

ASUTUSKESKUKSIEN ORGAANISEN JÄTTEEN KÄYTTÖ KASVINVILJELYSSÄ.

TOIVO RAUTAVAARA.

Saapunut 10. 4. 1950.

Ihmiskunnan historia on samalla ruokamullan historiaa. Babylon, Kartago ja muut vanhat kulttuurit ovat tuhoutuneet ruokamullan hävitessä, ja samat ilmiöt jatkuvat tänäkin päivänä missä katastroofimaisina, missä hitaammin. Yhdysvalloissa on täytynyt maataloushallinnon johdolla luoda miljardeja maksava Soil Conservation-organisaatio ja -ohjelma, Etelä-Afrikassa on valtiovallan täytynyt ryhtyä radikaaleihin toimenpiteisiin, ja Skoonessakin on ruokamullan häviäminen kiihtynyt siinä määrin, että piti asettaa valtion komitea pohtimaan sen estämistä — muutaman esimerkin mainitaksemme. Suomessa eivät nämä ilmiöt — maan muheuden väheneminen ja erosio — ole vielä herättäneet samanlaista huomiota kuin monissa muissa maissa. Nähtävästi ne meillä tapahtuvat hitaammin osittain ilmaston vuoksi, osittain meillä yleisten monivuotisten nurmien jarruttamina. Mutta varsinkin voimaperäisesti viljellyillä seuduilla esim. lounais-Suomessa ja asutuskeskusten ympäristössä näkee kyllä paljon esimerkkejä siitä, miten viljely vuosi vuodelta vaikeutuu ja sadon laatu huononee, vaikka satomäärä keinolannoittein saataisiinkin pysymään suurena.

Orgaanisen aineen merkitys kasvinviljelyssä.

Tämän koko ihmiskunnan elintarvikehuoltoon vaikeuttavan pulman perussyynä on ilmeisesti se, ettei ole tajuttu orgaanisen aineen merkitystä kasvinviljelyssä. LIEBIGIN osoitettua epäorgaanisten N-, P- ja K-ravinteiden merkityksen kasveille käytännössä usein erehdyttiin turvautumaan pääasiassa epäorgaanisiin lannoitteisiin, eikä humuksen fysikaalinen ja kemiallinen tutkimus kyennyt riittävän selvästi valaisemaan sen merkitystä ja hoitoa. Vasta kun mikrobiologit ovat osallistuneet työhön, on etenkin WAKSMANIN (44) esittämänä syntynyt uusi dynaaminen näkemys, joka oivaltaa, ettei humus ole pysyvää ainetta, vaan se on alituisten, etupäässä pieneliöiden aiheuttamien muutosten alainen.

Oikeastaan tässä on kysymys koko kasvinviljelyn olemuksesta. Kasvinviljelyä pidetään helposti fotosynteesiteollisuutena, jossa epäorgaaniset raaka-aineet kasvien avulla muunnetaan hiilihydraateiksi, valkuaiseksi ja rasvaksi. Tämä käykin tavallaan päinsä keinotekoisissa oloissa, laboratoriossa ja vesiviljelyssä, mutta peltoviljelyssä se ei kauaa menesty. Biologisessa katsannossa kasvinviljely on tietyn eloyhteisön (biokenoosin) vaalimista sopivin toimenpitein niin, että haluttu kasvilaji siinä kasvaisi mahdollisimman hyvin. Tällaisen eloyhteisön muodostavat paitsi maanpäälliset myös maanalaiset kasvit ja eläimet, ennen kaikkea ne sienet, sädesienet, levät, bakteerit ja yksisoluiset eläimet, joita yhdessä grammassa multaa voi olla kymmeniä miljoonia ja jotka, varsinkin sienet, toimivat eloyhteisön »ruoansulatuselimistönä» hajottaen jätteen uudelleen käyttökelpoiseen muotoon. Monet ruokamullan biologiala koskevat tutkimukset (joihin tässä ei tarkemmin kajota; valaisevimpia niistä on mainittu kirjallisuusluettelossa) viittaavat siihen, että juuri tämä eloyhteisö määrää humuksen tilan ja dynamiikan. Tältä pohjalta syntyy uusi biologis-dynaaminen ajatustapa, jonka ydin voitaisiin lausua seuraavasti: *maan viljavuuden, s.o. sen kyvyn tuottaa jatkuvasti laadultaan ja paljoudeltaan parhaita satoja pienimmin kustannuksin, määrää ensi sijassa sen biologinen tila, joka vaihtelee humuksen eloyhteisön koostumuksen ja sen sukkessiovaiheiden mukaan.*

Maan eloyhteisön tilan määrää sille tarjona oleva ravinto, toisin sanoen orgaaninen aine. Suurin osa tämän eloyhteisön jäsenistä tarvitsee ainakin hiilihydraatteja, vaikka huomattava osa kykenee työntarpeensa tyydyttämään epäorgaanisella tyrellä.

Käytännön kokemus ja kokeet ovatkin osoittaneet orgaanisen aineen välttämättömyyden. Alussa mainitut ruokamullan pelastamisohjelmat niinhyvin USA:ssa, Afrikassa kuin Neuvostoliitossa (47, 48) pitävät silmällä ennen kaikkea kasvinjätteiden ja muun orgaanisen aineen lisäämistä maassa.

Maailmankuulu englantilainen East Mallingin puutarhakoeasema on jo kauan tutkinut maabiologiaa, ja sen viime vuosikirjassa sanotaankin yhteenvetona tutkimuksista maan hedelmällisyyden ylläpitämisestä suomennettuna seuravasti (36):

»Orgaaninen aines on maassa tärkeä monin tavoin. Se on vesivarojen säätelijä; se on ikäänkuin »kemiallinen pesusieni», joka varastoi ravinteita; se vaikuttaa maan biologiseen tilaan, ja esim. sen vaikutus mykorrhizoihin voi olla tärkeä; se vaikuttaa kastematojen lukuisuuteen, ja se näyttää mitä tärkeintä osaa maan sopivan rakenteen ylläpitämisessä antaessaan sen energiaravinnon, minkä elintoimintaansa tarvitsevat mikrobit, jotka synnyttävät maan muheuden. Orgaaninen aines myös estää eroosiota, johon on kiinnitetty liian vähän huomiota. — — Orgaanisen aineen jatkuva ylläpitäminen maassa on ainoa käytännössä mahdollinen menetelmä sellaisen tilan varmistamiseksi maassa, joka on tarpeen kasvien tervettä kasvua varten, ja siten se on erittäin tärkeä tehtävä.»

Amerikkalainen ABBOT sanoo (5):

»Jos kaikki se tieto maan hoidosta, jonka sadan sukupolven mestariviljelijät ovat keränneet, tiivistettäisiin kolmeksi ohjeeksi, yksi niistä varmasti kuuluisi näin: *huolehdi orgaanisen aineksen säännöllisestä ja runsaasta uudistamisesta.*»

Orgaanisen aineksen tarve ja sen tyydyttäminen.

Jos eloyhteisö ei saa lahotettavakseen oman kasvunsa koko tuotantoa, täytyy orgaanista ainetta tuoda siihen muualta. Tarve vaihtelee suuresti ilmaston mukaan, ja kaipaa siten tutkimuksia ja kokeita kullakin viljelysalueella. Keski-Europan kokemuksiin perustuu SAUERLANDTIN (38) antama yleisohje, että vuosittain on orgaanista ainetta saatava maahan takaisin yhtä paljon kuin sadon mukana vietään pois, siis keskimäärin ehkä 5 000 kg kuiva-ainetta ha kohti. Tarvittava määrä voidaan saada seuraavista lähteistä:

- 1) sadon jätteistä (maahan jäänyt juurimassa, sänki ym.)
- 2) vihantalannoituksesta ja rikkaruohoista
- 3) karjanlannasta
- 4) tuomalla maahan maatalouden ja asutuskeskusten erilaisia jätteenäiteitä sopivasti käsiteltyinä (komposti).

Koska vihantalannoitus ja rikkaruohojen hyväksikäyttö meillä harvoin tulee kysymykseen, sivuutetaan ne tässä. Sensijaan sadon jätteillä on suuri merkitys. Ne vaihtelevat määrältään suuresti. SALONEN (37) on esittänyt eräitä lukuja, jotka ovat samansuuntaisia kuin Saksassa julkaistut. Niiden mukaan eri viljelyskasvien juurimassa on meillä

apila-timoteinurmella	1700—9940 kg/ha
rukiilla	830—2450 »
kauralla	1260—3060 »
pellavalla	860 »
perunalla	660—1110 »

Saksalaisten tutkimusten mukaan on juurikasvisadon maahan jättämä juurimassa noin 200—1500 kg/ha (38). Monivuotisten kasvien, kuten hedelmäpuiden ja marjapensaiden jättämät määrät ovat arvattavasti minimaalisen pieniä, varsinkin jos varisseet lehdetkin korjataan pois. Ruokamullan paksuus, maan rakenne ja sen happamuus todennäköisesti vaikuttavat juurimassan määrään, niin että se meillä useimmiten lienee lähellä pienempiä ääriarvoja. — Esitetyistä luvuista ilmenee, että viljelmillä, missä monivuotisilla nurmilla on suuri osuus kierrossa, juurimassa voi riittää tyydyttämään orgaanisen aineksen tarpeen. Sensijaan muilla viljelyskasveilla se ei riitä. Varsinkin asutuskeskusten ympäristössä ja muussa voimaperäisessä viljelyssä, juurikasveja, vihanneksia, hedelmiä ja marjoja viljeltäessä jää vuotuinen vajuus hyvin suureksi.

Karjanlannalla kuivikeaineineen voidaan vajuusta helposti täyttää meikäläisessä karjavaltaisessa maataloudessa. Mutta asutuskeskuksissa ja niiden ympäristössä ei lantaa ole likimainkaan tarpeeksi saatavissa, ja sen hinta on noussut niin korkeaksi (1000—2000 mk m³ mainitaan Helsingin ja Turun hinnoiksi), ettei sitä kannata käyttää muuhun kuin lasinalaisen viljelyn erikoistarpeisiin.

Maan biologisen tilan ilmaisijaksi epäilemättä sopii sen muheus (saksalaisten »Bodengare», jonka mittaamiseksi on kehitetty menetelmiäkin). Tilastoitujen

havaintojen ja kokeiden puutteessa ei voida esittää lukuja Suomen viljelysmaiden muheudesta eikä sen edellyttämästä orgaanisen aineen vuotuisesta tarpeesta, mutta on ilmeistä, että se varsinkin asutuskeskukusten ympäristössä ja puutarhaviljelmillä on suuri, ja että sen tyydyttämiseen tarvittaisiin kaikki saatavissa olevat jätteaineet.¹

Maahan lisättävän orgaanisen aineen tulee, jotta se täyttäisi biologisen tehtävänsä, olla *kelvollista ravintoa humuksen eloyhteisölle*. Perusravintona sille ovat luonnon järjestyksen mukaan hiilihydraatit, siis selluloosa, hemiselluloosat ym. Sienet, jotka humuksen biologiassa ovat kasvinviljelynkin kannalta tärkeimmät (ne kun muodostavat tärkeitä kasvu-, antibioottisia ym. tehoaineita ja ektoentsyymeillään ym. eritteillään tehokkaasti irroittavat sekä orgaanisia että epäorgaanisia ravinteita kasveille) (45, 46), syövät erittäin nopeasti selluloosaa ja hemiselluloosaa (33). Hiilihydraatit ovat välttämättömiä myös bakteerien kasvulle. Humuksen tyypillinen ja tärkeä polysakkaridiaine (9) syntyy kasviperäisistä hiilihydraateista mikrobitoiminnan tuloksena. Ligniinin hajoittajia on maassa vähän, ja se vaikuttaa jossain määrin hajoamista estävästi. Jätteiden typpipitoisuus voi vaihdella melko väljissä rajoissa riippuen siitä, onko tyyppiä yhteyttävillä bakteereilla tai levillä toimintamahdollisuuksia (13). Lahoamisen lopputuloksessa on C:N = noin 10:1, mutta alkuvaiheessa se voi olla 30:1. Kationien määrän tulee olla riittävä eikä reaktio saa olla hapan, koska se rajoittaa tärkeitten mikrobien, esim. typensitojien toimintaa.

Näitä vaatimuksia eivät täytä meillä tähän asti yleisesti maanparannusaineena ja lannan lisänä käytetyt aineet, suomuta ja turvepehku. Muta on yleensä niin maatunutta, ettei se enää sisällä sienille välttämättömiä ravintoaineita. Turvepehku taas suorastaan ehkäisee mikrobien kasvua. Puunjätteet, kuten sahanpuru, kuoret ja parkkijäte ovat huomattavasti parempia, joskin niiden typenpuute, suuri ligniinimäärä ja hartsit sekä antiseptiset aineet vaikeuttavat käyttöä. Ne on kompostoitava yhdessä muiden biologisesti arvokkaampien aineksien kanssa. Maatalouden jätetuotteista oljet ovat mainittavimmat huolimatta melkoisesta ligniinipitoisuudesta. Olkien C:N-suhde on kuitenkin niin epäedullinen, että ne yksinään maahan lisättyinä vähentävät kasvien saatavilla olevaa tyyppiä. Lisäämällä maahan olkien kera kalkkityppiä tms. voidaan oljet viljavaltaisilla tiloilla silputa peltoon vaikkapa suoraan leikkuupuimurin jäljiltä. Niitä voidaan myös hyvin käyttää kompostin lisäaineena, mutta kuljetuskustannusten vuoksi niitä kannattaa käyttää vain tuotantopaikoillaan.

Kaikkein parhaaksi koostumukseltaan osoittautuu asutuskeskukusten puhtaana-pitojäte, »kuiva roska». Sen tärkeimpänä aineksena ovat paperi ja pahvi, kumpaiset-

¹ Tätä kirjoittajan käsitystä vahvistivat havainnot Ruotsissa ja Tanskassa keväällä 1950. Alnarpin puutarhakoelaitoksen suurissa hedelmäpuiden lannoituskokeissa olivat täysilannoituksenkin saaneet puut lakanneet kasvamasta orgaanisen aineen puutteessa, maan muheuden hävitessä. Muutaman peninkulman päässä, Kööpenhaminan Amagerissa näki metrin paksuista ruokamultaa, joka on 400 vuotta väsymättä kasvanut kaalia ja porkkanaa, tuloksena jokavuotisesta orgaanisen aineen lisäyksestä kaupungin roskajätteiden, karjanlannan ja aumojen katteena käytettyjen olkien ja levien muodossa, mitkä kaikki on aina kynnetty maahan.

kin melkein puhdasta selluloosaa ja siis erinomaista mikrobiravintoa, josta samalla syntyy runsaasti CO₂-kaasua kasvien hiiliravinnoksi. Muut oleellimmat ainekset ovat ruoanjätteet, joukossa typpirikkaita lihan ja kalan perkaus- ja lautasjätteitä, sekä tuhka ja tomu. Tyypeä on tavallisesti täysin riittävästi hiilihydraatteihin verrattuna, ja monissa kasviperäisissä jätteissä on aineksia, jotka auttavat sienistön nopeaan kasvuun. Tuhkan vaikutuksesta reaktio pysyy emäksisellä puolella, ja siinä on tarvittavat kivennäisainekset. Valitettavasti tämä roska on usein kovin karkeata ja sisältää metalli- ja lasiromua, mikä vaikeuttaa sen käyttöä.

Asutuskeskuksien »märkä jäte», talojen viemärien puhdistuskaivoihin kertyvä sakka, vedenpuhdistuslaitosten liete sekä viemärittömien talojen käymäläjäte, ns. latriini sisältävät varsin vähän mikrobiravinnoksi kelpaavia hiilihydraatteja, mutta runsaasti tyypeä ja fosforiakin. Nämä tuotteet sopivat niin ollen hyvin täydentämään kuivaa jätettä.

Asutuskeskuksien jätteiden määrän selvittämiseksi on tämän kirjoittaja suorittanut tiedusteluja, joiden perusteella voidaan esittää seuraavia arviolaskelmia:

Kaupungeissa, kauppaloissa, taajaväkisissä yhdyskunnissa ja muissa väestökeskuksissa asuu maassamme 1 640 000 henkeä. Kuivaa roskaa kertyy niissä 400—900 g henkeä kohti päivässä, keskimäärin noin 180 kg/h/v, eli kaikkiaan n. 300 milj. kg vuodessa. Tämä määrä sisältää arviolta:

60 % org. ainetta	= 180 milj. kg	0,4 % P ₂ O ₅	= 1,2 milj. kg
0,5 % tyypeä	= 1,5 milj. kg	0,4 % K ₂ O	= 1,2 milj. kg

Viemäreillä varustetuissa kaupungeissa ja kauppaloissa asuu meillä yli 1 milj. henkeä, joiden kotitalous- ja klosettiviemäriin menee saksalaisten keskimäärälukujen (11, 12) mukaan arvioiden seuraavat määrät ravinteita vuosittain:

20 milj. kg org. ainetta	1,25 milj. kg P ₂ O ₅
4,4 milj. kg tyypeä	2,4 milj. kg K ₂ O

Mainittakoon tässä yhteydessä, että kivennäislannoitteita tuotiin Suomeen v. 1949 2 110 milj. mkn arvosta. Asutuskeskuksien jätteiden tehokas hyväksikäyttö säästäisi tästä määrästä huomattavan suuren osan ei ainoastaan tuomalla maahan vastaavat määrät N-, P- ja K-ravinteita, vaan myös pidättämällä orgaaniseen ainekseen kivennäislannoitteita, joista nyt suuri osa vuosittain huuhtoutuu veden mukana pois maasta, ja irrottamalla kasvien saataville ravinteita, jotka ovat maassa joutuneet liukenemattomaan tilaan. Varsinkin kalia kykenee humuksen eloyhteisö tavallisesti irrottamaan maasta, ja se saattaa myös huomattavassa määrässä yhteyttää tyypeä.

Johtopäätöksenä näistä tarkasteluista voidaan sanoa, että

- 1) asutuskeskuksien orgaanisen jätteen saanti kasvinviljelyn tarpeisiin on nykyoloissa maassamme välttämättömyys,
- 2) koko jätemäärä voidaan käyttää, mikäli se vain on taloudellisesti käsiteltävissä ja kuljetettavissa,
- 3) tämä jäte on laadultaan erinomaista humuksen eloyhteisön ravintoa ja sisältää lisäksi huomattavan määrän varsinaisia kasvinravinteita, joten sen käyttö edistäisi merkittävästi lannoiteomavaraisuuttamme.

Asutuskeskusten jätteiden tähänastinen käyttö.

Viemäriveredet johdetaan yleensä vesistöihin, jolloin esim. fosfori lopuksi saostuu merenpohjaan Mg- ja Ca-fosfaattina. Tällä tavoin kaupunkiväestö järjestelmällisesti köyhdyttää maan fosforista, suunnilleen 1,5 g henkeä kohti päivässä (2). — Viemärivereden suuri orgaanisen aineen ja typen pitoisuus ja sen ulosteista peräisin oleva bakteeririkkaus aiheuttavat, että vesistöt saastuvat, kalat kuolevat ja pohjaan kerrostuu inhoittavaa anaerobin hajoamisen synnyttämää limaista lietettä. Tämä hygieninen haitta on suurempi kuin ennen osattiin arvata. Esim. Kööpenhaminan kaupunki ohjaa viemäriveretensä yli ½ km pituisella, merenpohjaan lasketulla johdolla syvälle Öresundiin, mutta siitä huolimatta saastutus on ilmeinen, ja Öresundin rannalla olevat kaupungit joutuvat (Malmön puhtaanapitolaitoksen johtaja A. NORDLINGIN kertoman mukaan) pitämään tänä vuonna kokouksen, jossa sovitaan vedenpuhdistustoimenpiteistä yhteisen suunnitelman mukaan. Niinpä onkin kaikkialla maailmassa täytynyt ryhtyä viemäriverettä puhdistamaan, jolloin puhdistuslaitoksien tuotteena syntyy mustaa lietettä (rötslam). Riittävän kauan ilmassa kuivattuna tätä lietettä on käytetty lannoitusaineena, etupäässä sekoitettuna kompostiaineksiin. Biohum-tuotteessa, jota valmistetaan mm. Tukholmassa ja Helsingissä, on liete sekoitettu turvepehkuun. — Puhdistettu vesi sisältää edelleen kaikki liuenneet suolat ja suurehkon määrän orgaanista ainetta, minkä vuoksi se pienissä vesistöissä on vielä sellaisenakin haitallista. Monin paikoin, esim. Berlinin ympäristössä sitä on hyvällä menestyksellä käytetty viljelyksien, varsinkin heinä- ja vihannetarhojen kasteluun ja lannoitukseen. Jossakin se johdetaan lammikoihin, joissa joko planktonkasvit lisääntyvät siinä ja kalat vuorostaan syövät niitä, tai lammikossa viljellään kelluvia vesikasveja, esim. vesihyasinttia (*Eichhornia*) tai limaskaa (*Lemna*), joilla on kyky ottaa vedestä siihen liuenneet suolat ja hyötyä myös orgaanisista aineista. Syntyvä rehevä kasvillisuus korjataan riittävän usein ja kompostoidaan.

Suomessa on viemärivereden puhdistuslaitoksia vain Helsingissä, missä n. 2/5 vesistä kulkee ylikuormitettujen puhdistusasemien kautta, sekä Raumalla, Pietarsaaressa ja Salossa. Turussa ja Lahdessa on käytännössä eräänlainen osittainen puhdistusmenetelmä ja molempien kaupunkien on hygienisistä syistä pakko kiireellisesti ryhtyä toimenpiteisiin puhdistuksen tehostamiseksi. Kaikissa muissa kaupungeissa ja asutuskeskyksissä, joissa monessa ei vielä ole viemäriverkostoakaan, tulee kysymys vedenpuhdistamisesta ja jätteliejun käytöstä päiväjärjestykseen lähiaikoina. Kustannukset ovat huomattavia. Esim. Turussa puhutaan 1 miljardista markasta. Kun yhteiskunta joutuu kantamaan näin suuria kustannuksia, niistä olisi pyrittävä myös saamaan jotain hyötyä pelastamalla maahan edes osa jätteiden arvokkaista aineksista.

Kuivat jätteet ovat niinkään muodostuneet kaupunkien kiusaksi. Tavallisesti ne ajetaan kaatopaikoille, jollaisia esim. Suomen terveydenhoitolainsäädäntö velvoittaa asutuskeskukset perustamaan ja hoitamaan. Kiusallinen haju, kärpästen ja rottien paljous sekä tuulen lennättämät paperit ovat kaatopaikkojen haittoja, joita on mahdoton välttää hyvälläkään hoidolla. Esim. Helsingin kaupungin kaato-

paikan vuotuiset hoitokulut ovat 3,5 milj. mk, ja kun nykyinen kaatopaikka-alue 3 vuoden kuluessa tulee täyteen, ei uutta ole enää löydettävissä lähempää kuin 25—30 km päästä, mikä aiheuttaisi kohtuuttomia kuljetuskustannuksia.

Helsingin kaupunki on suunnitellut ryhtyä polttamaan jätteitä, mikä menetelmä on laajalti käytännössä ympäri maapallon. Polttolaitokset ovat kuitenkin kalliita (rakennuskustannukset Hgissä arvioitu 175 milj. markaksi 60 000 roskatonna varten) ja niiden käyttökustannuksetkin ovat suuret. Roskista täytyy ensin seuloa pois tuhka, hiekka ja muu vaikeasti palava hieno aines, jota tulee 20—40 % ja joka siis on ajettava jonnekin. Roskien polttoarvo on niin pieni, että pahanhajuisten kaasujen välttämiseksi tarvittava lämpötila saavutetaan vain lisäämällä hiiliä tai polttoöljyä. Kytkemällä polttolaitos sähkölaitoksen yhteyteen höyryvoiman tuottajaksi on luultu sen taloudellisuutta voitavan parantaa. Esim. Gentoften ja Aarhusin kaupunkien polttolaitosten lämpötaloudesta suoritettut laskelmat ovat kuitenkin osoittaneet, että jos jätteiden polttoon tarvittu hiili poltetaan yksinään nykyaikaisessa korkeatehoisessa voimalaitoksessa, siitä saadaan enemmän höyryä, kuin jos se poltetaan jätteiden kera!

Polttaminen onkin kaikkein kallein jätteiden käyttötapa, jota sitäpaitsi on vastustettava siitä syystä, että arvokas orgaaninen aine siinä kokonaan tuhoetaan. Menetelmän hygienisyys ei myöskään ole täydellinen. Osa hienojakoisesta jätteestä bakteereineen jää polttamatta; myös palamiskaasut voivat käydä häiritseviksi.

Jo kauan on kaupunkien kuivaa jätettä käytetty kasvinviljelyssä. Niinpä Amagerin puutarhurit ovat käyttäneet Kööpenhaminan kaatopaikan roskaa kompostiaineena ja lannan lisänä lavoihinsa. Hässelbyn suuri kauppapuutarhakeskus on syntynyt Tukholman kaupungin kaatopaikan ympärille. Helsingin ympäristön puutarhurit ovat ostaneet kaatopaikkajätettä suunnilleen 1000 tonnia = 3—4 milj. m³ vuodessa. Tämä erittäin epäsiisti ja vaikeasti käsiteltävä tavara on osoittautunut hevosenlannan veroiseksi lämmönlähteeksi lavoissa.

Parin viime vuosikymmenen aikana on eri tahoilla ponnisteltu menetelmien kehittämiseksi, joilla jäte saataisiin kasvinviljelyssä helposti käytettävään muotoon. Varsinkin Saksassa on jätteen lajittelu kehitetty pitkälle: metalliromu, lumput, luut, jätepaperi, kumiromu, lasi, jopa höyhenet poimitaan erilleen. Sianrehuksi kelpaavat ruoanjätteet on jo taloissa pantu omiin pönttöihinsä. Jäännös seulotaan ja saatu tuote, »Feinmüll», käytetään lannoitusaineena. Paikoin on keski-Euroopassa ja Englannissa rakennettu laitoksia, joissa roskat esim. vasaramyllyissä hienonnetaan ja sitten kompostoidaan. FRANCÉN patentoiman Edaphon-menetelmän mukaan tämä hienonnettu jäte kompostoidaan yhdessä makkilannan kanssa lisäten siihen bakteerikulttuureja ja (Itävalt. pat. N:o 154 652, 1927 ym. patentteja) tuote myydään lannoitusaineeksi. Ranskassa 1927 keksityssä Verdier-menetelmässä hienonnettu jäte kompostoidaan betonialtaissa, joihin on järjestetty ilman kierto. Sir ALBERT HOWARD kehitti Intiassa toimiessaan Indore-menetelmän (19), jossa kaupunkien jätteeseen yhdistetään maatalouden kasvijätteitä, karjanlantaa, tuhkaa ja multaa ja saadaan kompostia, jolla on hämmästyttävän edullinen vaikutus viljelyskasveihin. Menetelmä on varsinkin Intian valtameren ympäristössä, paikoin Afrikassa ja keski- ja etelä-Amerikassa saanut jo huomattavan merkityksen.

Sotavuosina useissa maissa valtiovalta kiinnitti huomiota jätteiden käyttöön elintarviketuotannon lisäämiseksi ja ruokamullan pelastamiseksi. Niinpä Etelä-Afrikassa ins. VAN VUREN (48) sai tehtäväkseen laatia suunnitelman sitä varten.

Indore-menetelmään perustuen hän kehitti ns. Ficksburg-menetelmän, jossa kuiva jäte kompostoidaan matalissa, ilmaputkin varustetuissa altaissa viemäri- ja seulotaan kompostoinnin jälkeen. Myös liikeyritykset ovat ryhtyneet samaan toimintaan. Siellä on patentoitu Earp-Thomasin menetelmä ja perustettu African Organic Fertilizers-niminen yhtiö.

Esimerkkinä lukuisista muista Indore-menetelmään perustuvista jätteiden käyttötavoista mainittakoon vielä Uudessa Seelannissa kehitetty Dannevirke-menetelmä (43), joka sekin yhdistää kompostoimalla kaupunkien kuivan ja märän jätteen ja lisää mahdollisimman suuressa määrässä kasviaineksia kompostiin.

Eri maissa on rekisteröity patentteja, joiden ajatuksena on kivennäislannoitteiden, lähinnä fosfaattien ja nitraattien lisääminen jätteisiin nopean fermentoinnin ja voimakkaan lannoitteen aikaansaamiseksi. Mikään niistä ei ole saanut mainittavaa käyttöä. Sensijaan uusi amerikkalainen Frazer-menetelmä (8), jonka keksijä on tri EWESON sekä rahoittaja ja toimeenpanija autoteollisuuden johtaja FRAZER ja jonka pääperiaatteena on jätteen fermentointi korkeissa siilotorneissa alta puhalletulla ilmalla, saattaa saada huomattavan merkityksen.

Kasvinviljelijän kannalta on Indore-kompostoimismenetelmä monine muunnelmineen erittäin suositeltava. Sitä on kuitenkin mahdonta soveltaa asutuskeskuk- sien jätteiden käyttöön Pohjoismaissa: meillä ovat työpalkat liian kalliita eikä tuotteesta voitaisi saada riittävää hintaa. Vaikka esim. Suomessa paikoin maksetaan keväisin hevosenlannasta tavattoman korkeita hintoja, mikä ilmaisee niukkuutta, on kysytty määrä verraten pieni. Vaikka kompostia, siis orgaanista ainetta tosiasiaassa tarvittaisiin runsaasti melkein kaikkiin viljelysmaihimme, niin viljelijät eivät vielä ymmärrä asiaa eivätkä usein kykenisikään ostamaan tällaista tuotetta.

Koneellinen kompostointi puhtaanapitopulman ratkaisuna.

Näitä pulmia alkoi parikymmentä vuotta sitten pohtia tanskalainen koneteh- tailija ja puutarhanviljelyn harrastaja ins. KAI PEDERSEN. Hän kehitti koneellisen jätteidenkäsittelymenetelmän, joka yksinkertaisuudestaan huolimatta on osoit- tautunut sekä teknillisesti, hygienisesti että biologisesti melkein päihanteelliseksi. Tämä »DANO-konvertoimismenetelmä» tuli julkisuuteen 1938. Sodan jälkeen se on levinnyt kaikista rakennus- ja valuuttavaikeuksista huolimatta niin, että Tans- kassa, Ruotsissa, Saksassa ja Englannissa jo toimivien laitosten lisäksi niitä nyt on suunnitteilla Hollannissa, Ranskassa, Islannissa ja etelä-Amerikassa.

Menetelmän periaate on, että yhdessä yksinkertaisessa koneessa, yhdessä jat- kuvassa työvaiheessa suoritetaan seuraavat tehtävät:

1. eri jätteaineksien sekoittaminen (Egalisering)
2. karkeiden jätteaineksien hienontaminen (Granulering)
3. kelvottoman aineksen (puu, metalli ym) erottaminen (Sortering)
4. varsinaisten kompostiaineksien sekoittaminen (Egalisering).

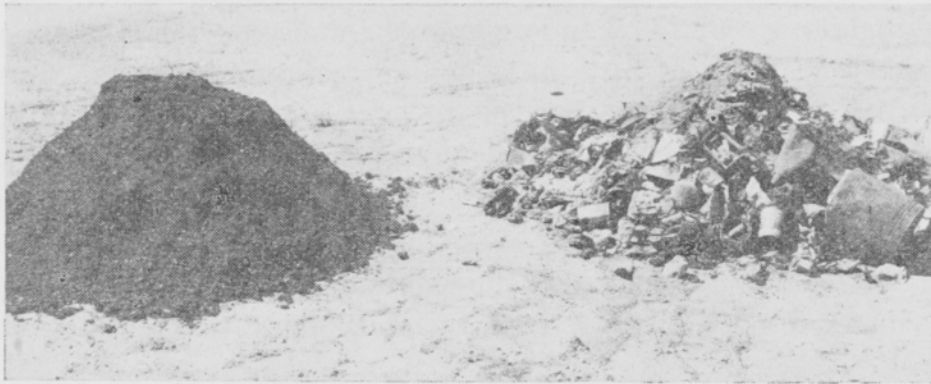
Tämä tapahtuu parin kolmen metrin läpimittaisessa hitaasti pyörivässä rummussa, jonka nimeksi on edellämainittujen sanojen alkukirjainten mukaan annettu Egsetor. Siinä roskat pyöriessään ja

sekoituessaan tehokkaasti jauhaantuvat toisiaan ja rummun seinämien teräsripoja vastaan niin, että esim. paperit ja pahvit kosteuden tasoituessa piankin hajoavat hienoksi ja yhtyen ruoanjätteiden, tuhkan ym. kanssa muodostavat löyhiä, harmaita, 0,5—2 sm suuruisia kappaleita, jotka poistuvat egsetorista seulalevyn läpi.

Paikalle ajetut roskat tyhjenetään sopivimmin kuiluun, jonka pohjalta kuljetushihna lähtee viemään niitä egsetoriin. Jos halutaan etukäteen poistaa metalli- ym. romu, peltitölkit, pullot jne., voi lajittelija seistä hihnan ääressä. Kova jäte, joka menee egsetoriin, jää siellä seulontajätteeksi. Se poistuu itsestään eri luukusta ja käytetään täytemaana (tällaista romujätettä kertyy tavallisesti 10—15 %). Lasi- ja posliinipalat hienontuvat, kuluvat tylsäsärmäisiksi ja menevät vaarattomina kompostiin, ellei niitä ole ennakolta poistettu.

Tämän kirjoittaja tutustui helmik. 1950 Ruotsissa ja Tanskassa matkustaessaan 5 käynnissäolevaan ja 1 rakenteillaolevaan Dano-laitokseen todeten, että pienien, yksinkertaisten laitosten teho on erittäin hyvä. Jos egsetorin kapasiteettia halutaan lisätä, voidaan sen eteen rakentaa pyörivä siilorumpu, jossa esikäsitelty roska menee puolta nopeammin egsetorin läpi.

Laitoksen tuote, tuore Dano-komposti on muutaman tunnin käsittelyn tuloksena tasa-aineista, tummanharmaata, kuohkeaa, karkean mururakenteista ainetta, joka on käytännöllisesti katsoen hajutonta eikä kiinnosta sen enempää karpäsiä kuin rottiaakaan. Itse laitos ei myöskään haise (paitsi sen



Kuva 1. Oikealla: tyypillistä kaupungin kaatopaikkajätettä; vasemmalla: siitä tehtyä Dano-kompostia

hetken kun haiseva kuorma sinne tyhjenetään), ja se voidaan siis sijoittaa vaikka keskelle kaupunkia kuljetusten rationalisointitarpeen mukaan. Yleensä ne kuitenkin ovat kaupungin laidoilla, jotta kompostin käyttäjillä olisi lyhyemmät kuljetusmatkat.

Eräissä paikoissa tuoreeseen Dano-kompostiin sekoitetaan vetelää latriinia (makkilantaa). Sekoitusrummista tuleva tuote on tässäkin tapauksessa siistin näköistä sekä hajutonta. Toisissa paikoissa taas Dano-kompostiin sekoitetaan viemärivereden puhdistuslietettä. Tämä epämiellyttävä ja vaikeasti käsiteltävä tuote sekaantuu ja imeytyy niinikään erinomaisesti kompostiin.

Koko prosessi on järjestetty jatkuvaksi ja itsetoimivaksi. Viimeisenä vaiheena voi olla kuljetushihna, joka siirtää tuotteen varastosäiliöön (pudotettavaksi suoraan sitä noutaviin ajoneuvoihin) tai kasoihin, joissa komposti saa kypsyä, tai esim. raidevaunuihin, joilla se viedään täyte- tai peite- maata kaipaaville paikoille. Jos käsitellään vain kuivaa roskaa, voi yksi mies hoitaa suurenkin laitoksen. Latriinin tai viemärilietteen käsittely tietenkin vaatii lisää työvoimaa.

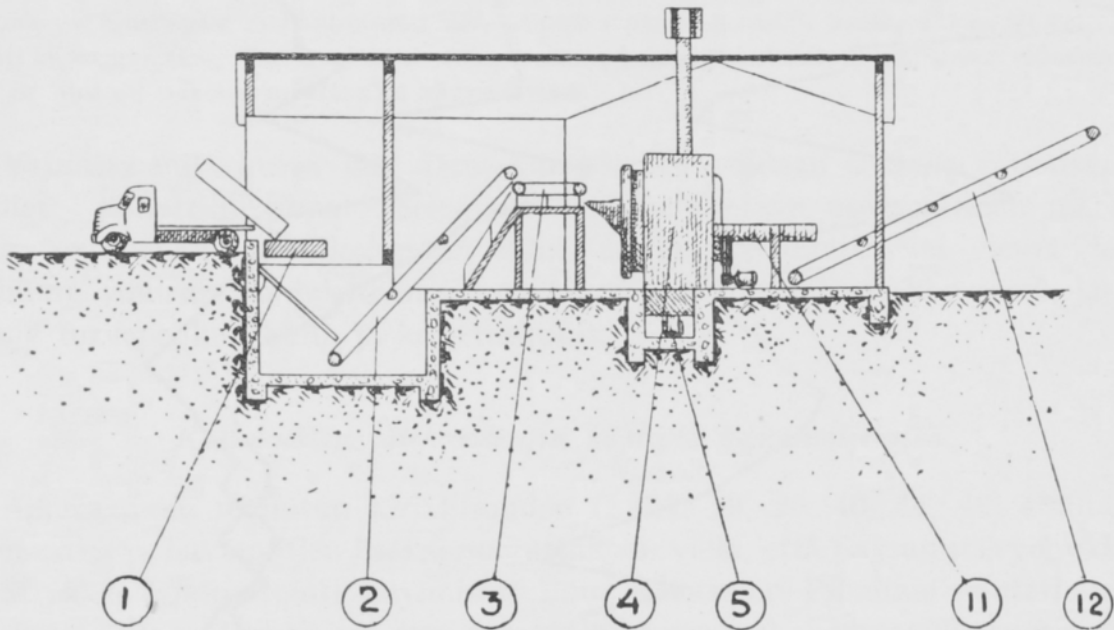
Menetelmä soveltuu erittäin hyvin eri paikkakuntien tarpeisiin. Niinpä Nyborgissa melkein koko kompostimäärä käytetään alavan ranta-alueen täyttämiseen arvokkaaksi tonttialueeksi (hygienisk terrängutvinning). Monin paikoin sitä käytetään kaupungin puistojen ja muiden alueiden maanparannusaineena, yksinkertaisesti levittäen sitä maan pinnalle, missä se nopeasti multuu. Yleisimmin menee tuote kasvinviljelyn tarpeisiin.

Dano-menetelmän tehokkuuden biologinen selitys lienee seuraava. Ensinnäkin ainesten tehokas sekoittaminen ja homogenisointi jakaa sekä pieneliöstön että niiden ravinnon tasaisesti koko massaan. Runsas paperiaines kostuessaan adsorboi mm. hajuaineet, joiden muodostuminen loppuu tehokkaan aerobisen käsittelyn vaikutuksesta, kun aines tuntikausia pyörii ja putoaa ilmapissa rummussa.

Tämä aerobioosi suosii etenkin sienten kasvua. Sen saattaa helposti havaita tarkastellessa kypsävää Dano-kompostia. Voimakas mullan haju osoittaa sädesienten tavattomasti lisääntyneen, samoin kuin vaaleat huovastorihmat osoittavat lukuisien maasienten olemassa oloa. Keskellä talvea näki Tukholman Täbyssä palamislämpöään höyryävien Dano-kompostikasojen pinnalla kookkaita, jopa 5 cm läpimittaisia maljasieniä, *Peziza vesiculosa*-lajia, runsaina ryhminä kasvamassa. Sienten lisääntymistä on pidettävä kasvinviljelyn kannalta suotuisana, koska ne ovat humuksen eloyhteisön jäsenistä kasveille monipuolisimmin hyödyllisiä.



Kuva 2. Puhtaanapitojätteen kompostoimislaitos Karlskoga Ruotsissa. Vasemmalla pyörivän egsetor-rummun pääty; kuivan jätteen käsittelyyn ei tarvita muuta. Oikealla latriinipönttöjen vastaanotto, sulatusosasto (talvella), tyhjennys ja pesu. Keskellä latriinin homogenisointi- ja kompostin sekoituskoneistot. Etualalla kompostin varastoimisalue.



Kuva 3. Koneellinen kuivan ja märän jätteen kompostoimislaitos (Dano). Teho 18 tonnia 8 tunnissa. 1) Puhtaanapitoautojen tyhjennys. 2) Lamellikuppi-siirtolaite. 3) Lajittelunauha romunkeruuta varten. 4) »Egsetor» eli konvertoimisrumpu. 5) Kuljetusnauha märälle osastolle (latriinipönttöjen tai lieteautojen tyhjennys takana). 11) Kuivan kompostin ja latriinin tai lietteen sekoituslieriö. 12) Kuljetusnauha lastauspaikalle.



Kuva 4. Lämpötilan vaihtelevat laivoissa ja ulkoilmassa. Mittaukset tehty Köpenhaminassa talvella 1942 kokossa, jossa tutkittiin kaupungin kuivan jätteen käyttöä laivoissa. Ylin käyrä = Danmo-komposti; keskimäinen käyrä = hevosien lanta; alin käyrä = ulkoilman lämpötilä.

Jos tuore Dano-komposti varastoidaan, kuumenee se tasaisesti ja varmasti. Lämpötila nousee niin korkealle, että jätteessä tai latriinissa mahdollisesti olleet patogeenit mikrobit tuhoutuvat. Tässä tilassa, siis varastoituna, on Dano-komposti mm. ruotsalaisten kaupunkien hankkimien bakteriologisten asiantuntijalausuntojen mukaan hygienisin jätteiden käyttömuoto.

Kun kaikki muut samansuuntaiset menetelmät ovat paljon monimutkaisempia, herää kysymys, tarjoavatko niiden erikoispiirteet, kuten jätteen jauhaminen vasaramyllyssä tai bakteerikulttuurien ymppeäys kompostiin, vastaavia etuja. Jauhaimislaitteet ovat saksalaisissa ja englantilaisissa laitoksissa osoittautuneet epäkäytännöllisiksi. Ne joutuvat helposti epäkuntoon ja niiden kapasiteetti on pieni, mutta voimankulutus suuri. Bakteerikulttuureista taas ovat professorit ORLA-JENSEN ja BARTHEL esittäneet käsityksensä, ettei niillä ole merkitystä kompostoinnissa. Biologisesti tämä onkin hyvin ymmärrettävää. Monipuolisessa jäteseoksessa on kaikkia tarvittavia mikrobeja, ja käsittelystä riippuu, mitkä niistä lisääntyvät eniten ja saavat vallitsevan aseman. Toisaalta taas ei haluttuja mikrobeja saada ymppeämälläkään kasvamaan, elleivät olosuhteet ole niille suotuisat.

Ainakin tällä hetkellä tiedossa olevista menetelmistä on edellä selostettu koneellinen kompostointi ilmeisesti sekä suurkaupunkien että pienehköjenkin (yli 5000 asukasta) väestökeskusten mukavin ja taloudellisin puhtaanapitopulman ratkaisu (39).

Malmön kaupunki, joka oli suunnitellut polttolaitosta, on nyt lykännyt tämän suunnitelman ja rakentaa sensijaan Dano-laitoksen, joka maksaa 325 000 kr. Polttolaitos maksaa vastavasti 2 100 000 kr. Korot ja kuoletukset mukaanlukien tulee jätetonnin käsittely tässä Dano-laitoksessa maksamaan 8 kr ja polttolaitoksessa 11 kr. Helsinkiin suunnitellun polttolaitoksen kustannusarvio on 175 milj. mk, vastaavan Dano-koneiston 975 000 Tkr. eli rakennuksineen korkeintaan 40—50 milj. mk. — Uusimpien englantilaisten menetelmien mukaan hoidettu kaatopaikka (23) tulee näennäisesti huokeammaksi, mutta sitä ei voida verrata kompostoimislaitokseen, koska viimeainitun tuote on ainakin osittain myytäväksi käytettävissä.

Valmistamalla kuiva jäte Dano-kompostiksi voidaan samalla ratkaista viemäriete- ja latriinipulmat. Sensijaan että kuljetetaan usein pitkien matkojen takaa turvepehkuja ja sekoitetaan siihen latriinia (pudretti) tai viemäriletettä (Biohum), voidaan turvepehkun sijasta käyttää tuoretta Dano-kompostia ja siten säästää turvepehkun hinta ja kuljetuskulut.

Kokemuksia jätekompostin käytöstä kasvinviljelyssä.

Aikaisemmin mainitun kirjallisuuden (1, 11, 19, 20, 40, 44, 46) sisältämien kokemusten ja havaintojen lisäksi mainittakoon vielä, että Saksan itävyöhykkeellä on jätteiden kompostointi käynnissä; mm. REINHOLD Pillnitzin puutarhakoelaitoksella ja QUAAS Leipzigissä ovat saaneet kokeissa roskakompostilla suuria sadonlisäyksiä¹. Prof. TRÉNEL (42) käytti Potsdam-Rehbrückessä roskakompostia autio-

¹ Tiedot kirjoittajan tutkimusmatkalta Saksaan kesällä 1949 sekä kirjeenvaihdosta tri QUAASIN kanssa.

maalle ja antoi vertailuruuduille täyden mineraalilannoituksen saaden mm. 175 % suuremman kaura-sadon kompostiruuduilta. Tri SCHURIG käytti tiluksillaan vuodesta 1924 alkaen Berlinin roskakompostia suuria määriä ja sai juurikasveista, hampusta ja viljoista huomattavia sadonparannuksia. Tri PFEIL Dahlemissa toteaa niinkään kokeittensa tuloksena, että suurkaupungin jätekompostilla saadaan suurempia satoja kuin runsaalla väkilannoituksella.

Dano-kompostin vaikutusta on kokeiltu sekä Kööpenhaminassa (PEDERSEN, 29) että Alnarpissa (LAMM, 26) ja Tukholmassa (GREEN, 14). Ultunassa on kokeita paraikaa käynnissä. Niistä samoin kuin käytännön kokemuksista on ilmennyt, että Dano-kompostilla on kasvinviljelyssä kaksi tärkeää käyttötapaa:

- 1) tuore Dano-komposti sopii lavoihin, joissa se antaa enemmän ja tasaisempaa lämpöä kuin hevosenlanta,
- 2) kypsä, varastoitu Dano-komposti on erinomaista lannoitus- ja maanparannusainetta kaikkiin viljelysmaihin, puutarhoihin, nurmikoille jne.

Vihannesten viljelyskokeissa Tanskassa 1945 saatiin seuraavia tuloksia¹:

Eri lannoituskokeiden satosuhdeluvut verrattuna viemärihietteen vaikutukseen

$$(V_5 = 100)$$

	O	H	N	D ₅	V ₅	D ₁₀	V ₁₀
Valkokaali	58	101	100	140	100	157	112
Punakaali	107	156	181	209	100	222	140
Purjo	75	110	112	130	100	135	110
Selleri	67	217	221	294	100	306	94

O = lannoittamaton

H = hevosenlantaa 5 kg/m²

N = nitrofoskaa 0,1 kg/m²

D₅ = Dano-kompostia 5 kg/m²

V₅ = viemärihietettä 5 kg/m²

D₁₀ = Dano-kompostia 10 kg/m²

V₁₀ = viemärihietettä 10 kg/m²

Kokeissa on siis parhaat sadot saatu Dano-kompostilla, joka osoittautui lähes 50 % paremmaksi kuin hevosenlanta ja nitrofoska, jotka vuorostaan olivat huomattavasti parempia kuin viemärihiete. Jo 5 kg Dano-kompostia neliometrille näyttää olevan riittävä annos.

Kaupunkien jätekompostin käyttömahdollisuudet Suomessa.

Kun marraskuussa 1949 Helsingin Puutarhaseuran taholta kiinnitettiin kaupungin huomiota roskien koneelliseen kompostointiin suunnitellun polttolaitoksen sijasta, asianomaiset virkamiehet esittivät epäilyksiä, etteivät puutarhurit ja maan-

¹ Luvut ovat Kööpenhaminan puutarhaseuran prof. PEDERSENIN valvonnassa suorittamien kokeiden julkaisemattomia tuloksia.

viljelijät ostaisi kysymyksessään olevia suuria kompostimääriä. Puutarhaviljelijäin Liiton suorittama arviolaskelma osoitti, että Helsingin lähiympäristön lannantarve on nykyisin noin 10 milj. kg/v. Kun kuivan roskan määrä Helsingissä on 60—70 milj. kg/v, mistä kompostia tulisi arviolta 40 milj. kg/v, on ainakin aluksi ilmeistä, ettei läheskään koko määrää saataisi myydyksi. Koska sama pulma suunnilleen samoissa paljoussuhteissa ilmennee muissakin asutuskeskuksissa, on syytä koskella asiaa lähemmin.

Ensinnäkin on huomattava, että kaupungeilla ja kauppaloilla on paitsi puisto- ja tonttimaita usein varsin suuria alueita maatalousmaata. Yli 10 000 asukkaan kaupunkien ja kauppala-alueilla, joissa jätteiden koneellinen kompostointi välttämättömmin tulisi kysymykseen, oli 1941 yli 50 000 ha peltoa ja puutarhaa. Jos kompostia annettaisiin 5 kg/m², ei näiden kaupunkien vuotuinen jätemäärä (arviolta 200 milj. kg) riittäisi edes omien puistojen ja peltojen maanparannukseksi. Joutomaita olisi helppo yhdessä vuodessa muuttaa nurmikoiksi ja puistoiksi käyttämällä suuria kompostimääriä.

Toiseksi tällainen komposti on siisteytensä ja hygienisyytensä vuoksi erinomaista täytemaaksi, johon tarkoitukseen sitä voidaan käyttää aivan asutuksen keskelläkin.

Ilmeisesti asutuskeskukset voisivat siis käyttää hyödyllisesti kaiken sen kompostin, mitä ei saada myydyksi.

Toisaalta on huomattava, että nykyiset lannankulutusluvut eivät kelpaa kompostin kulutusarvion perustaksi. Jos siistiä, helposti käsiteltävää tuotetta pidetään tarjolla edulliseen hintaan ja kuljetukset järjestetään järkipäisesti, ei liene epäilystä, etteivätkö varsinkin esi- ja huvilakaupunkien ja omakotialueiden tontinomistajat, siirtolapuutarha- ja palstaviljelijät ryhtyisi kompostia käyttämään, kunhan harjoitetaan neuvontaa. Kulutus kauppapuutarhoissa ja maataloudessa voisi ilmeisesti jatkuvasti lisääntyä, kun kompostin saanti tekisi mahdolliseksi laajentaa viljelyksiä ja lisätä niiden voimaperäisyyttä. Täten varmaan saataisiin asutuskeskusten väestölle entistä parempia ja huokeampia elintarvikkeita. Kaupungit samalla maksaisivat kasvinviljelylle velkaansa, joka vuosittain lisääntyy sen vuoksi, että kaupungit ottavat kasvinviljelyn sadon, mutta eivät anna jätettä takaisin maahan.

Puutarhaviljelijäin Liiton vuosikokous 20 p:nä maaliskuuta 1950 päätti pyytää valtiohallituksen toimenpiteitä asutuskeskusten jätteiden käytön kehittämiseksi silmälläpitäen kasvinviljelyn tarpeita. Nykyinen terveydenhoitosääntö vuodelta 1927 (§ 37) velvoittaa kaupungit osoittamaan »tarpeellisen määrän yleisiä kaatopaikkoja». Sisäasiainministeriö voisi tätä vanhentunutta määräystä helposti täydentää velvoittamalla ylläpitämään näitä kaato- ja kompostointipaikkoja sillä tavoin, että niihin kertyvää jätettä voitaisiin käyttää kasvinviljelyn hyväksi.

Yhteenveto.

Kasvinviljelyn edellytyksien tarkastelu biologisesta ja dynaamisesta näkökulmasta osoittaa orgaanisen aineen välttämättömyyden ja sen jatkuvan tarpeen vil-

jelysmaissa. Tämän aineksen tulisi olla mikrobeille ravinnoksi kelpaavaa, minkä vaatimuksen täyttävät karjanlanta, kasvinjätteet ja asutuskeskuksien selluloosa-pitoinen roska. Viimeksimainittu on asutuskeskuksien ympäristössä ainoa kyllin runsas ja taloudellinen aines tarkoitukseen käytettäväksi.

Kaatopaikoille ajamisen tai polttamisen sijasta voitaisiin asutuskeskuksien orgaaninen jäte kompostoida kasvinviljelyssä käyttökelpoiseksi. Lukuisista tarjolla-olevista menetelmistä näyttää koneellinen kompostointi Pohjoismaiden oloihin sopivimmalta. Esitetyt tanskalaiset ja ruotsalaiset kokemukset ja koetulokset valaisevat tällaisen kompostin arvoa tuoreena, esim. lämpölavoissa hevosennannan sijasta, sekä kypsytettynä lannoitus- ja maanparannusaineena. Vaikka ei voidaakaan edellyttää, että kaupunkien koko jätemäärää vastaava komposti saataisiin myydyksi, on sille hyödyllisiä käyttömahdollisuuksia. Tähänastisin menetelmin käsitelty roska menee kokonaan hukkaan. Kustannukset ovat silti lähes samat, jopa polttolaitoksissa suuremmat kuin koneellisessa kompostoinnissa.

KIRJALLISUUTTA.

- (1) BALFOUR, E. B. 1949. The living soil. 270 p. London.
- (2) BORGSTRÖM, GEORG, 1949. Den moderna kemins plats i livsmedelsproduktionen. Tekn. Tidskr., 79: 37, p. 725—33.
- (3) BOURSNEL, J. 1949. (Mycorrhiza.) Nature, 164, p. 1041—1042.
- (4) BRIAN, P. W. & HEMMING, H. G. 1945. Gliotoxin, a fungistatic metabolic product of *Trichoderma viride*. Ann. appl. biol., 32, p. 214—220.
- (5) BURLING, GUSTAV 1949. Jordbrukets mullproblem. 16 p. Stockholm.
- (6) CLARKE, G., BANERJEE, S. C., NAIB, HUSAIN M. & QAYUM, A. 1922. Nitrate Fluctuations in the Gangetic alluvium, and some aspects of the nitrogen problem in India. Agric. J. of India, XVII, p. 200—218.
- (7) DAVIES, WILLIAM 1948. Grassland as a biotic community. J. Brit. Grassl. Soc., 3, p. 171—176.
- (8) EWESON, ERIC 1949. Manufactured compost from farm wastes and city sewage. Chemurgic Digest 1949, 3, p. 9—12.
- (9) FORSYTH, W. G. C. 1950. Studies on the more soluble complexes of soil organic matter. Biochem. J. 1947, 41, p. 176; Ibid. 1950, 46, p. 141—146.
- (10) FOWLER, G. F. Recent experiments in the preparation of organic manure. Agric. J. of India, XXV: 5, p. 363.
- (11) FRANCÉ, R. 1936. Saubere Städte, blühendes Land, gesunde Menschen. Salzburger Volksblatt, 187.
- (12) —»— 1937. Gesundheits-Ing. 1937, p. 491—492; Ibid. 1939, p. 255—257; Die Gemeindefechnik 1943, p. 163—166.
- (13) GAINNEY, P. L. 1949. Effect of inoculating a soil with *Azotobacter* upon plant growth and nitrogen balance. J. Agr. Res. 78: 11, p. 405—411.
- (14) GREEN, SVEN 1949. Danokompost som drivbänks gödsel. Viola, 55: 44 (2. nov. 1949).
- (15) HAENSELER, C. M. 1949. Plant Disease Reporter (USDA), 33: 9.
- (16) HOPP, HENRY & SLATER, CLARENCE S. 1949. The effect of earthworms on the productivity of agricultural soil. J. Agr. Res., 78: 10, p. 325—339.
- (17) HOWARD, SIR ALBERT 1925. The effect of grass on trees. Proc. Royal Soc. B., XCVII, p. 116—138.
- (18) —»— 1938. Insects and fungi in agriculture. Empire Cotton Growing Rev., XV, p. 160—170.

- (19) HOWARD, SIR ALBERT 1943. An agricultural testament. 253 p. London.
- (20) —»— 1944. Farming and gardening for health and disease. London.
- (21) HUTCHISON, H. B. & RICHARDS, E. H. 1921. Artificial farmyard manure. *J. Min. Agric.*, 28, p. 398.
- (22) JENKINS, S. H. 1935. Organic manures. *Imp. Bur. Soil. Sci. Tech. Comm.*, 33.
- (23) JONES, B. B. & OWEN, F. 1934. Some notes on the scientific aspects of controlled tipping. City of Manchester, 1934.
- (24) KADEN, OSKAR F. 1949. *Gordian*, 1163—1166.
- (25) KRAMER, PAUL J. & WILBUR, KARL M. 1949. Absorption of radioactive phosphorus by mycorrhizal roots of pine. *Science*, 110, p. 8—9.
- (26) LAMM, R. 1942. Orienterande försök med Danogödsel. *Medd. från Statens Trädgårdsförsök*, 14, p. 15.
- (27) MILLS, CLARENCE A. 1949. *Org. Gard. 1950*: 3, p. 26.
- (28) NEILSON-JONES, W. 1941. Biological aspects of soil fertility. *J. Agr. Res.*, 31: 4.
- (29) PEDERSEN, A. 1939. Dagrenovation-Danogödning. *Gartner-Tidende*, 55: 50.
- (30) PICTON, L. J. 1924. The economic disposal of excreta: garden sanitation. *Brit. Med. J.* 1924, Feb. 9th, p. 113—115.
- (31) RAYNER, M. C. 1934. *Forestry*, 8, p. 96—123.
- (32) RAYNER, M. C. & NEILSON-JONES, W. 1944. Problems in tree nutrition. 184 p. London.
- (33) REGE, R. D. 1927. Biochemical decomposition of cellulose materials. *Ann. Appl Biol.*, 14: 1, p. 1—44.
- (34) ROBINSON, D. M. 1947. Municipal composting in New Zealand. *Soil and Health*, 1947: 2, p. 79—81.
- (35) ROCKWELL, B. A. 1949. The soil and human health. *Better Crops with Plant Food*, May 1949, p. 15.
- (36) ROGERS, W. S. & GREENHAM, D. W. P. 1949. The maintenance of soil fertility in orchards. *Ann. Rep. 1948, East Malling Res. Sta.*, p. 124—127.
- (37) SALONEN, MARTTI 1949. Viljelyskasvien juurten sijainnista maassa. *Koetöiminta ja Käytäntö*, 10.
- (38) SAUERLANDT, WALTHER 1949. Humusfragen auf dem Ackerland. *Archiv der D. Landw. Ges.*, 3, p. 70—82.
- (39) SONESSON, NILS 1942. Nyttiggörandet av större samhällens sopavfall i jordförbättringssyfte. *Sv. Statsförbundets Tidskr.*, 34: 6, Särtr.
- (40) SWANSON, C. L. W. 1949. Preparation and use of composts, night soil, green manures and unusual fertilizing materials in Japan. *Agronomy J.*, 41, p. 276—282.
- (41) TIMSON, S. D. 1938. *Rhodesia Agr. J.*, Oct. 1938, p. 79.
- (42) TRÉNEL, M. Ist verrotteter Müll ein gutes Mittel zur Bodenverbesserung leichter Böden? *Natur u. Nahrung*, 1950, 3/4, p. 11—13.
- (43) TRUMAN, H. A. 1947. The Dannevirke scheme for the utilization of organic wastes. *Soil and Health*, 2: 4, p. 223—5.
- (44) WAKSMAN, SELMAN A. 1938. Humus. Origin, chemical composition and importance in nature. 526 p. Baltimore.
- (45) VARTIOVAARA, U. 1935. Maaperän sienten aineenvaihduntaa koskevia tutkimuksia. (Summary: Studies on the metabolism of soil fungi.). *Acta Agralia Fennica*, 32, p. 1—112.
- (46) —»— 1938. The influence of the duration of the growth of fungal tissue upon its decomposition. *Maataloustieteell. Aikakauskirja*, 10, p. 312—325.
- (47) WILLIAMS, W. R. 1948. Principles of agriculture. 156 p. London.
- (48) VAN VUREN, J. P. J. 1949. Soil fertility and sewage. 236 p. London.

SUMMARY.

THE USE OF TOWN AND VILLAGE WASTE IN PLANT PRODUCTION.

TOIVO RAUTAVAARA.

Reporting on conceptions to date regarding the significance of organic matter in the soil, the author presents a biogeo-dynamic view on plant production: soil fertility — i. e. its ability to produce both qualitatively and quantitatively the best crops at a minimum of cost — is primarily determined by its biological condition, varying in accordance with the composition and the succession phases of the biotic community (biocoenose) of the humus. This biocoenose of the humus has a twofold activity: the production of organic matter and its decomposition. If man ignores this perpetual circulation by harvesting his crop and by administering only mineral salts to the plants direct, the biocoenose loses its equilibrium and is destroyed. The result is the disappearance of top soil, erosion, and the degeneration of plants, animals and man. This can only be averted by providing the biocoenose of the humus with sufficient quantities of such organic matter that the biocoenose can use as source of carbohydrates and other nutrients.

The quantity required varies in the different climates and conditions. A part of it is obtained as the waste of crop, primarily roots. According to SAUERLANDT (38) and SALONEN (37), the author states, if the objective is to replace annually with equal quantities of organic matter the amount lost from the biocoenose in the form of the crop, clover is the only plant cultivated in Finland that leaves an adequate amount of root stock in the soil. Cereals and particularly root vegetables and greens leave far too little of it, fruit trees and berry bushes less still. The deficit can be replenished by correctly prepared cattle manure containing enough straw. But in the neighbourhood of towns and villages, where mainly intense gardening is practised, the amounts of manure available are grossly inadequate. The best source of organic matter in such conditions is the refuse of population centres, containing mainly paper, food waste and ashes. Its composition makes this waste ideal nutrition for the fungi, actinomycetes and bacteria which play the main part in the humus. They require the carbohydrates offered to them in readily digestible form, as by the cellulose in paper.

The population in towns and other centres of population in Finland totals 1,640,000, producing approx. 300 million kg dry waste annually. Approx. 1 million people live in areas furnished with sewage facilities. The N, P and K salts contained in wet and dry waste are alone very valuable; at the same time, mineral fertilisers were imported to Finland 1949 to the value of 2,110 million marks. — At the moment dry waste from all Finnish towns is taken to dumps, but in Helsinki for instance no dumps will be available within a reasonable distance in 3 years, for which reason an incinerator has been planned. At their meeting of November 24, 1949, the Helsinki Horticultural Society decided to request the Municipal Administration to alter their resolution. At their annual meeting of March 20, 1950, the Association of Horticulturists adopted a resolution demanding the Government to initiate investigations and to supplement the items on disposal of refuse included in the Act on Public Health.

After a review of the uses of dry waste in the different parts of the world, the author comes to the conclusion that the high wages paid in Finland do not permit the use of the laborious Indore Method and its variations. But a very simple and both technically and biologically successful method and equipment (Dano) has been invented in Denmark, and the author has studied it in some Danish and Swedish towns. A single slowly revolving drum mixes, reduces, granulates, sorts and empties the waste automatically onto a conveyor belt, untouched by hand, converting it in a few hours into an odourless, porous grey product, very easy and convenient to handle. While fresh this product develops a better and more even heat in nursery beds than horse manure. »Ripe», i.e. fermented in heaps, it is excellent manure and soil improvement matter, increasing the crops of all cultivated plants. If no buyers are found for the product, it can be used as clean soil filling to provide valuable plot land. Aerobic fungi and bacteria increase rapidly in the product, and while stored in heaps its own heat makes it self-pasteurising, and it is therefore absolutely hygienic. In Northern conditions it is obviously the

most advantageous method of waste treatment, more so than controlled tipping, not to mention burning which is most expensive of all. Sewage or night soil can easily be combined with Dano compost, as is done e.g. at Karlskoga in Sweden, and in that case too the product is odourless and hygienic.

The conclusions of the author are as follows:

To prevent the disappearance of humus top soil, to reduce the necessity for purchasing fertilisers, to lower the high cultivation costs occasioned by exceedingly high manure prices, and to improve the quality of cultivated products, the tendency should be to treat both dry and wet town and village waste so that it can be utilised in household and market gardens, in agriculture and for the improvement of waste soils. This can be done successfully, with technical and biological advantages employing the mechanical composting method, e.g. Dano convertor equipment.
