

---

**SIEMENMUKULAN KOON JA MUODON VAIKUTUKSET  
MAA-ARTISOKAN (*Helianthus tuberosus* L.) SATOON**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa 7.5.2010

Tutta Tyrsky

---

Puutarhatalouden koulutusohjelma  
Hattula

Työn nimi                      Siemenmukulan koon ja muodon vaikutukset maa-artistokan  
(*Helianthus tuberosus* L.) satoon

Tekijä                              Tutta Tyrsky

Ohjaava opettaja              Sirkka Jaakkola

Hyväksytty                      \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.20\_\_\_\_

Hyväksyjä

LEPAA  
Puutarhatalouden koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Tutta Tyrsky	<b>Vuosi</b> 2010
<b>Työn nimi</b>	Siemenmukulan koon ja muodon vaikutukset maa-artistokan ( <i>Helianthus tuberosus</i> L.) satoon	

---

## TIIVISTELMÄ

Maa-artistokan mukula on epäsäännöllisen muotonsa takia vaikea pestävä ja kuorittava, mikä vähentää sen suosiota markkinoilla. Tarkoituksena oli kenttäkokeen avulla selvittää maa-artistokan siemenmukulan valinnan vaikutuksia sadon määrään sekä satomukuloiden kokoon ja muotoon. Työn toisena tavoitteena oli koota maa-artistokasta suomenkielinen tietopaketti ulkomaisia lähteitä hyödyntämällä, sillä kasvista on saatavilla hyvin vähän tietoa suomen kielellä.

Kenttäkoe toteutettiin maanviljelijä Hannu Rinnekarin tilalla Nurmijärven Perttulassa. Tutkimuksessa käytettiin kolmea eri mukulatyyppeä: sileä ja 10-30 g painoinen, sileä ja 60-100 g painoinen sekä hyvin epäsäännöllisen muotoinen ja 200-500 g painoinen.

Satomäärä kasvoi sitä mukaa, mitä isompaa siemenmukulaa käytettiin. Siemenmukulan koolla oli vaikutusta myös satomukulan kokoon: keskikokoiset mukulat tuottivat suurimpia mukuloita. Sen sijaan siemenmukulan koolla tai muodolla ei ollut vaikutusta satomukuloiden muotoon.

**Avainsanat** maa-artistokka, *Helianthus tuberosus*, mukula, viljely, lisääminen

**Sivut** 27 s, + liitteet 1 s

Lepaa  
The Study Programme in Horticultural Production

---

<b>Author</b>	Tutta Tyrsky	<b>Year</b> 2010
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Effects of seed tuber size and shape on Jerusalem artichoke yield	

---

**ABSTRACT**

Jerusalem artichoke tuber is very difficult to wash and peel due to its irregular shape. The aim was to find out the effects of tuber selection on the amount of the yield and the shape and size of the yield tubers. Another goal was to compile information about Jerusalem artichoke in Finnish language.

The field experiment was carried out at the estate of Hannu Rinnekari in Nurmijärvi. There were three experimental treatments: smooth and small (10-30g), smooth and medium sized (60-100g) and irregular and big (200-500g).

The results showed that the amount of crop can be affected by seed tuber selection. The larger the seed tuber the larger was the yield attained. The size of the seed tuber also affected the average size of the crop tuber. The largest tubers were attained by using medium sized seed tubers. However, the size or shape of seed tubers did not affect the shape of yield tubers.

**Keywords** jerusalem artichoke, *Helianthus tuberosus*, tuber, cultivation, propagation

**Pages** 27 p + appendices 1 p

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	MAA-ARTISOKKA VILJELYKASVINA .....	2
2.1	Alkuperä .....	3
2.2	Ulkonäkö .....	3
2.3	Maa-artisokan kasvu ja kehitys .....	5
2.4	Maa-artisokan viljely .....	6
2.5	Sato, sadonkorjuu ja varastointi .....	9
2.6	Kauppakunnostus .....	10
2.7	Kannat ja lajikkeet .....	10
2.8	Jalostus .....	11
2.9	Käyttö .....	12
2.10	Ravintosisältö ja terveysvaikutukset .....	13
3	AINEISTO JA MENETELMÄT .....	15
3.1	Kokeen suorituspaikka .....	15
3.2	Koejäsenet ja kerranteet .....	16
3.3	Istutus- ja hoitotyö .....	18
3.4	Havainnointi kasvukaudella .....	18
3.5	Mittaukset .....	18
3.6	Tulosten analysointi .....	18
4	TULOKSET JA TARKASTELU .....	19
4.1	Sadon määrä .....	19
4.2	Satomukuloiden koko ja muoto .....	20
4.3	Havainnot kasvukaudella .....	21
5	POHDINTA .....	23
5.1	Sadon määrä .....	23
5.2	Satomukuloiden muoto ja koko .....	23
5.3	Jatkotutkimusaiheita .....	24
5.4	Yhteenvedo .....	24
	LÄHTEET .....	26

Liite 1

## 1 JOHDANTO

Maa-artistokka (*Helianthus tuberosus* L.) tuotiin 1600-luvun alussa Eurooppaan Pohjois-Amerikasta, missä alueen alkuperäisasukkaat viljelivät sitä ravinnokseen. Euroopassakin tämä herkku saavutti pian suosiota ja vuosisatojen kuluessa maa-artistokka on levinnyt laajalle koko lauhkeaan vyöykkeeseen. Meillekin maa-artistokka on sopeutunut niin hyvin, että sitä esiintyy maassamme myös luonnonvaraisena, viljelmiltä karanneina kantoina. Perunan viljelyn yleistyttyä 1700-luvulla maa-artistokan suosio hiipui ja nykyään maa-artistokkaa viljelläänkin Suomessa hyvin pienillä aloilla. Maa-artistokasta käytetään ravinnoksi sen maavarsiin kehittyviä mukuloita. Mukulat ovat herkullisia, niiden pähkinämäistä makua verrataan usein latva-artistokan hienostuneeseen aromiin.

Nurmijärveläinen maanviljelijä Hannu Rinnekari on viljellyt maa-artistokkaa vuodesta 2005 lähtien. Hänen mukaansa maa-artistokan muoto on tärkeä ominaisuus maa-artistokalla; mukulan muhkurainen muoto vaikeuttaa maa-artistokan käsittelyä ja hidastaa sen suosion nousua. Rinnekarin tavoitteena olisi tulevaisuudessa saada mahdollisimman sileäpintaisia ja säännöllisen muotoisia mukuloita, joita olisi helppo kuoria ja käsitellä. Toisena tavoitteena hänellä on luonnollisesti saada suuri suuri hehtaarisato ja siten mahdollisimman suuri tuotto.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko siemenmukulan koolla olennainen vaikutus sadon määrään ja voidaanko sileäpintaista siemenmukulaa käyttämällä saada sileäpintaista satoa. Toisin sanoen: miten maa-artistokan siemenmukulan valinnalla pystytään vaikuttamaan sadon kokoon ja laatuun?

Suomenkielisessä kirjallisuudessa maa-artistokkaa on käsitelty hyvin vähän, joten myös tietopaketin kerääminen ulkomaisia lähteitä hyödyntämällä vaikutti tarpeelliselta. Toisena tärkeänä tavoitteena tässä työssä olikin hyvän kirjallisuusosion kokoaminen maa-artistokkaa koskevan kirjallisuuden ja aiemman tutkimustiedon perusteella.

Kirjallisuusosiossa käsitellään maa-artistokkaa kasvina, sen morfologiaa, alkuperää, käyttöä ja viljelytekniikkaa. Erityisesti keskitytään maa-artistokan eri lisäystekniikoihin, kantoihin ja lajikkeisiin, sekä jalostamiseen.

## 2 MAA-ARTISOKKA VILJELYKASVINA

Maa-artistokka, *Helianthus tuberosus* L. (kuva 1), kuuluu asterikasvien heimoon (Asteraceae). Se on samaa auringonkukkien sukua (*Helianthus*) kuin yleisesti tunnettu isoaurinkokukka, *Helianthus annuus* L. Maa-artistokka on monivuotinen, ruohovartinen kasvi, jonka versot kasvavat 1,5-3 metrin korkeiksi. Kauniit keltaiset kukat aukeavat varren ja sivuhaarojen päihin syyskesällä. Kasvista käytetään ravinnoksi sen inuliinipituisia juurimukuloita. (Voipio 2001, 191-192; Kays & Nottingham 2008, 39.)



Kuva 1 Maa-artistokka (*Helianthus tuberosus* L.). Piirros: Kimmo Hellström.

Maa-artistokkaa viljellään Suomessa kaupallisesti hyvin vähän. Yhteensä kasvia viljeltiin vuonna 2008 koko maassa vain 5 hehtaarin alalla. Keskimääräinen viljelyala tilaa kohti oli 0,17 hehtaaria. Maa-artistokkaa viljeleviä tiloja oli kyseisenä vuonna 32 kappaletta. (Käytännön Maamies 2009.)

Nimestään huolimatta maa-artistokka (engl. Jerusalem Artichoke) ei ole artistokka, eikä näin ollen mitään sukua latva-artistokalle (*Cynara scolymus* L.). Kasvin nimen arvellaankin juontavan juurensa sen latva-artistokkaa muistuttavasta mausta. Kasvi ei myöskään liity Jerusalemiin millään tavalla, vaikka kaupungin nimi esiintyykin englanninkielisessä nimessä. (Kays & Nottingham 2008, 7.)

## 2.1 Alkuperä

Maa-artistokka on luultavasti kotoisin Pohjois-Amerikasta, mutta tarkemmat alkuperätiedot vaihtelevat jonkin verran lähteen mukaan. Laji rantautui Eurooppaan luultavasti vuosien 1607 ja 1609 välisenä aikana joko Champlainin tai toisen tutkimusmatkailijan Marc Lescarbot'n toimesta. Ranskassa maa-artistokasta tuli nopeasti suosittua ihmisten ja eläinten ruokaa. Weinin (1963) mukaan laji oli 1600-luvun puolessavälissä jo levinnyt useimpiin Euroopan maihin. (Kays & Nottingham 2008, 18-19.)

Suomeen maa-artistokka rantautui luultavasti 1600-luvun loppupuolella. Kasvi mainittiin ilmeisesti ensimmäisen kerran Elias Tillandzin julkaisemassa kasviuettelossa ”Catalogus Plantarum”, johon Tillandz kokosi Turun seudun kasveja. Ossian Lundén on ”Keittiökasvit”-kirjassaan (1921) maininnut, että itse Carl von Linné oli innokas maa-artistokan kasvattaja. Siksi kasvi mainitaankin kaikissa 1600- ja 1700-luvun ruotsalaisissa puutarhakirjoissa. (Åbo Akademi 2007; Alanko & Kahila 2008.)

1700-luvulla perunan yleistymisen vähensi maa-artistokan viljelyä sekä meillä että muualla Euroopassa. Ajoittain, etenkin pula-aikoina, kun perunaa on ollut saatavilla huonosti, maa-artistokkaa on viljelty enemmän. (Kays & Nottingham 2008, 18-19.) Suosionsa hiipumisesta huolimatta maa-artistokka on säilynyt näihin aikoihin asti kotipuutarhojen ja erikoisviljelmien kasvina. (Voipio 2001, 191.)

## 2.2 Ulkonäkö

Maa-artistokan ulkoinen muoto vaihtelee kannan mukaan. Myös saman kloonin sisällä voi ulkomuoto vaihdella; geeniperimältään täysin samanlaiset kasviyksilöt voivat kasvaa hyvin eri näköisiksi eri olosuhteissa. (Kays & Nottingham 2008, 35.)

Maa-artistokan tanakat, kokonaan karvan peitossa olevat versot kasvavat suoraan mukulan silmusta ja niitä voi olla yksi tai useampi. Nuorena varret ovat meheviä, mutta muuttuvat vanhetessaan puumaisemmiksi. Sivuhaarojen määrä ja sijainti vaihtelee kannan ja kasvuston tiheyden mukaan. Suurin osa sivuhaaroista kehittyy kasvin alimpaan kolmannekseen, mutta kukkahaarat kasvavat kasvin yläosaan ennen kukinnan alkua. Aikaisin kukkivilla lajikkeilla



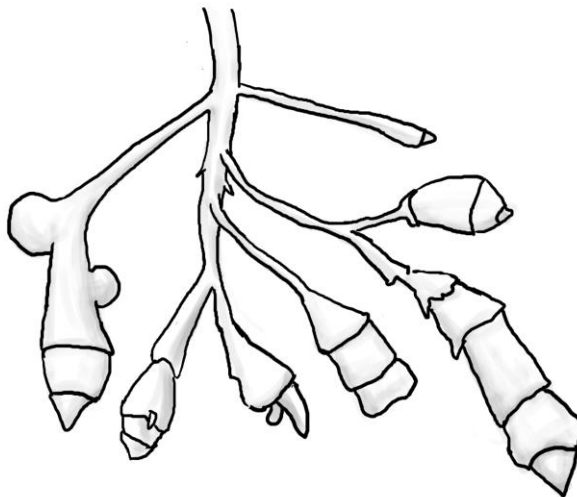
kukkahaaroja kehittyä alemmas kuin myöhemmin kukkivilla. (Kays & Nottingham 2008, 36-37.)

Lehtiasento on kasvin alaosissa vastakkainen, mutta muuttuu vuorottaiseksi kasvin ylempiä osia kohti mentäessä. Lehdet ovat yleensä 10-20 cm pitkiä ja 5-10 cm leveitä, kapeanpuikeita, joskus suikeita tai puikeita, teräväkärkisiä, karkeahkosti sahalaitaisia, karheita päältä ja karvaisia alta. (Kays & Nottingham 2008, 37; Kurtto 1998, 420.)

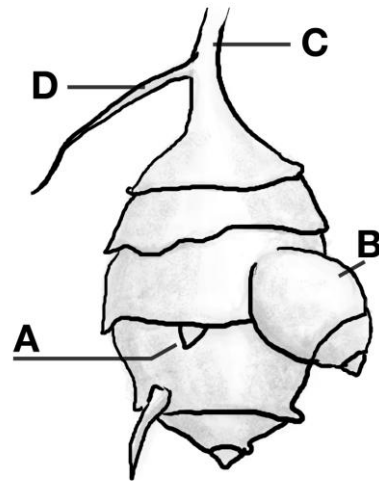
Kukinnot muodostuvat yksittäin tai ryhminä varren tai sivuhaarojen päihin. Maa-artistokan kukinto on mykerö, joka on muodostunut keskimäärin noin kuudestakymmenestä pienestä kukasta. Kukkarykelmää ympäröi 10-20 keltaista laitakukkaa. (Kays & Nottingham 2008, 39.)

Maa-artistokkakannat voidaan jakaa kahteen ryhmään tarkasteltaessa niiden juuristoa: luonnonvaraisiin kantoihin ja viljeltyihin kantoihin. Viljellyillä kannoilla suuremmat ja paksummat mukulat muodostuvat lyhyisiin maavarsiin ilmaverson tyven tuntumaan ja luonnonvaraisilla kannoilla pienet, pitkulaiset mukulat kehittyvät pitkien maavarsien päähän. Vileillä kannoilla maavarret voivat kasvaa jopa 1,5 metrin mittaisiksi. (Kays & Nottingham 2008, 225.)

Maavarsiin kehittyä haaroja ja mukulat syntyvät maavarsien ja haarojen kärkiin (kuva 2). Mukuloihin kehittyä paisuneita haaroja, mikä saa aikaan mukulan epäsäännöllisen muodon (kuva 3 ja 4). Haaroittumiseen vaikuttaa sekä geeniperimä että ulkoiset olosuhteet. (Kays & Nottingham 2008, 43.)



Kuva 2 Maa-artistokan maanalainen osa. Haaroittunut maavarsi ja eri-ikäisiä mukuloita kasvissa, jonka kehitys on vielä kesken. Piirros: Kimmo Hellström.



Kuva 3 Mukulan ulkoinen rakenne. (A) silmu, (B) paisunut haara, (C) maavarsi (D) juuri. Piirros: Kimmo Hellström.

Mukulan väri vaihtelee kannoittain. Pas'kon (1973) mukaan mukulat voivat olla pinnaltaan valkoisia, punaisia, violetteja, vaalean ruskeita tai punaruskeita ja sisältä valkoisia tai vaalean ruskeita, joskus myös punertavia. (Kays & Nottingham 2008, 43.)

Mukulan muoto vaihtelee hyvin paljon. Nuoret mukulat ovat yleensä säännöllisemmän muotoisia kuin vanhat, sillä mukuloiden vanhetessa niihin kehittyvät haaroja (kuva 3 ja 4). Barloyn (1984) mukaan mukuloiden muoto vaihtelee myös koko kasvin kehitysvaiheen mukaan; ensimmäiset kasviin kehittyvät mukulat ovat usein pitkänomaisia ja pitkien maavarsien päässä ja viimeiseksi kehittyvät mukulat pyöreämpiä ja lähempänä kasvin tyveä. (Kays & Nottingham 2008, 277.) Kasvissa on samanaikaisesti monenkokoisia mukuloita. Pas'ko määritteli mukuloille kolme kokoluokkaa: (1.) suuret (>50g/mukula), (2.) keskikokoiset (20-50g/mukula) ja (3.) pienet (<20g/mukula). (Kays & Nottingham 2008, 43.)

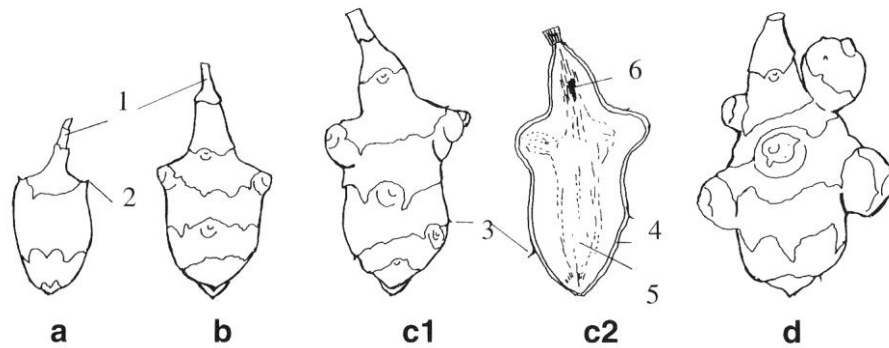
### 2.3 Maa-artistokan kasvu ja kehitys

Maa-artistokan mukulat vaipuvat talveksi lepotilaan. Lepotila kumoutuu, kun mukula on altistunut matalille lämpötiloille tarpeeksi pitkän ajan. (Kays & Nottingham 2008, 251-252.) Suomen oloissa talvi riittää hyvin kumoamaan mukulan lepotilan.

Keväällä siemenmukula alkaa itää sopivissa lämpö- ja kosteusoloissa. Mukulan silmusta kasvaa ilmaverso, joka kasvaa koko kasvukauden aikana 2-3 metrin korkuiseksi. Pian taimettumisen jälkeen versoon alkaa kehittyä haaroja. Haaroittumisen aste ja haarojen sijoittuminen kasvissa riippuvat pitkälti la-

jikkeesta ja kasvuolosuhteista. (Kays & Nottingham 2008, 272; Voipio 2001, 191.)

Mukulanmuodostuksessa maa-artisokka on lyhenevän päivän kasvi. Päivänpituusvaatimuksen täytyessä maavarren kärjen muutamassa nivelessä alkaa nopea solunjakautuminen ja –laajeneminen. (Voipio 2001, 191; Kays & Nottingham 2008, 280.) Mukuloiden paisumisvaiheessa kuiva-ainepitoisuus nousee voimakkaasti. Mukulat vaipuvat kasvukauden lopuksi lepotilaan. Tämä tapahtuu eri mukuloilla hiemen eri aikoina; suurimmat, kypsimmät mukulat vaipuvat lepotilaan viimeisimpänä. (Kays & Nottingham 2008, 281.)



Kuva 4 Maa-artisokan kasvun vaiheet (a-d). 1 = maavarren nivel, joka ei ole paisunut, 2 = nivelen silmu, joka indusoituu kasvuun ja josta vähitellen muodostuu pakkura, 3 = suomumainen lehti, 4 = kuoriosia, 5 = ydinosa, johon voi kehittyä onkaloita (6). (Kuva ja teksti: Voipio 2001, 192) Kuvasta nähdään kuinka vielä nuorena si-leäpintaisesta mukulasta kehittyä vanhetessaan epäsäännöllisemmän muotoinen.

## 2.4 Maa-artisokan viljely

Maa-artisokkaa voidaan viljellä yksivuotisena tai monivuotisena. Monivuotisessa viljelyssä osa mukuloista jätetään syksyllä maahan, josta ne keväällä lähtevät uuteen kasvuun. (Voipio 2001, 191-192.) Ammattiviljelmillä maa-artisokkaa viljellään aina yksivuotisena, koska siten saadaan sadoksi suurempia mukuloita (Alanko 1999, 80). Sen versot sietävät hyvin kylmää, jopa -5 celsiusasteen lämpötiloja ja mukulat säilyvät maassa elossa kovinakin pakkastalvina (Voipio 2001, 192). Tämä mahdollistaa sen, että mukulat tai osa niistä voidaan jättää maahan talven yli ja korjata vasta varhain keväällä, jolloin varastotilan tarve on pienempi.

Maa-artisokkaa voidaan viljellä millä tahansa maalajilla. Kasvupaikan tulisi olla lämmin ja valoisa, jotta kasvi ehtii muodostaa hyvän sadon. Maa saisi lisäksi olla kivetön ja hyvin ojitettu. Harjuviljely lisää satoa ja helpottaa sadon korjuuta. Sopiva pH maa-artisokan viljelyyn on 6-7,5. (Voipio 2001, 192.)

Hiekkapitoisessa, multavassa maassa kehittyä helposti pitkulaisia juurimukuloita. Tiivimmässä, savisemmassa maassa mukulat eivät pääse kasvamaan yhtä vapaasti ja ne kasvavat usein pyöreämmiksi. Tiivis maa myös tukee paremmin kasvia, joka jopa kolmemetriseksi kasvaessaan saattaa olla altis kaatumiselle. (Juvakka 1998, 10)

Maa-artistokka kilpailee hyvin rikkaruohoja vastaan nopeakasvuisen ja runsaan versostonsa ansiosta. Keväällä ja alkukesästä kasvien ollessa vielä pieniä, rikkakasvien torjunta esim. haraamalla on tarpeen. (Voipio 2001, 192.) Haraaminen on kuitenkin tehtävä varovasti, jotta juuret eivät vaurioidu, sillä se voi vaikuttaa sadon määrään negatiivisesti (Klug-Andersen 1991, 145-152)

Maa-artistokka on tehokas ravinteiden käyttäjä (Kays & Nottingham 2008, 390). Lannoitus on suunniteltava aina tapauskohtaisesti maaperän ravinnetason ja maan muiden ominaisuuksien mukaan sekä kasvukaudenaikaisen tarkkailun avulla. Liika typpilannoitus saa versoston kasvamaan rehevästi mukulanmuodostuksen kustannuksella. Lannoitus on hyvä antaa jaettuna, kasvun mukaan. (Voipio 2001, 192; Juvakka 1998, 12). Rinnekarin mukaan korkean kasvuston lannoitus kesken kasvukauden on kuitenkin käytännössä vaikeaa (henkilökohtainen tiedonanto 28.4.2010). Maa-artistokan lannoitusmäärät voivat olla esimerkiksi 60-120 kg/ha typpeä (N), 14-100 kg/ha fosforia (P) ja 52-100 kg/ha kaliumia (K) (Kays & Nottingham 2008, 391-392).

Maalaji vaikuttaa myös maa-artistokan kykyyn käyttää ravinteita hyväkseen. Korealaisen tutkimuksen mukaan (Lim et al. 1983) runsaasti, noin 25 % orgaanista ainesta sisältävällä maalla maa-artistokka antoi parhaan sadon. Mukulat olivat kooltaan vähintään kaksinkertaisia verrattuna niihin, jotka kasvatettiin vain vähän, alle 1,5 %, orgaanista ainetta sisältävällä maalla. Vaikka lannoitustasot olivat samat kaikilla tutkimuksessa mukana olleilla mailla, ravinteiden määrä humuspitoisessa maassa oli huomattavasti korkeampi. (Kays & Nottingham 2008, 390.)

Maa-artistokka kestää hyvin kuivuutta (Kays & Nottingham 2008, 392), mutta se hyötyy kastelusta (kuva 5). Versosto, mukulasato ja mukulasadon kuiva-ainepitoisuus kasvaa, jos maa pidetään kosteana. (Losavio 1997, 205.) Kiinalaisen tutkimuksen mukaan merivesi sopii maa-artistokan kasteluun. Parhaisiin tuloksiin päästiin kun meriveden osuus kasteluvedessä oli 25 % tai 50 %. (Zhao et al. 2007.) Tyynen valtameren suolapitoisuus on huomattavasti korkeampi (n. 3,5%) kuin itämeren (n.0,8-0,9).



Kuva 5 Maa-artistokkalohko 3.6.2008 Rinnekarin tilalla. Taimien kasvuunlähtö nopeutuu ja varmentuu jos lohkoa sadetetaan kuivana aikana.

Maa-artistokkaa voidaan lisätä mukuloista tai mikrolisäyksen avulla. Useinmiten lisäys tapahtuu mukuloita tai niiden paloja käyttämällä. Yksi kasvi voi tuottaa jopa 50 mukulaa joita voi vielä pilkkoa osiksi. (Kays & Nottingham 2008, 153-154;251.) Yksivuotisessa viljelyssä mukulat istutetaan myöhään syksyllä tai varhain keväällä 10-15 cm syvyyteen, esimerkiksi harjuihin (Voipio 2001, 192). Voipion (2001, 192) mukaan siemenmukulana tulisi käyttää halkaisijaltaan 35-40 mm mukuloita. Kaysin ja Nottinghamin teoksessa (2008, 251) kokosuositus on n. 40g.

Taimitiheys vaikuttaa tanskalaistutkimuksen mukaan sadon määrään ja laatuun. Kun taimitiheyttä nostettiin kahdesta kahdeksaan taimeen neliömetrillä, kokonaissadon paino kasvoi noin 50%. Sekä ensiluokkainen sato että mukuloiden kokonaiskappalemäärä lähes kaksinkertaistui. Lisäksi ensiluokkaisen sadon määrä suhteessa kokonaissatoon kasvoi hieman. Mukulan keskipaino kuitenkin laski 20%, mutta ensimmäisessä luokassa vain 10%. Osalla lajikkeista taimitiheyden vaikutus näkyi voimakkaammin; esimerkiksi lajikkeella 'Nora' keskimääräinen mukulan paino aleni huomattavasti, kun taas lajikkeilla 'Karina' ja 'Reka' muutos oli vähäinen. (Klug-Andersen 1992, 145-152.) Vestbergin (1989) mukaan Keski-Suomen tutkimusasemalla tehdyssä kokeessa päädyttiin siihen, että kuusi tainta neliölle antaa parhaan sadon siemenmukulun ollessa kokoluokkaa 30-70 g (Voipio 2001, 192).

## 2.5 Sato, sadonkorjuu ja varastointi

Hehtaarisato vaihtelee 10-60 t/ha välillä lajikkeen, viljelytoimien ja maantieteellisen sijainnin mukaan (Voipio 2001, 192; Klug-Andersen 1993, 145-152; Kays & Nottingham 2008, 325).

Maa-artistokkasato kerätään myöhään syksyllä tai aikaisin keväällä (Voipio 2001, 192) tai molempina, jolloin varastointitarve vähenee, kun kaikkea ei tarvitse nostaa kerralla. Harjuista sato on Voipion (2001, 192) mukaan helppointa nostaa perunnanostokoneella, kun varsisto on hävitetty. Koneellisessa nostossa ongelmaksi voi tulla mukuloiden irrottaminen maavarsista. Se, miten tiukasti mukulat ovat maavarsissa kiinni riippuu sekä lajikkeesta (Klug-Andersen 1992, 147) että korjuuajankohdasta. Kun versot ovat ehtineet kuivua kunnolla, mukulat on helpompi irrottaa (Rinnekarri 2008, suullinen tiedonanto). Konenostossa mukuloiden kuori saattaa vioittua, mikä lisää niiden haihtumishävikkää. Sadonkorjuu tulee tehdä tarkasti, niin että mukuloita jäisi maahan mahdollisimman vähän, sillä maa-artistokasta itsestäänkin voi tulla hankala rikkakasvi (Voipio 2001, 192-193.)

Tanskalaistutkimuksessa selvitettiin sadonkorjuun ajankohdan vaikutusta satoon. Tulosten perusteella maa-artistokkasato kannattaa korjata myöhään, sillä mukuloiden kehitys jatkuu pitkään. Sekä kokonaissato että ensiluokkainen sato suurenevät, kun sato korjattiin myöhemmin. Satoa nostettiin kokeessa viikon välein elokuun puolivälistä talven tuloon asti. Sadontuotto lisääntyi kaikilla lajikkeilla 0,5-1,2 t/ha joka viikko. (Klug-Andersen 1993, 145-151.)

Maa-artistokan mukulan kuori on ohut ja suojaa huonosti haihdunnalta. Siksi mukuloita tulee säilyttää varastossa, jonka suhteellinen kosteus on korkea (yli 95%) ja lämpötila n. 0 celsiusastetta. Mukulat alkavat jäätyä alle -2,2 °C lämpötilassa, mutta alle 5 °C lämpötilassa vioitukset jäävät vielä vähäisiksi. Mukuloiden kylmänkestävyys riippuu mm. lajikkeesta ja viljelytoimista. Oikein varastoituna mukulat säilyvät varastossa neljä viisi kuukautta, joidenkin lähteiden mukaan jopa vuoden. Huoneenlämmössä mukulat nahistuvat muutamassa päivässä. (Voipio 2001, 193; Kays&Nottingham, 325.)

Puolalaisessa varastokestävyyskokeessa havaittiin, että mukulat säilyivät parhaiten, jos ne oli varastossa peitetty 10 cm paksulla kerroksella kosteaa turvetta tai hiekkaa. Vielä neljän kuukauden varastoinnin jälkeen turpeeseen tai hiekkaan varastoidut mukulat olivat kiinteitä ja rapeita. Kymmenen kilon verkkopusseissa säilytetyt mukulat olivat samassa ajassa menettäneet selvästi enemmän nestettä. (Danilčenko et al. 2008, 24.) Juvakan (1998, 19) mukaan turve on parempi vaihtoehto kuin hiekka, sillä se pysyy paremmin kosteana, jolloin kastelusta ei tarvitse huolehtia.

## 2.6 Kauppakunnostus

Mukuloiden tulee olla hyvin kehittyneitä, terveitä ja tuoreita. Mukuloiden tulee olla melko säännöllisen muotoisia eivätkä ne saa olla puutuneita. Mukulat eivät saa olla nahistuneita eikä niissä saa olla mekaanisia vaurioita eikä tautien ja tuholaisten vioituksia. (Håndbog om frugt & grønsager 2 1986.)

Annika Hongell Satotukku Oy:stä on kertonut, että maa-artisokan mukulat ovat usein pieniä ja epäsäännöllisen muotoisia. Luomuviljellyt mukulat ovat heillä olleet pienempiä ja epäsäännöllisemmän muotoisia kuin tavanomaisesti viljellyt mukulat. Muita ongelmia maa-artisokan laadun kanssa heillä ei ole koskaan ollut. (suullinen tiedonanto 26.4.2010.)

## 2.7 Kannat ja lajikkeet

Eri maa-artisokkalajikkeiden ja -kantojen välillä voidaan havaita eroja paitsi mukulan muodossa ja värissä, myös kasvuston korkeudessa, versojen lakoutumisalttiudessa, kukkimisajassa ja satoisuudessa (Voipio 2001). Maa-artisokka on kuitenkin melko helppo erottaa muista *Helianthus*-suvun kasveista. Myös luonnonvaraisissa maa-artisokkakannoissa on havaittu suurta vaihtelua eri ympäristöihin sopeutuneiden kantojen välillä. Eniten maa-artisokkaa muistuttaa Pohjois-Amerikassa luonnonvaraisena esiintyvä *Helianthus strumosus* L., englanninkieliseltä nimeltään paleleaf woodland sunflower, joka myös muodostaa mukuloita. (Kays & Nottingham 2008, 32.)

Suomessa viljeltiin aiemmin useita eri lajikkeita mutta ne ovat aikoja sitten sekoittuneet. Nykyisin jäljellä on enää erilaisia kantoja, joiden alkuperästä ei ole tarkkaa tietoa. Ossian Lundénin keittiökasvit -kirjan (1921) mukaan vanhoja lajikkeita on ollut mm. 'Suttonin Pyöreä Valkoinen', 'Valkoinen Jerusalem' ja 'Tavallinen Punainen' joka hänen mukaansa oli meillä yleisimmin kasvatettu. (Alanko & Kahila 2008.) Uudemmassa suomalaisessa lähdemateriaalissa ei mainita enää lajikkeita ollenkaan.

Joitakin ominaisuuksia voidaan päätellä mukuloiden väristä. Puna- valko- ja kellertävämaloisista lajikkeista punaiset ovat aikaisimpia ja kookkoampia. Ne ovat myös säännöllisemmän muotoisia ja niistä saadaan usein satoa jo syyskuussa. Niidenkin sato on kuitenkin suurempi, jos sadonkorjuun kanssa odotetaan marras-joulukuulle. Valkomaloiset lajikkeet kestävät paremmin kylmää kuin punamaloiset. (Fobo 2008.)

Eräässä tanskalaisessa lajikekokeessa vertailtiin neljäntoista lajikkeen ominaisuuksia. Tutkimuksessa mukana olleiden lajikkeiden kukinta-ajoissa oli selviä eroja. Aikaisimmat lajikkeet ('Mari', 'Nora', 'Urodny' ja 'D19') kukkivat Tanskan oloissa heinäkuun lopusta syyskuun loppuun. Nämä lajikkeet olivat satoisia, mutta niiden sadosta jopa puolet oli kauppakelvotonta tai kakkos-

luokkaa, eli hyvin epäsäännöllisen muotoisia, alle 15g painoisia tai vahingoittuneita/tautisia. (Klug-Andersen 1992, 145-152.)

Kaysin ja Nottinghamin teoksessa *Biology and Chemistry of Jerusalem artichoke* (2008) on laaja luettelo maailmalla viljellyistä lajikkeista ja kannoista sekä villeistä, luonnosta kerätyistä kannoista. Listaan on kerätty kaikki saatavilla ollut tieto niiden alkuperästä ja ominaisuuksista, sekä viittauksia mahdollisiin tutkimustuloksiin. Lisäksi luetteloon on merkitty lajikkeiden ja kantojen saatavuustiedot.

## 2.8 Jalostus

Siitä lähtien kun ensimmäiset maa-artisokat rantautuivat Eurooppaan, viljelijät ovat tehneet enimmäkseen mukuloihin kohdistuvaa valintaa haluttujen ominaisuuksien vahvistamiseksi. Pitkään jalostustoiminta kuitenkin pysyi hyvin vähäisenä, koska perunan yleistyttyä maa-artisokkaa pidettiin enimmäkseen eläinten ruokana ja sen viljely oli suhteellisen vähäistä. Siksi viljellyt kannat ja villit muodot ovat maa-artisokalla geneettisesti paljon lähempänä toisiaan kuin suurimmalla osalla vihanneksista. (Kays & Nottingham 2008, 149.)

1900-luvun alkupuolella lähti käyntiin ensimmäinen järjestelmällisempi jalostusohjelma, kun huomattiin että mukuloista voisi olla hyötyä myös teollisuudelle. Jalostustoiminta tehostui kuitenkin vasta 1980-luvulla, kun ruokateollisuus kiinnostui maa-artisokasta edullisena inuliinin- ja fruktoosinlähteenä. Sittemmin öljyn kallistuminen ja huoli ympäristön tilasta ovat ajaneet kehittämään vaihtoehtoisia energiantuotantomuotoja. Maa-artisokasta voidaan valmistaa etanolia, metanolia ja biokaasua (Cosgrove et al, 1991), mikä on uudelleen nostanut maa-artisokan jalostamisen ajankohtaiseksi aiheeksi. Nykyään jalostusohjelmia on meneillään Kanadassa, USA:ssa ja monissa Euroopan maissa, missä Euroopan Unioni tukee useita maa-artisokaan jalostustoiminnan hankkeita. (Kays & Nottingham 2008, 149.)

Maa-artisokasta on löydetty hyvin paljon ominaisuuksiltaan erilaisia tyyppejä. Lisääntymiseen saatavilla oleva geenivarasto eli geenipooli on maa-artisokalla laaja, joten monia haluttuja ominaisuuksia voidaan löytää lajin sisäلتä. Myös lajienvälisiä risteytyksiä on tehty esimerkiksi maa-artisokan ja isoauringonkukan välillä. Silloinkin tavoitteena on yleensä ollut siirtää isoauringonkukkaan maa-artisokan hyviä ominaisuuksia kuten vastustuskykyä tauteja ja tuholaisia vastaan. (Kays & Nottingham 2008, 151-153.)

Kun mukuloiden valintaa tehdään saman kloonin sisällä, ominaisuuksia ei saada muutettua merkittävästi. Kun kasvia lisätään kasvullisesti esim. mukuloista, geeniperimä pysyy samana. Jos halutaan selvästi muuttaa kasvin ominaisuuksia, kasvia on lisättävä suvullisesti siemenistä. Maa-artisokan siemenissä esiintyy paljon hedelmättömyyttä, mikä on hankaloittanut jalostus-



toimintaa. Maa-artisokan jalostustoiminta on pitkään tähdännyt vegetatiivisten osien kehittämiseen suvulliseen kehitykseen tarvittavien osien kustannuksella. (Kays & Nottingham 2008, 153-154.)

Käytössä on pääsääntöisesti kolme eri risteytystekniikkaa: täysin kontrolloitu risteytys kasvihuoneessa, vapaa pölytys pellolla ja variaatio edellisestä, missä muista saman lajin kasveista eristetty pari saa pölyttyä pellolla vapaasti. Kaksi jälkimmäistä tekniikkaa toimii käytännössä parhaiten maissa, joissa vallitsee kasvuaikana lyhyen päivän olosuhteet (esim. Espanja), koska silloin kasvit saadaan kukkimaan samaan aikaan vain istutusajankohtaa säätelemällä. Täysin vapaassa pölytyksessä pellolle istutetaan useiden lajikkeiden edustajia sellaiseen järjestykseen, että kaikilla on periaatteessa mahdollisuus risteytyä toistensa kanssa. Käytännössä kuitenkin vain samaan aikaan kukkivat lajikkeet pääsevät risteytymään keskenään. Näin ollen tällä tekniikalla ei saada tuotettua kukkimisajaltaan kovin erilaisia risteymiä. Jos kukkimisaikaa halutaan muuttaa toisen kasvin rytmiin sopivaksi, on turvauduttava lasinalaiseen risteytysmenetelmään. Siinä hedekukat kasvatetaan kasvihuoneessa, johon lyhyen päivän olot on luotu keinotekoisesti. (Kays & Nottingham 2008, 154-155.) Itsepölytyksessä syntyy harvoin itäviä siemeniä, joten heteiden poisto risteyttämisestä varten ei ole tarpeellista (Kays & Nottingham 2008, 153).

Joissakin jalostusohjelmissa on käytetty säteilytystä mutaatioiden aikaansaamiseksi. Näin on pyritty lisäämään geneettisten ominaisuuksien valikoimaa. Säteilytyksellä syntyy kuitenkin harvoin hyödyllisiä mutaatioita. (Kays & Nottingham 2008, 155.)

Se, mitkä ominaisuudet ovat tärkeitä ja haluttuja, riippuu kasvin tulevasta käyttötarkoituksesta. Inuliinintuotantoon halutaan luonnollisesti mukuloita, joiden inuliinipitoisuus on suuri. Bioenergian tuotannossa tärkeätä on saada mahdollisimman suuri määrä biomassaa. Eläinten säilörehun valmistuksessa käytetään kasvin maanpäälliset osat, ja silloin juuri rehevä versosto on tavoittelemisen arvoinen ominaisuus. Kun mukuloita viljellään vihannekseksi, tärkeimmiksi ominaisuuksiksi nousevat mm. mukulasadon määrä, mukuloiden muoto ja koko. (Kays & Nottingham 2008, 156.)

## 2.9 Käyttö

Maa-artisokasta käytetään ravinnoksi sen maavarsiin kehittyviä mukuloita. Niitä voidaan syödä raakana tai kypsennettynä esimerkiksi muhennoksissa tai keitoissa. Mukuloissa kuvailaan usein olevan herkullinen, pähkinämäinen maku. Sitä verrataan usein latva-artisokan hienostuneeseen aromiin, vaikka kasvit eivät ole sukua toisilleen.

Maa-artisokkaa pidetään hyvin potentiaalisena kasvina biopolttoaineiden tuotantoon. Se tuottaa runsaasti biomassaa (kuva 6), kasvaa nopeasti, menestyy millä tahansa maalajilla eivätkä taudit ja tuholaiset juuri kiusaa sitä. (Kays &

Nottingham 2008, 4.) Maa-artistokasta voidaan valmistaa etanolia, metanolia ja biokaasua (Cosgrove et. al, 1991). Biokaasua syntyy eloperäisen aineen anaerobisessa eli hapettomassa tilassa tapahtuvassa hajoamisessa. Sitä voi käyttää sähkön ja lämmön tuotantoon tai puhdistettuna liikennepolttoaineena. (Luostarinen 2007.)

Maa-artistokkaa voidaan muillakin tavoilla käyttää hyvin monipuolisesti hyödyksi. Sekä kasvin versostoa että mukuloita voidaan hyödyntää eläinten ruokana, esimerkiksi säilörehun tuotannossa. Inuliini on tärkeä elintarviketeollisuuden raaka-aine ja maa-artistokan käyttö inuliinintuotannossa on kasvamaan päin. (Kays & Nottingham 2008, 106, 416-417.) Lisäksi maa-artistokkaa voidaan istuttaa tuulensuojaksi vaikkapa muille vihanneksille ja kasvi on näyttävä myös perennapenkissä (Alanko 1999, 80). Maanpäällisiä osia voidaan käyttää kasvivärjäykseen; koko kasvista saadaan keltaista väriä ja jos käytetään pelkkiä kukkia, väri on kirkkaampi (Höytykasvivyhdistys 2010, 5).



Kuva 6 Maa-artistokan rehevää versostoa voidaan käyttää mm. biopolttoaineiden valmistuksessa ja eläinten rehuna.

## 2.10 Ravintosisältö ja terveystvaikutukset

Maa-artistokan mukulat sisältävät noin 80 % vettä, 15 % hiilihydraatteja ja 1-2 % proteiinia. Maa-artistokan sisältämästä hiilihydraatista suurin osa on inuliinia. Inuliini on ainoa hedelmäsokerimolekyyleistä koostuva varastopolysakkaridi (suurimolekyylinen hiilihydraatti), jossa on 30-35 monosakkaridia. (Juvakka 1998, 7.) Kylmässä inuliinia pilkkoutuu sokeriksi ja mukulat muuttuvat makeammiksi (Voipio 2001, 192).

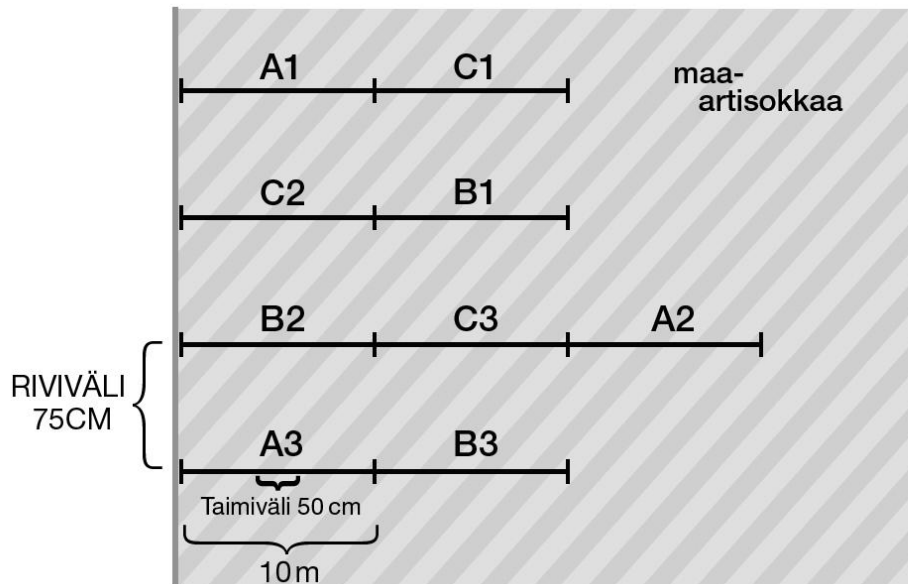
Inuliini sopii erityisen hyvin diabeetikoille ja sillä on todettu olevan suotuista vaikutus veren kolesterolipitoisuuteen. Inuliini myös edistää terveydelle hyödyllisten bifido- bakteerien kasvua suolistossa. (Juvakka 1998, 7). Maa-artistokka sisältää hyvin vähän kaloreita, minkä takia se sopii hyvin myös laihduttajien ruokavalioon (Kays & Nottingham 2008, 100). Hiljattain maa-artistokasta on saatu eristettyä ainesosia, jotka torjuvat rintasyöpää (Pan et al. 2008, 15-16).

### 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

Kenttäkoe tehtiin kasvukaudella 2008 Hannu Rinnekarin maatilalla Nurmijärvellä. Maa-artistokkaa viljeltiin Rinnekarin tilalla noin yhden hehtaarin alalla, josta koealan osuus oli 0,5 aaria.

#### 3.1 Kokeen suorituspaikka

Koepaikan maalaji on multamaa. Koealan toisessa reunassa oli selvästi enemmän savea, kun taas toinen reuna oli multaisempaa ja kevyempää. Lohko oli esilannoitettu puutarhan Y1 –lannoitteella. Lannoitteen N-P-K -% on 9-6-17. Lannoitetta oli levitetty 1000 kg/ha, jolloin pellolle on tullut typpeä 100kg/ha, fosforia 60 kg/ha ja kaliumia 170 kg/ha. Lisäksi puutarhan Y1 –lannoite sisältää magnesiumia (Mg), rikkiä (S), booria (B), kuparia (Cu), rautaa (Fe), mangaania (Mn), molybdeeniä (Mo), sinkkiä (Zn) ja seleeniä (Se). Kalkituksen jälkeinen pH lohkolle oli 6.



Kuva 7 Koejäsenten ja kerranteiden sijoittuminen koealueella. (A1-A3) sileäpintaiset 10-30g mukulat, kerranteet 1-3, (B1-B3) sileäpintaiset 60-100g mukulat, kerranteet 1-3, (C1-C3) monisakaraiset 200-500g mukulat, kerranteet 1-3.

### 3.2 Koejäsenet ja kerranteet

Istutettavat mukulat valikoitiin edellisen vuoden sadosta. Ne olivat talvehtineet maassa, mistä ne oli nostettu varhain keväällä. Pienet, 1-30 gramman painoiset mukulat olivat useinmiten täysin sileitä. Niiden muoto vaihteli kuitenkin pitkulaisesta täysin pyöreisiin. Hieman suuremmissa, 40-100 gramman painoisissa mukuloissa oli vähemmän täysin sileitä yksilöitä, suurimmassa osassa oli vähintään yksi tai kaksi nystyrää. Näistä valittiin sileimmät yksilöt jotka olivat kooltaan 60-100g. Kaikkein suurimmat mukulat olivat hyvin epä-säännöllisen muotoisia, niistä ei löytynyt lainkaan sileitä yksilöitä. Näistä valittiin mahdollisimman painavat ja monisakaraiset yksilöt.

Kerranteita oli kolme. Kutakin kerrannetta istutettiin kymmenen rivimetrin alalle, joten jokaista koejäsentä tuli yhteensä 30 rivimetrille. Kerranteet sijoitettiin koealueelle arvotussa järjestyksessä.

Koejäsenet:

1. a) sileäpintainen; ei ollenkaan muhkuroita, paino 10- 30 g (kuva)
2. b) sileäpintainen; ei ollenkaan muhkuroita tai korkeintaan yksi muhkura, joka on enintään 1 cm mukulasta ulkoneva, paino 60-100 g.
3. c) monisakarainen, muhkuroita enemmän kuin viisi ja jokainen vähintään yhden sentin mukulasta ulkoneva, paino 200-500 g



Kuva 8 Käsittely a) sileäpintainen, ei ollenkaan muhkuroita, paino 10-30 g.

Siemenmukulan koon ja muodon vaikutukset maa-artisokan (*Helianthus tuberosus* L.) satoon



Kuva 9 Käsittely b) sileäpintainen, ei ollenkaan muhkuroita tai korkeintaan yksi muhkura, joka on enintään 1 cm mukulasta ulkoneva, paino 60-100 g.



Kuva 10 Käsittely c) monisakarainen, muhkuroita enemmän kuin viisi ja jokainen vähintään yhden sentin mukulasta ulkoneva, paino 200-500 g.

### 3.3 Istutus- ja hoitotyö

Mukulat istutettiin perunanistutuskoneella. Mukulat oli tarkoitus istuttaa 45 cm välein, mutta tarkistusmittauksen yhteydessä huomattiin, että taimiväliksi oli tullut 50 cm. Riviväli oli 75 cm. Yhtä neliometriä kohti taimia tuli kolme. Istutuksen yhteydessä kerranteet merkattiin.

Kasvusto kitkettiin käsin kun taimet olivat n. 50 cm korkuisia. Alkukesällä maa pidettiin sadetuksen avulla kosteana. Kesä 2008 oli sateinen, joten kaste-lu ei enää myöhemmin ollut tarpeen.

### 3.4 Havainnointi kasvukaudella

Kasvustoja seurattiin tutkimuksen aikana. Koalueen kasveista otettiin valokuvia useampaan kertaan kesän aikana. Versojen määrä laskettiin ja versojen paksuutta vertailtiin silmämääräisesti 16.7.2008. Jokaisesta käsittelystä laskettiin versot noin kymmenestä kasvista.

### 3.5 Mittaukset

Jokaisen kerranteen keskeltä korjattiin viiden kasvin mukulasato. Sato punnittiin ruuduittain. Lisäksi jokainen mukula punnittiin erikseen ja sijoitettiin painoluokkiin 0-10g, 10-20g, 20-30g, 30-40g jne. Viimeinen luokka oli 110-120g. Muutama mukula meni tämän painoluokituksen yli ja ne merkittiin erikseen. Kaikki erät valokuvattiin ja arvioitiin silmämääräisesti.

### 3.6 Tulosten analysointi

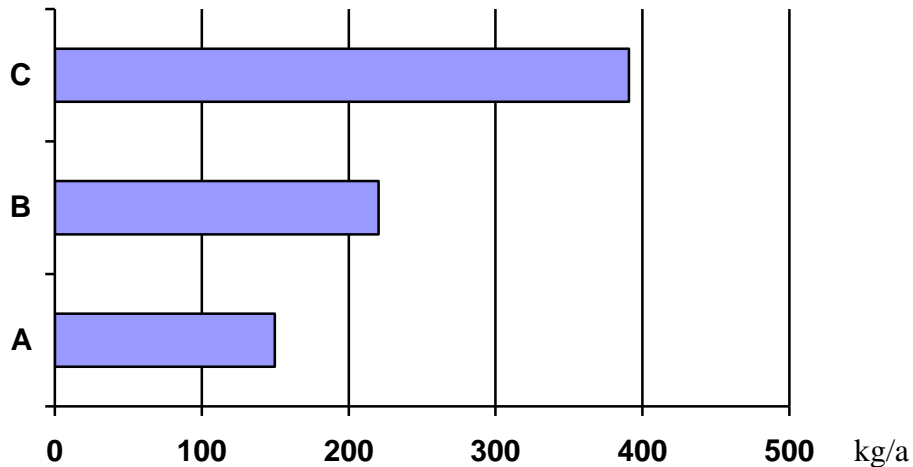
Kokeen tulokset kirjattiin Microsoftin Excel –taulukkolaskentaohjelmaan. Mittaustuloksista laskettiin kokonaissadot aaria kohti, mukuloiden keskimääräiset painot ja eri painoluokkien osuudet sadosta. Tuloksista tehtiin kaavioita ja taulukoita.

Muotoa päätettiin havainnoida ainoastaan silmämääräisesti, koska sopivien luokitusten määrittäminen muodon ilmaisemiseksi esimerkiksi numeerisesti olisi ollut hankalaa. Lisäksi silmämääräisiin havaintoihin perustuva arvio katsottiin riittäväksi tähän tarkoitukseen. Valokuvien perusteella mukuloiden ominaisuuksia pystyttiin arvioimaan vielä myöhemminkin.

## 4 TULOKSET JA TARKASTELU

### 4.1 Sadon määrä

Kokonaissadon määrä (kuva 11) kasvoi siemenmukulan koon kasvaessa. Suurimmat, 200-500 -grammaisat mukulat tuottivat suurimman sadon, 391 kg/a. Pienimpien, 10-30g painoisten siemenmukuloiden tuottama sato oli tästä vain 38,4 % ja jäi aaria kohti 150 kiloon. Suurin ero sadon määrässä havaittiin toiseksi suurimpien (60-100g) ja suurimpien (200-500g) istukasmukuloiden välillä.



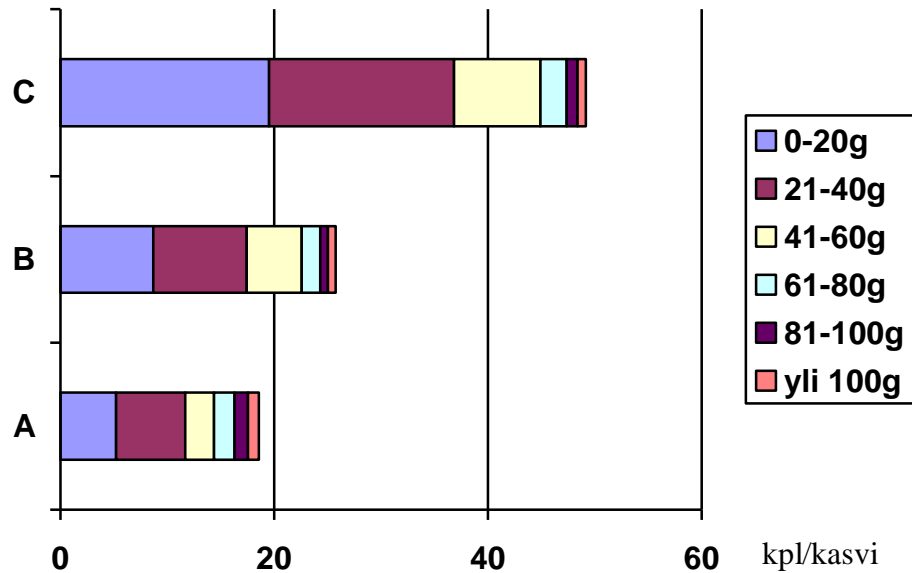
Kuva 11 Kokonaissato kg/a A=10-30g siemenmukula, B=60-100g siemenmukula ja C=200-500g siemenmukula.

Satomukuloiden kappalemäärä kasvia kohti (kuva 12) kasvoi istukasmukulan koon kasvaessa. 10-30g painoiset mukulat tuottivat keskimäärin 18 mukulaa/kasvi, 60-100g painoiset mukulat 26 mukulaa/kasvi ja 200-500g painoiset mukulat 49 mukulaa/kasvi.

Kaikilla koejäsenillä vähintään puolet satomukuloista oli alle 40-grammaisista. 200-500 -grammaisilla siemenmukuloilla jopa 40 % satomukuloista oli pieniä, alle 20g painoisia. Pienimmillä, 10-30g siemenmukuloilla alle 20g painoista satoa tuli vähiten, vain 28 %. Yli 80-grammaisista mukuloista oli kaikilla koejäsenillä joukossa vain muutamia. Yli 100 g painavia mukuloita oli tullut eniten pienistä (10-30g) mukuloista.



## Siemenmukulan koon ja muodon vaikutukset maa-artistikan (*Helianthus tuberosus* L.) satoon



Kuva 12 Satomukuloiden keskimääräinen kappalemäärä kasvia kohti ja kappalemäärät eri kokoluokissa. A= 10-30g painoiset siemenmukulat, B= 60-100g painoiset siemenmukulat ja C= 200-500g painoiset siemenmukulat.

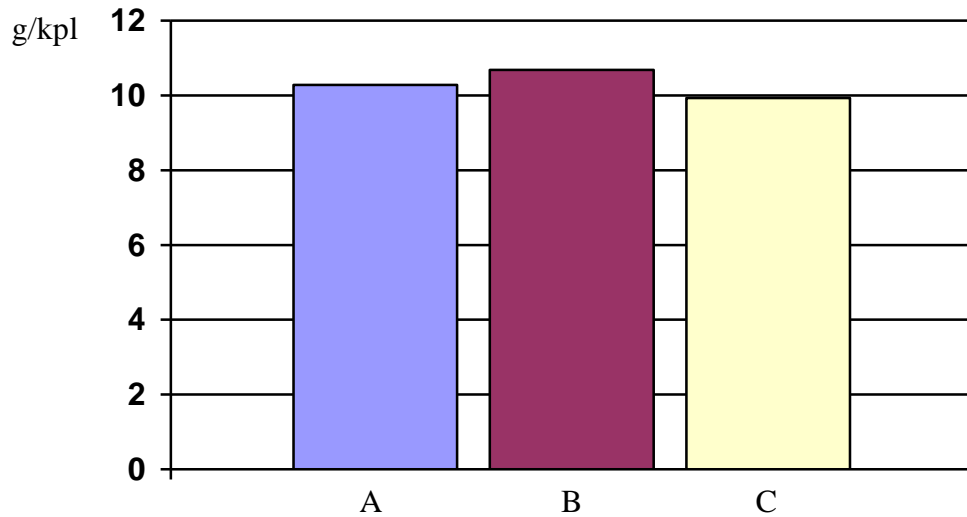
### 4.2 Satomukuloiden koko ja muoto

Satomukuloiden muoto vaihteli kaikilla kerranteilla (kuva 13). Eri kasvivyksilöiden välillä oli havaittavissa eroja mukuloiden muodossa, mutta erot eivät johdonmukaisesti riippuneet käytetyn siemenmukulan koosta tai muodosta.



Kuva 13 Maa-artistikan mukulasatoa.

Käytetyn siemenmukulan koko vaikutti satomukuloiden keskipainoon (kuva 14). Painavimmat mukulat (10,68 g) tulivat keskikokoisilla siemenmukuloilla. Pienin keskipaino (9,93 g) tuli suurimpia mukuloita käyttämällä. Ero näiden kahden välillä oli 0,75 g.



Kuva 14 Satomukuloiden keskipaino. A= 10-30g painoiset siemenmukulat, B= 60-100g painoiset siemenmukulat ja C= 200-500g painoiset siemenmukulat.

#### 4.3 Havainnot kasvukaudella

Mukulakoon kasvaessa mukulasta nousevien versojen määrä kasvoi; pienistä mukuloista nousi yleensä vain yksi varsi, kun taas suurimmista mukuloista versoja nousi jopa kuusi seitsemän (kuvat 15 ja 16, liite 1). Yksittäin kasvavat versot olivat usein kuitenkin paksumpia kuin versot jotka kasvoivat tiheässä rykelmässä.



Kuva 15 200-500g siemenmukulasta kasvanut kasvi, jolla on useita maanpäällisiä varsia.



Kuva 16 10-30 g siemenmukulasta kasvanut kasvi, jolla on yksi paksu varsi.

Kasvuston korkeus vaihteli 210 ja 240 cm välillä. Koekasvusto ei korkeudeltaan eronnut muista lohkon kasveista. Kasvusto oli läpi kasvukauden terve ja hyväkuntoinen. Ainoastaan kasvuston tiheimmissä kohdissa esiintyi paikoitellen hometta kasvien alaosissa. Tiheimmissä kohdissa oli käytetty suurimpia istukasmukuloita. Sadon laatuun tällä ei kuitenkaan ollut vaikutusta.

## 5 POHDINTA

### 5.1 Sadon määrä

Siemenmukulan koko vaikutti sadon määrään. Ero sadon määrässä oli merkittävin toiseksi suurimpien (60-100g) ja suurimpien (200-500g) mukuloiden välillä. Tutkimuksen tulos poikkesi tässä suhteessa muista tutkimuksista. Boswell (1936) havaitsi, että istukasmukulan painon noustessa 5 grammasta 55 grammaan sadontuotto nousi huomattavasti. Sitä painavampien mukuloiden käytöllä ei kuitenkaan ollut vaikutusta sadon määrään. Samansuuntaisiin tuloksiin päätyi myös Klug-Andersen kokeessaan. (Klug-Andersen 1991, 148-149)

Klug-Andersenin tutkimuksessa kokonaissato lähes kaksinkertaistui, kun taimiteheyttä nostettiin kahdesta kahdeksaan taimien neliömetrillä (Klug-Andersen 1991, 148-149). Tässä tutkimuksessa taimitehyys oli kaikilla koejaksilla sama. 50 cm:n taimi- ja 75 cm:n rivivälillä taimia tuli neliömetrille kolme.

Kokeen tulosten perusteella siemenmukulan koko vaikuttaa versomäärään: mitä suurempi siemenmukula on, sitä enemmän siinä on silmukohtia joista uusi verso voi kasvaa. Vararavintoa on suurissa mukuloissa myös enemmän, joten suuremmista mukuloista on mahdollisuus kehittyä suurempia kasveja. Suuremmista kasveista on kehittynyt myös suurempi sato.

### 5.2 Satomukuloiden muoto ja koko

Vegetatiivisesti lisätynä kasvi säilyttää saman geeniperimän kuin emokasvi. Ainoa keino jolla kasvin perimä voi vegetatiivisessa lisäyksessä muuttua, on mutaatio, sillä mutaatioita tapahtuu kasvissa koko sen elämän ajan. Useammassa lähteessä kuitenkin todettiin, että pelkällä mukuloiden valinnalla voidaan vaikuttaa satomukuloiden kokoon ja muotoon vain hyvin vähän. Tätä kantaa vahvistivat omatkin koetulokseni: siemenmukulan muodolla ei ollut vaikutusta satomukuloiden muotoon, määrään eikä kokoon.

Kuitenkin kävi selväksi, että eri kasviyksilöiden sato oli erilaista myös muodoltaan: oli kasveja, joiden mukulat olivat lähes kaikki hyvin sileäpintaisia ja kasveja joiden juuresta löytyi ainoastaan pieniä tai todella epäsäännöllisen muotoisia mukuloita. Eroavaisuudet vain eivät liittyneet siihen, millaista siemenmukulaa oli käytetty. Kokeeseen olisikin voinut valita siemenmukuloita juuri sellaisista kasveista, joiden tuottamista mukuloista erityisen suuri osa oli sileäpintaisia. Silloin juuri sitä kantaa, missä mahdollinen mutaatio olisi päässyt tapahtumaan, olisi saatu vahvistettua.

Osa mukuloista oli selvästi muodoltaan pitkulaisia, mutta kuitenkin säännöllisen muotoisia. Jos kriteerinä on saada aikaan helposti käsiteltäviä mukuloita, voisivat pitkulaiset, porkkananmallisetkin mukulat olla tavoittelemisen arvoisia. Satotukku Oy:n Annika Hongellkin toivoi suurempia ja sileämpiä mukuloita juuri käsiteltävyyden takia.

Nuoremmat mukulat ovat yleensä sileäpintaisempia ja pienempiä. Vanhetessaan ne kasvavat ja niihin voi kehittyä haaroja. Kasvin kaikki mukulat eivät kehity samaan aikaan; kun saman kasviyksilön ensimmäiset mukulat ovat jo suuria ja haaroittuneita, toiset ovat vasta halkaisijaltaan parisenttisiä. Osittain erot mukuloiden muodossa ja koossa voitaisiin siis selittää mukulan iällä. Toisaalta samaa kloonina olevat kasviyksilöt luultavasti alkavat kehittää ensimmäisiä mukuloitaan melko samanaikaisesti, joten kehitysvaiheen luulisi olleen kaikilla kasviyksilöillä melko sama.

Pienimmät satomukulat saatiin koejäsenellä C, eli suurimmilla, 200-500 painoisilla siemenmukuloilla. Alle 20 g painoisia mukuloita oli myös tässä ryhmässä eniten. Ero voisi selittyä sillä, että suuria satomukuloita käytettäessä kasvutilasta ja ravinteista on alkanut olla pulaa jolloin mukulat eivät ole päässeet kehittymään yhtä suuriksi.

### 5.3 Jatkotutkimusaiheita

Maa-artistokkaa on tutkittu maassamme hyvin vähän ja siitä riittäisikin paljon mielenkiintoista tutkittavaa. Kauan sitten sekoittuneet suomalaiset maa-artistokkakannat voisi kartoittaa ja etsiä niistä parhaita viljelyyn ja edelleen jalostukseen. Ulkomaisia, aikaisia lajikkeita ja kantoja kannattaisi myös kokeilla Suomessa ja mahdollisesti käyttää jalostuksessa.

Eri jalostustekniikoita olisi hyvin mielenkiintoista kokeilla. Käytännössä Suomessa voisi kasvattaa hedekasveja kasvihuoneessa tai muussa tilassa johon lyhyen päivän olosuhteet olisi luotu keinotekoisesti. Yksi vaihtoehto olisi kokeilla siitepölyn pakastamista. Kiinnostavaa olisi, miten kauan siitepöly säilyttää hedelmällisyytensä pakastinlämpötilassa eli noin – 17 celsiusasteessa. Jos säilyvyys on hyvä, risteytyksiä olisi helppoko tehdä jopa kotioloissa.

### 5.4 Yhteenveto

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta että maa-artistokan siemenmukulan koolla on vaikutusta sadon määrään. Satomäärä kasvoi sitä mukaa, mitä isompaa siemenmukulaa käytettiin. Myös siemenmukulan koolla on vaikutusta satomukulan kokoon: keskikokoiset mukulat tuottivat suurimpia mukuloita. Sen sijaan siemenmukulan koolla tai muodolla ei ollut vaikutusta satomukuloiden muotoon.

## Siemenmukulan koon ja muodon vaikutukset maa-artistokan (*Helianthus tuberosus* L.) satoon

---

Tutkimuksen perusteella voisi suositella käytettäväksi keskikokoisia, esimerkiksi 40-100 g painoisia siemenmukuloita. Taimitiheyttä voisi luultavasti nostaa hieman, jotta satoa saataisiin enemmän. Mukulan keskikoko ei kuitenkaan saisi sen vuoksi kärsiä. Taimitiheydeksi voitaisiin kokeilla vaikkapa viittä kasvia neliömetrillä.

## LÄHTEET

Alanko, P. 1999. Maa-artisokka eli mukula-artisokka. Teoksessa: Tammen Suuri Puutarhakirja 4. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. 80-81.

Alanko, P., Kahila, P. 2008. Maa-artisokka, vuoden 2008 maatiaiskasvi. Maatiainen – Det lantliga kulturavet ry. Viitattu 4.3.2010. <http://www.maatiainen.fi/tekstit/maa-artisokka.htm>

Cardina, J., Herms, C., Koch, T., Webster, T. 2010. Jerusalem Artichoke - *Helianthus tuberosus*. Ohio Perennial & Biennial Weed Guide. The Ohio State University. Viitattu 7.2.2010. <http://www.oardc.ohio-state.edu/weedguide/singlerecord.asp?id=870>

Cosgrove, D.R., Oelke, E.A., Doll, J.D., Davis, D.W., Undersander, D.J., Oplinger, E.S. 1991. Jerusalem Artichoke. Alternative Field Crops Manual. Viitattu 30.3.2010. <http://www.hort.purdue.edu/NEWCROP/AFCM/jerusart.html>

Danilčenko, H., Jarienė, E., Aleknavičienė, P., Gajewski, M. 2008. Quality of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers in Relation to Storage Conditions. Notulae Botanicae Horti Acrobotanici Cluj-Napoca. Cluj 36 (2). 23-27. AcademicPres.

FOBO 2008. Förbundet organisk-biologisk odling. Viitattu 29.2.2010. <http://www.fobo.se/artiklar/vaxtodling/gronsaker/rotfrukter/jordartskocka.shtml>

Hyötykasviyhdistys. 2010. Viitattu 30.3.2010. [www.hyotykasviyhdistys.fi/luettelo\\_1\\_2010.pdf](http://www.hyotykasviyhdistys.fi/luettelo_1_2010.pdf)

Håndbog om frugt & grønsager 2. 1986. Bioteknisk institut, Kolding Danmark.

Juvakka, J. 1998. Maa-artisokka; Unohdettu aarekasvi. Maskun kirjapaino Oy.

Kays, S., Nottingham, S. 2008. Biology and chemistry of Jerusalem artichoke: *Helianthus tuberosus* L. USA. CRC Press.

Klug-Andersen, S. 1992. Jerusalem artichoke: a vegetable crop growth regulation and cultivars. Acta Horticulturae 318. 145-152.

Kurtto, A., Väre, H. 1998. Asteraceae – asterikasvit. Teoksessa: Retkeilykasvio. Luonnontieteellinen keskusmuseo. Kasvimuseo. 4. täysin uudistettu painos. Helsinki: Yliopistopaino. 405-444.

Käytännön Maamies. 2009. Erikoiskasvien viljely vuonna 2008. Viitattu 30.4.2010. <http://www.kaytannonmaamies.fi/arkisto/km-809/erikoiskasvien-viljely-vuonna-2008>

Pan, L., Sinden, M. R., Kennedy, A. H., Chai, H., Watson, L. E., Graham, T. L., Kinghorn, A. D. 2008. Bioactive constituents of *Helianthus tuberosus* (Jerusalem artichoke).

Voipio, I. 2001. Vihannekset – lajit, viljely ja sato. Puutarhaliiton julkaisuja nro 316. Opas nro 46. Forssa: Nordmanin kirjapaino Oy

Zhao, G.-M., Liu Z.-P., Chen M.-D., Guo S.-W. 2007. Soil Properties and Yield of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) with Seawater Irrigation in North China Plain.

Åbo Akademi. 2007. Elias Tillandz –palkinto. 2007. Lehdistötiedote. Viitattu 30.3.2010.

[http://www.abovirtual.com/aa/massmedia/pressmeddelanden/suomi/muuta/2007\\_08\\_23\\_tillandz\\_4\\_f.html](http://www.abovirtual.com/aa/massmedia/pressmeddelanden/suomi/muuta/2007_08_23_tillandz_4_f.html)



## VERSOJEN MÄÄRÄ KASVISSA



Kuva 17 Pienimmistä, 10-30 grammaisista mukuloista nousi 1-2 versoa kustakin.



Kuva 18 Suurimmista, 200-500 grammaa painavista mukuloista nousi huomattavasti useampia (>4) versoja kuin pienemmistä.