva struumahädaoht.

Järgmised andmed näitavad, missugune suur hulk jooti läheb põllupinnale sünteetiliste väetusainete tarvitamisele võtmisel kaduma.

1913. aastal tarvitati Saksamaal keskmiselt 800 000 tonni tsüülsalpeetrit väetisena, mille keskmine joodisisaldavus oli 250 mg kg. See hulk annaks 200 000 kg. puhast jooti, missuguse hulga said siis Saksamaa põllud sellel aastal. Muidugi jääb see joodihulk sünteetiliste väetiste tarvitamisel ära ja selles mõttes on mainitud hoiatused ja soovitusel vahest ka põhjendatud. Selle küsimuse lõplik lahendamine nõuab aga veel mitmesuguseid eksaktseid katseid ja lõpptulemused peaksid näitama, kas ei ole joodiga väetamine tulevikus rahvaste tervise hääks otse vajalik.

Omapärase seisukoha omab aga mitmesugustes rannamaades, nagu Jaapanis ja meie saartel ja rannikul, põldude väetamine merest väljaheidetud jooti sisaldavate taimedega. Tähen-datud väetise hääd mõju on meie saartel ja rannamaail igal pool näha.

Susuki ja Aso, kes tähendatud merevetikate väetise hääd mõju Jaapanis on tähele pannud, seletavad seda vetikate joodisisaldavusega. Arvestades aga teaduslike katsetega, ei ole see tõenäollik ja merevetikate mõju on seletatav nende mitmesuguste taimedele kasulikkude soolade rikkusega.

Adruga väetamine Vilsandi saarel.

Üleminnes nüüd adruga väetamise juure Vilsandi saarel, pean toonitama, et selle väetuse hääd mõju viljadele, eriti aga aiaviljadele, on saarel igalpool hästi märgata ja ilma selleta ei suudaks Vilsandi põllud küll elanikkude toidunõudeid rahuldada, kuna saare põllud on õige mullavaesed, s. t. mullakiht paesel pinnal on õige õhukene ja tihti pole põllul muud näha, kui valget kivirähka, nii et mandri-elanik peab imestama, et sarnasel pinnal üldse veel midagi kasvab.

Sellepärast on mereadru või meremuda Vilsandis ja üldse rannikul väga tänulik vahend vaese mullakihi rikastamiseks tai-

medele kasulikkude sooladega, sest sellekohaste analüüside järele on vetikad tuhkaineist õige rikkad.

Väetamine adruuga sünnib samal põhimõttel, nagu hariliku väetisega. Selleks veetakse fuukust mereäärsetest lademetest kevadel ja suvel põldudele ja juurviljaaedadesse. Tihti on põllulapikene merekaldal, otse fuukuselademetete kõrval ja tarvitseb ainult fuukust üle aia põllule loopida.

Kuna fuukust põldudele õige tublisti veetakse, siis koosneb sellasel väetusel muld päämiselt adru-huumusest ja veel kõdunemata fuukuse osadest.

Katseline osa.

Asudes Vilsandi saarel adruuga väetatud põldudel kasvanud viljades joodimääramisele, säadsin ülesandeks kindlaks teha joodisisaldavust:

- 1) mitmesugustes Vilsandi viljades,
- 2) adrus — *Fuc. vesiculosus*'es, kui väetisaines,
- 3) adruväetusel saadud põllumullas ja, võrdluseks,
- 4) mandrilt mitmesuguse päritoluga, eriti Tartust võetud viljades.

Tarviliku materjali sain Vilsandist osalt postiga, osalt kogusin isiklikult, suvel saarel viibides, saare mitmesugustest majapidamistest, päämiselt küll aga Vilsandi tulitorni ülema hr. Thomi aiast. Analüüsisin Tartus Farmatsöitilise keemia laboratooriumis.

1. Joodimääramine tera-, juur- ja puuviljades.

Mis puutub kvant. joodimääramisse käesolevas materjalis, siis märgin siin kohal ära vaid põhimõtted.

Joodimääramiseks valisin Fellenbergi¹⁾ kombineeritud meetodi, kui tänapäev kõige tarvitavama ja soovitatavama.

Kogu joodianalüüs jaguneb kolme pääoperatsiooni:

- 1) orgaanilise aine hävitamine,
- 2) tekkinud jodiidide eraldamine teistest sooladest ja nende puhastamine viimastest orgaanilise aine jääkidest,
- 3) jodiidide tiitrimine Vinkleri järele.

Kogu analüüsis on orgaanilise aine hävitamine, kui ka eraldatud jodiidide puhastamine kõige enam aega ja kannatust nõudev osa. Selle operatsiooni korralikkusest ja tähtsusega läbi viimisest oleneb kogu analüüsi tagajärg. Orgaanilise aine hävitamine sünnib meetodi kohaselt uuritava materjali põletamisel raudpajas leelise ühulga juuresolekul, et joodi lendumist ära hoida ja jooti jodiidina siduda.

Leelisena võetakse küllastatud kaaliumkarbonaadi-lahust ja

1) Fellenberg, Ergebnisse der Physiologie, 1926. Fellenberg, Biochem. Ztschr., 188, 348, 1927.

T a b e l I.

Joodisisalduvus Vilsandi saarel adruuga väetatud põldudel kasvanud tera-, juur- ja puuviljas.

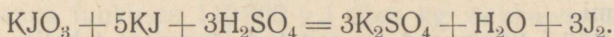
	Vee %	Kuivaine %	Joodisisalduvus	
			õhkkuivas ehk värskes aineses γJ pro kg	kuivaines γ protsent
Teraviljad:				
1. Suviniisu, terad, 1928	7,30	92,70	140	15
2. Oder, terad, "	8,90	91,10	162	17,7
3. Rukis, terad, "	8,20	91,80	131	14,2
4. Rukkiõlg	10,20	89,80	215	24,9
5. Rukki tühjad pead	7,00	93,00	610	65,5
Juur- ja aiaviljad:				
6. Porgandid, 1928	83,40	16,60	63	37
7. " 1929	86,25	13,75	68	49
8. Kaalikad, 1928	84,25	15,75	32	20,2
9. " 1929	85,10	14,90	52	34,8
10. Kaalikalehed, 1929	89,95	10,5	126	
11. Söögipeedid, 1928	81,33	18,67	41	21,90
12. " 1929	82,45	17,55	67	38,1
13. Loomapeedid, 1928	63,70	16,30	31	19
14. Kartulid, valged, 1928	78,91	21,09	54,4	25,7
15. " kooritud, "	79,55	20,45	22	10,7
16. " Ameerika, 1928	78,90	21,10	54,5	25,8
17. Redised, 1929	92,40	7,60	124	163,1
18. Tomatid, "	95,70	4,30	42	97,6
19. Aedherned	80,44	19,56	87	44,4
20. Sibulad, 1929	85,35	14,65	106	72,3
Roheline aiavili:				
21. Peakapsas, 1929	89,70	10,30	28	27,1
22. " punane, 1928	90,09	9,81	32	46,6
23. Lehesalat, 1929	92,20	7,80	132	169,2
24. Spinat, 1929	91,05	8,95	182	203,3
Puuviljad ja marjad:				
25. Õunad, terved, 1929	82,07	17,93	24,5	13,66
26. Tikerberid, 1929	84,30	15,70	6,8	4,33
27. Sõstrad, punased, 1929	85,21	14,79	16,4	11,08
28. " valged, "	84,20	15,20	13	8,22
29. " mustad, "	84,70	15,80	21	13,29
Ranniku floorast:				
30. Crambe maritima L. (Merekapsas)	88,25	11,75	24	20,4

nimelt kuni 50% määramiseks võetud materjali kuivainese kaalust. Määramiseks võetud ainehulk kõikus 250—750 grammini, vastavalt loodetavale joodisisaldavusele. Põletamine peab sün-

dima tugevasti, kuid siiski alalise ettevaatusega, et pajapõhi nähtavalt ei hõõguks, kuna siis on karta osalist joodi lendumist.

Kuna leeline orgaanilise ainese tuhastumist tugevasti takistab, siis läheb korda alles pääle kestvamat põletamist ja pääle korduvat leelise väljapesemist saada enam-vähem söevaba tuhka.

Tuhast ekstraktitakse joodiidid alkoholiga, mida võimaldab alkalijoodiidide kerge lahustuvus alkoholis, Teised soolad, nagu nitraadid ja karbonaadid, ei lahustu alkoholis ja jäävad sellega kõrvale. Ekstraktsiooni soodustab veel asjaolu, et 85% alkoholi mõjul tekib tuhast määreline küllastatud kaaliumkarbonaadi-lahus, mis alkoholiga ei segune, alkoholi enesest isegi välja tõrjub, ja selle tagajärjel lähevad lahustuvad jodiidid kergesti alkoholi üle. Alkoholne jodiididelahus alistatakse kordvale kuumutamisele plaatinkausis, pääle alkoholi äraaurutamist, vähese potasi juurelisamisel, et viimast orgaanilist ainet hävitada. Lõpuks saadud jodiidide jääk lahustatakse vees ja oksüdeeritakse broomiga Winkleri järele jodaadiks. Pääle broomi väljatõrjumist ja jahutamist lisatakse ülihulgas KJ ja vähe vävelhapet ning tiitritakse vabanenud jood Na-tiosulfaadiga järgmise reaktsiooni järele:



Vabaneb esialgse joodi kuuekordne hulk, mis iseäranis soodus väikeste joodihulkade määramisel.

Paralleelselt toimetati samal viisil paralleeltiitrimine KJ standard- või šabloonlahusega. Nende kahe määramise tulemuse kohaselt arvutati vastavalt otsitav joodisisaldavus. Joodimääramist toimetati igas aines kaks korda; oli vahe üle 10%, tehti kolmas määramine. Edaspidise arvutamise aluseks võeti kahe lähema analüüsi keskmine.

Lõpptulemused on arvutatud mikrogrammides ühes kilogrammis värskes aines ja sajas gr. kuivaines, et saada kuivade ja mahlakate viljade vahel võrreldavaid andmeid. Tulemused on esitatud järgmises tabelis.

T a b e l I I.

Joodisisaldavus Tartu turult võetud juur- ja rohelises aiaviljas 1928 ja 1929 a.

	Vee %	Kuivaine %	Joodisisaldavus	
			värskes aines γJ pro kg	kuivaines γ %
Kartulid, 1928	80,20	19,80	28	14,1
Kaalikad, „	85,80	14,2	19	13,3
Redised, 1929	92,65	7,35	43	58,5
Tomatid, „	95,96	4,04	23	56,9
Peakapsas, 1928	89,25	10,75	11	10,2
Lehesalat, 1929	91,70	8,30	56	67,4

2. Joodimääramine *Fucus vesiculosus*es.

Joodimääramiseks fuukuses võeti kolm isesugust fuukust:

- 1) merest, kasvukohalt,
- 2) rannalt värsketest lademetest ja
- 3) rannalt õige vanadest lademetest.

Merest võeti fuukus 24. augustil 1929. a. hr. Thomi juhatusel, kellele fuukuse kasvukohad tuttavad, Vilsandi saarest W — sihis, keskmise ja alumise Vaika saarte vahelisest merest, ja pääle taženemist kuivatati kaalutud hulk ning hoiti korgitult klaaspurgis.

2. fuukus korjati mitmelt poolt merekaldal asuvaist lademetest ja kujutab Vilsandi rannal lebava fuukuse keskmist segu.

3. fuukus korjati merest kaugemal asuvatest fuukuselademetest. Arvestades lademete asukohta ja fuukuse muutunud välimust, oli see õige kaua juba rannal lebanud.

Analüüs toimus eelpool nimetatud Fellenbergi meetodi kohaselt, ainult analüüsiks võeti palju vähem ainet ja nimelt 5—10 grammi.

Analüüsi tulemused on esitatud järgmises tabelis.

T a b e l III.

Joodisisaldvus Vilsandi saarelt kogutud ja merest võetud *Fuc. vesiculosus*es.

	I. Merest kasvukohalt	II. Rannalt värsketest lademetest	III. Rannalt õige vanadest lademetest	Prof. Paldrocki fuukuse analüüsi tulemus
Vett, % %,	18,01	21,50	22,38	
Kuivainet, % . . .	89,99	78,50	78,62	
Tuhka, %	11,00	12,10	12,25	
Joodisisaldvus:				
a) õhkuivas aines				
γ J pro kg	50 875	32 467	2018	
g J pro kg	0,050875	0,032467	0,002018	
b) kuivaines :				
γ %	6205	4135	256,6	
g %	0,006205	0,004135	0,0002566	
c) tuhas :				
γ %	46 250	26 832	1647	7100
g %	0,046250	0,026832	0,001647	0,0071

Võrreldes analüüsi tulemusi prof. Paldrocki sellekohase analüüsi tagajärgedega¹⁾, on näha suur vahe.

Kui võtta võrreldavaks fuukus 2, mis vastaks prof. Paldrocki poolt analüüsitud rannalt korjatud fuukusele, joodisisaldavusega 26 832 γ J sajas grammis tuhas, siis näeme, et viimane ületab peaaegu neljakordselt prof. Paldrocki analüüsi tulemuse 7100 γ J.

See vahe on ka arusaadav, kui tutvuda tähendatud analüüsiks saadud fuukuse tuhastamisviisiga.

Nagu teada sain, on nimetatud otstarbeks korjatud rannalt lademetest fuukust, viimane päikese käes kuivatatud ja rannal, lahtiselt, ilma mingi leelise juurde lisamata tuhastatud.

Seega jäi joodi lendumishädaoht tuhastamisel täiesti tähelepanemata, ja on kindel, et suur osa jooti lendus. Tuhas seoti vaid niipalju, kui võimaldas seda tuha enda leelisisaldavus.

Võrreldes meie rannavete fuukuse joodisisaldavust van Itallie sellekohaste analüüsidega, võib ütelda, et meie rannavetes kasvav *Fucus vesiculosus* on keskmiselt kaks korda joodivaesem, kui Põhjamere rannavetes kasvav. Nimelt leidis van Itallie Põhjamere ranna fuukuses 113 000 γ J ühes kg õhkkuivas aines.

3. Joodimääramine mullas.

Kuna suurem osa analüüsitud viljadest oli pärit Vilsandi tulitorni ülema aiast, siis võeti ka nimetatud aia mulda joodimääramiseks.

Mullavõtmine toimus 24. VIII. 1929. a. nii, et võeti mulda aia mitmesugustest osadest 10—15 sentimeetri sügavusest. Kõik proovid segati segi ja asetati klaaskorgiga purki alalhoidmiseks kuni analüüsimiseni.

Joodimääramine viidi läbi Fellenbergi meetodi kohaselt, mitmesugustes fraktsioonides, et selgitada, milliste ühenditena jood mullas asub.

Määrati järgmised joodiühendid:

- 1) veeslahustuvad anorgaanilised jodiidid,
- 2) kuumas potasilahuses lahustuvad joodühendid — orgaaniliselt seotud ja mullahuumuses adsorbitud joodühendid,
- 3) soolhappes lahustuvad joodühendid — mullas alkalikarbonaatidega seotud jood ja
- 4) silikaatjood — mullas silikaatidega seotud joodühendid.

Taimede joodiassimilatsioonil tulevad arvesse ainult vees lahustuvad jodiidid ja orgaaniliselt ning alkalikarbonaatidega seotud joodühendid seevõrra, kuivõrra neist mulla katalüütiliste protsesside toimel vabaneb jooti. Silikaatjoodühendid pole taimedele kättesaadavad. Mulla joodianalüüsi tulemused on esitatud tabelis IV.

1) Pharmacia 39, 1922.

T a b e l IV.

Joodisisalduvus Vilsandi saare tulitorni juures asuvas aiamullas.

	Joodisisalduvus γ J pro kg	Joodisisalduvus γ -protsentides
1. Vees lahustuvat	594,6	59,46
2. Potasis „	2867	286,70
3. Soolhappes „	188	18,80
4. Silikaat-	1129,8	112,98
Kogu joodisisalduvus :	4779,4	477,94

Analüüsitud aiamuld oli huumusrikas, liivasegune muld, milles võis veel kõdunemata fuukuse osasid leida.

K o k k u v õ t e.

Tehtud analüüsidega on tõestatud joodi esinemine nii Vilsandi saarel adrugaga — *Fucus vesiculosus*’ega — väetatud põldudel, kui ka mandril kasvanud tera-, juur- ja puuviljades. Analüüsides on näha, et Vilsandi saarel adrugaga väetatud viljad on tunduvalt joodirikkamad, kui mandril kasvanud viljad. Nii sisaldavad Vilsandi saarel fuukusega väetatud tera- ja rohelised aiaviljad keskmiselt kuni kolm korda ja juurviljad kuni kaks korda enam jooti, kui mandril kasvanud viljad.

Joodisisalduvus Vilsandi teraviljades kõigub ühes kg 130—162 γ piirides, värskes ehk õhkuivas aineses, kuna Viljandimaalt analüüsitud teraviljad sisaldasid 48—74 γ J, samuti õhkuivas aineses.

Palju joodirikkam oli teraviljade põhk, eriti aga tühjad rukki pead. Adrugaga väetatud juur- ja rohelise aiavilja joodisisalduvus kõikus analüüsitud viljades 22—182 γ J piirides. Kõige enam jooti sisaldasid redised, 124 γ J, ja sibulad, 106 γ J, kuna kõige madalamat joodisisalduvust näitasid kooritud kartulid, 22 γ J. Võrreldes seda koorega kartulite joodisisalduvusega, 55 γ J, näeme, et koortega on maha läinud 33 γ J, 1 kg värske aine kohta. Rohelisest aiaviljast sisaldasid kõige enam jooti spinatid — 182 γ J ja salatid — 132 γ J. Kapsad seevastu palju vähem, ja nimelt 28 γ J. Puuviljade joodisisalduvus on madalam tera- ja juurviljade joodisisalduvusest. Nii sisaldasid terved õunad 24,5 γ J ja marjad 6,8—21 γ J. Sõstardest olid mustad sõstrad kõige joodirikkamad — 21 γ J, tikerberid 6,8 γ J seevastu aga kõige joodivaesemad.

Arvestades kuivainele γ -protsentides, alaneb analüüsitud viljade joodisisalduvus nende nimetamisjärjekorras: roheline aiavili, juurikad, tera- ja puuviljad.

Võrreldes adruuga väetamisel kasvanud viljade joodisisalduvust sellekohaste analüüsidega välismaadelt, on näha, et käesolevad tulemused ületavad tunduvalt Šveitsi ja Saksamaa viljade normaalset joodisisalduvust, kuid ei ületa sääl anorganiliste joodsooladega väetamisel saadud viljade joodisisalduvust, jäädes sellest kaugele maha.

Arvestades fuukuse joodisisalduvusega ja tugeva fuukuse väetusega, oleks võinud vahest loota kõrgemat joodisisalduvust, kuid nagu mulla analüüs näitab, pole joodi ülemineku tingimused mullast taimedesse küllalt soodsad, kuna suurem osa mullajoodist on taimedele mitte kättesaadavais ühendites. Ka pole väetisena tarvitatava adru joodisisalduvus püsiv, vaid joodihulk väheneb viimases alaliselt, pääle kasvukohalt vabanemise. Esiteks merevees, hiljem rannal lebades, päämiselt sademete ja ka päikese, õhu ja bakterite toimel. Merevesi ja sademed uhuvad välja orgaanilisi joodsoole, kuna nimetatud teised tegurid mõjuvad orgaanilise ainesele lagundavalt, mille juures vabaneval joodil avaneb võimalus lenduda atmosfääri.

Üllatavalt näitab mulla joodianalüüs, et mulla kogujoodist, 4778 γ pro kg on taimedele otse kättesaadavate, vees lahustuvate ühenditena ainult 594 γ ja HCl-is lahustuva joodina 188 γ , seega kokku 782 γ , see oleks keskmiselt $\frac{1}{6}$ kogu joodist, kuna suurem hulk mulla joodist, 2867 γ on kas orgaaniline või mulla huumuses sekundäärselt seotud ka orgaaniline jood, pääle selle 1129 γ silikaatjooti, milline pole taimedele kättesaadav.

Näib, et mulla katalüütiliste protsesside toimel vabaneb orgaaniliselt seotud jooti ja lendub õhku, kust siis teda taimed lehtedega assimileerivad.

Lõppkokkuvõttena võib järgmisele otsusele tulla: kuigi adruuga väetamine ei anna sarnaseid tagajärgi, nagu anorgaaniliste joodsooladega väetamine, tõuseb siiski tunduvalt adruväetuse mõjul väetatud taimede joodisisalduvus. Sellepärast, arvestades meie oludes adru kui odava joodi- ja mitmesugustest taimedele kasulikudest sooladest rikka väetisaine kerge kättesaadavusega, tuleb adruuga väetamist taimede normaalse joodisisalduvuse tõstmiseks soovitavaks pidada, eriti aga Vilsandi saare põllumajanduses.

Ex bibl. univ. Tartu

