



VAKOLA

03450 OLKKALA
913-46211

VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS
FINNISH RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

TUTKIMUSSELOSTUS No 25

OSMO KARA - HANNU HEIKKILÄ

ITUJEN VAURIOITUMINEN IDÄTETYN PERUNAN
KONEELLISESSA ISTUTUKSESSA

SPROUT DAMAGING IN MECHANICAL PLANTING
OF SPROUTED POTATO

VIHTI 1982

TUTKIMUSSELOSTUS No 25

OSMO KARA - HANNU HEIKKILÄ

ITUJEN VAURIOITUMINEN IDÄTETYN PERUNAN
KONEELLISESSA ISTUTUKSESSA

SPROUT DAMAGING IN MECHANICAL PLANTING
OF SPROUTED POTATO

VIHTI 1982

SISÄLLYSLUETTELO	Sivu
Conclusions	1
Tiivistelmä	3
Johdanto	5
Aineisto ja menetelmät	6
Koneet	6
Siemenperuna	6
Ituvauriokoe istutettaessa	9
Itujen vaurioituminen säiliön täytössä	10
Istutustarkkuuskoe	10
Tutkimuksen tulokset ja tarkastelu	11
Itujen vaurioituminen	11
Perunoiden kuorivauriot	20
Itujen vaurioituminen säiliön täytössä	22
Istutustarkkuus	24
Kirjallisuusluettelo	29

CONCLUSIONS

The suitability for planting sprouted potato of EHO 240- and EHO 242 -potato planters manufactured by EHO KONE Oy was studied. EHO 240 is a normal double elevator planter. EHO 242 is a double cup elevator planter designed for sprouted potato planting, equipped with a feeding belt conveyor which moves the tubers from the hopper in small amounts to the bottom of the cup elevator trough. Laboratory tests were performed to record the sprout damages caused by the planters with different ground speeds and different sprout lengths. Field planting tests were made to study the planting accuracy of the planters. Furthermore the sprout damages caused by the filling the hopper were recorded.

The tubers in the test had 3,7 sprouts in average. It was noted that the amount of tubers whose all sprouts were cut was 1,6-5,3 % when planting with EHO 242 and 6-13 % with EHO 240 depending on the ground speed and sprout length. In the study it was found that in average 23,2 % of the sprouts is damaged or crushed totally when planting with EHO 242. 30,6 % of the sprouts were damaged slightly with EHO 242. Slightly damaged sprouts continued growing from the axillary buds. With EHO 240 the share of cut and crushed sprouts was 39,5 % and that of slightly damaged sprouts was 28,5 %. Thus with EHO 242 46,2 % of the sprouts was entirely undamaged and 32,0 % with EHO 240. Increasing of the ground speed from 3 to 6 km/h with 30 cm planting distance caused very significant 11,0...21,3 %, sprout damage with both planters. With EHO 240 the amount of sprout damaging started to increase already with the ground speed less than 4,5 km/h, but with EHO 242 only when the speed was higher than 4,5 km/h. When planting with EHO 242 6,9...11,8 % more of 10...25 mm long sprouts remained undamaged than 5...10 mm long sprouts. With EHO 242 the length of the sprouts does not correlate with the sprout damages.

Peel damages of different stage did occur with EHO 242 on 0,83 % and with EHO 240 0,77 % of the potatoes. No significant variation was found in the planting accuracy between the planters. When filling the planter hopper about 6 % of the potato sprouts, sprouted in the light was crushed or cut. The germination points were damaged in 8 % of the potatoes and some 86 % will remain undamaged when filling the hopper.

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksissa selviteltiin EHO KONE Oy:n valmistamien automaattisten EHO 240- ja EHO 242-perunanistutuskoneiden soveltuvuutta idätetyn perunan istutukseen. EHO 240 on normaali kaksoiskuppielevaattorikone. EHO 242 on idätetyn perunan istutukseen tarkoitettu kaksoiskuppielevaattorikone, jossa on syöttöhihna, joka syöttää perunat säiliöstä pienin erin kuppielevaattorin kaukalon pohjalle. Laboratoriokokein tutkittiin koneiden aiheuttamia ituvaurioita eri istutusnopeuksilla ja idunpituuksilla sekä pelto-olosuhteissa tehdyillä istutuskokeilla koneiden istutustarkkuuksia. Lisäksi tutkittiin perunanistutuskoneen säiliötä täytettäessä iduille aiheutuvia vaurioita.

Perunoiden osuuden, joista kaikki idut olivat katkenneet, todettiin olevan EHO 242:lla istutettaessa 1,6-5,3 % ja EHO 240:llä istutettaessa 6,0-13,0 % ajonopeudesta ja idunpituudesta riippuen. Koeperunassa oli keskimäärin 3,7 itua. Tutkimuksen mukaan iduista katkeaa tai murskautuu kehityskelvottomaksi EHO 242:lla istutettaessa keskimäärin 23,2 %. Lievästi vaurioituneita ituja on EHO 242:lla 30,6 %. Lievästi vaurioituneet idut jatkoivat kasvuaan hankasilmuista.

EHO 240:llä katkenneiden ja murskaantuneiden itujen osuus on 39,5 % ja lievästi vaurioituneiden itujen osuus 28,5 %. Täysin ehjäksi jää istutuksessa näin ollen EHO 242:lla 46,2 % ja EHO 240:llä 32,0 %. Ajonopeuden nostaminen 3 km/h:sta 6 km/h:iin istutusetäisyyden ollessa 30 cm, lisää itujen katkeamista molemmilla istutuskoneilla hyvin merkittävästi, 11,0-21,3 %-yksikköä. EHO 240:llä katkenneiden itujen määrä lisääntyy jo alle 4,5 km/h nopeudella, mutta EHO 242:lla vasta nopeuden ylittäessä 4,5 km/h.

EHO 242:lla istutettaessa säilyy 10-25 mm pitkiä ituja ehjänä 6,9-11,8 %-yksikköä enemmän kuin 5-10 mm pitkiä ituja. EHO 240:llä ei itujen pituus juuri vaikuta niiden katkeamiseen.

Eri asteisia kuorivioituksia esiintyi EHO 242:lla keskimäärin 0,83 %:lla perunoista ja EHO 240:llä 0,77 % perunoista. Koneiden istutustarkkuuksissa ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja. Perunanistutuskoneen säiliötä täytettäessä katkeaa tai murskautuu valossa idätetyn perunan iduista noin 6 %. Kasvupisteet vioittuvat noin 8 %:lla ja noin 86 % säilyy täyttövaiheessa vahingoittumattomana.

JOHDANTO

Automaattisten perunanistutuskoneiden yleistyminen on johtanut herätysidätetyn tai aivan idättämättömän siemenen käyttöön perunanviljelyssä. Yhtenä syynä on ollut olettamus, jonka mukaan istutuskoneet käsittelevät perunoita niin kovakouraisesti, että varsinaisen idätyksen edut menetetään istutuskoneessa katkeavien itujen myötä.

Idätetyllä siemenellä saadaan kuitenkin meillä viljeltävillä melko myöhäisillä ja myöhäisillä perunalajikkeilla noin 10...11 % suurempia satoja sekä lievä tärkkelyspi-toisuuden nousu idättämättömän siemenen käyttöön verrattuna (RANTANEN 1974). Idätyksen satoa lisäävä vaikutus johtuu lähinnä keinotekoisesti pidennetystä kasvukaudesta ja peittaamatonta siementä käytettäessä myös parantuneesta kasvitautien vastustuskyvystä (SEPPÄNEN 1974). Myöhäisinä keväinä idätys on suositeltavinta, sillä idätyksellä saatu sadonlisäys on tutkimuksen mukaan sitä suurempi, mitä myöhäisemmäksi perunan istutusajankohta siirtyy (PALMER ja JARVIS 1977).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää EHO KONE Oy:n valmistamien EHO 240- ja EHO 242-perunanistusukoneiden soveltuvuus idätetyn perunan istutukseen. Laboratoriolokokeissa tutkittiin ajonopeuden ja idun pituuden vaikutusta istutuksessa syntyvien ituvaurioiden määrään. Lisäksi tehtiin joitakin kokeita selvittämään vaurioituneiden itujen osuutta perunanistutuskoneen säiliötä täytettäessä. Istutustarkkuuksien vertailemiseksi istutettiin idätettyä perunaa myös pelto-oloissa.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimus suoritettiin Helsingin Yliopiston maatalous-
teknologian laitoksella.

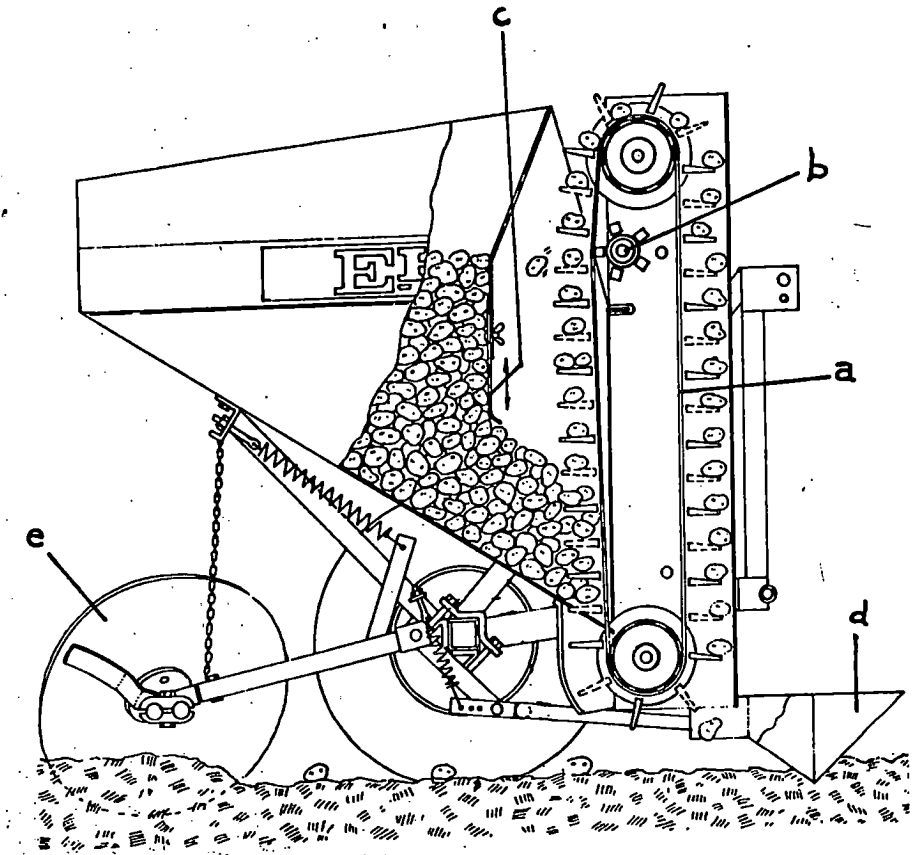
Koneet

Tutkimuksissa oli vertailtavana kaksi nakkilalaisen Eho Kone Oy:n valmistamaa perunanistutuskonetta: EHO 240 (piirros 1) ja sen pohjalta kehitetty, erityisesti idätetyt perunan istutukseen tarkoitettu malli, EHO 242 (piirros 2). Molemmissa konetyypeissä varsinainen istutuselin on sama, ns. kaksoiskuppielevaattori, jossa kumiseen lattahihnaan on kiinnitetty säännöllisesti porrastettuna kaksi muovikuppiriviä, yhteensä 34 kuppia.

EHO 240 ja EHO 242 eroavat toisistaan lähinnä tavassa, jolla peruna siirtyy istutuskoneen säiliöstä syöttösyvennykseen. EHO 240:ssä peruna valuu säiliöstä omalla painollaan loivaa pohjaa pitkin syöttösyvennykseen. EHO 242-istutuskoneessa perunasäiliön pohjalla olevat syöttökuljettimet siirtävät perunat ohueksi kerrokseksi syöttösyvennykseen. Tällä tavoin rajoitetaan perunoiden hankautumista elevaattorin kulkiessa vain ohuen perunakerroksen läpi. Näillä järjestelyillä pyritään perunamassaa käsittelemään hellävaraisesti ja pitämään ituvauriot vähäisinä.

Siemenperuna

Kokeissa käytettiin 35...45 mm kokoon lajiteltua Saturna-perunaa. Idätys tehtiin ns. valoidätyksenä päivänvalossa lämpötilan ollessa koko idätyksen ajan noin 16 °C. Koeperunassa oli keskimäärin 3,7 itua ja idätettyjen perunoiden itujen pituudet olivat 5...10 mm ja 10...25 mm.

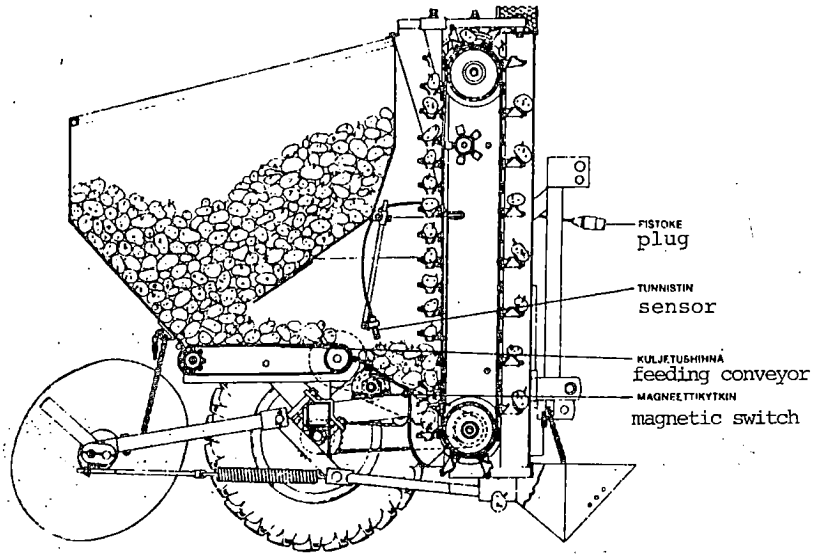


Piirros 1. EHO 240-perunanistutus koneen rakenne:

- a) kaksoiskuppielevaattori
- b) säädettävä täristyspyörä
- c) perunan valumisen säätölevy
- d) avausvantaana on siipiterä
- e) kaksoislautaset toimivat peittovantaina

Figure 1. Construction of EHO 240 potato planter

- a) double cup elevator
- b) adjustable shaker wheel
- c) potato flow adjusting plate
- d) furrow opener hoe
- e) furrow closer double disks



Piirros 2. EHO 242-perunanistutuskoneen rakenne ja toimintaperiaate

Figure 2. Construction of EHO 242-potato planter

Ituvauriokoe istutettaessa

Tutkimus tehtiin laboratoriokokeena tasokuljetinta käyttäen. Molemmilla koneilla tehtiin kummankin idunpituuden ja kolmen eri ajonopeuden (istutustiheyden) arvoilla neljä kerrannetta. Jokaisessa kerranteessa suoritettiin seuraavat työvaiheet:

- 1) Laskettiin idätyslaatikosta 200 huopakynällä merkittyä perunaa.
- 2) Täytettiin perunanistutuskoneen säiliö niin, että merkityt, tutkittavat perunat ladottiin käsin neljään kerrokseen, 50 perunaa kuhunkin. Näiden kerrosten väliin laitettiin merkittämättömää perunaa täytteeksi yhteensä noin 80 kg.
- 3) Syötettiin perunat istutuskoneen läpi ja poimittiin tutkittavat perunat samanaikaisesti erikseen.
- 4) Idätettiin tutkittavia perunoita noin viikon ajan ennenkuin ituvaurioiden arviointi aloitettiin. Tänä aikana elinkelvottomiksi vaurioituneet idut kuivuivat ja vaurioituneet, mutta siitä huolimatta kehityskelpoiset idut aloittivat hankasilmuista uuden kasvunsa.
- 5) Laskettiin ja taulukoitiin perunoissa olevat ehjät, vaurioituneet ja katkenneet idut. Idut katsottiin kuuluvat kuhunkin kategoriaan seuraavasti:

Ehjä itu: itu oli täysin ehjä tai niin lievästi vaurioitunut, ettei sen ulkonäkö ollut muuttunut.

Vaurioitunut itu: itu arvioitiin vaurioituneeksi, kun sen kasvupiste oli katkennut tai murskaantunut, mutta idun kehitys jatkui siinä alempana olevista hankasilmuista (piirros 3).

Katkennut itu: katkenneeksi itu katsottiin, kun se oli kokonaan irronnut perunasta tai niin pahoin murskautunut, että se oli kuivunut paikalleen.

- 6) Ituarvioinnin yhteydessä todettiin perunoiden istutuksessa saamat kuorivauriot.

Itujen vaurioituminen säiliön täytössä

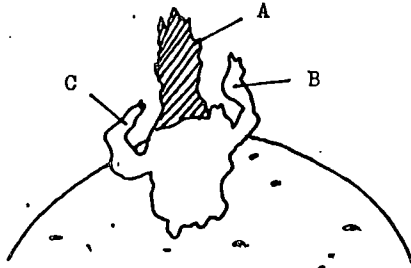
Itujen vaurioitumiskokeessa säiliötä täytettäessä peruna kaadettiin idätyslaatikosta suoraan perunanistutuskoneen säiliöön. Kaadot tehtiin säiliön reunalta 20 kg:n erissä. Pudotuskorkeus säiliön reunalta sen pohjalle oli 55 cm. Kokeessa oli kolme kerrannetta, joissa jokaisessa oli kaksi kaatoerää, yhteensä 40 kg perunaa.

Kaadon jälkeen perunat siirrettiin käsin takaisin laatikoihin ja samalla otettiin neljä 50 perunan satunnaisnäytettä. Näistä selvitettiin silmämääräisesti ehjien, vaurioituneiden ja katkenneiden itujen määrät.

Istutustarkkuuskoe

Istutustarkkuuskokeessa istutusetiäisyys oli molemmissa istutuskoneissa säädetty 31 cm:ksi, mikä vastaa tutkituilla ajonopeuksilla seuraavia teoreettisia istutustiheyden arvoja:

Ajonopeus	Istutustiheys, perunaa/min
3	161
5	269
7	376



Piirros 3. Vaurioitunut itu. Itu arvioitiin vaurioituneeksi, jos sen kärki ja siinä oleva kasvupiste oli vaurioitunut ja kuollut, alue A, mutta idussa olevat hankasilmut, B ja C, jatkoivat kasvua.

Figure 3. Damaged sprout. The sprout was regarded as damaged if its point and the growing point were damaged and dead, area A, but the axillary buds B and C of the sprout continued growing.

Kokeen alkaessa oli istutuskoneiden säiliöissä perunaa n. 60 kg. Peruna istutettiin 20 m:n matkalle. Jokaisesta koetekijästä tehtiin neljä kerrannetta. Etäisyydet luettiin tasasenttimetrein keskeltä perunaa.

TUTKIMUKSEN TULOKSET JA TARKASTELU

Itujen vaurioituminen

Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty kokeessa saadut tulokset ajonopeuden vaikutuksesta itujen rikkoutumiseen EHO 240- ja EHO 242-perunanistutuskoneilla idunpituuksien ollessa 5...10 mm ja 10...25 mm. Lyhyempien itujen keskipituus oli n. 7 mm ja pidempien itujen n. 16 mm.

Taulukko 1. Ajonopeuden ja konetyypin vaikutus 5...10 mm pitkien itujen vaurioitumiseen.
Teoreettinen istutusetäisyys: 30 cm.

Table 1. The influence of the ground speed and type of the planter on damaging of 5...10 mm long sprouts. Theoretical planting distance 30 cm.

Ajonopeus/Istutustiheys km/h /perunaa min. Ground speed/ planting speed km/h per potatoes/ min	Ehjiä ituja % Non damaged sprouts %			Vaurioituneita ituja % Damaged sprouts %			Katkenneita ituja % Sprouts cut %		
	EHO 240 x	EHO 242 x	t-arvo t-value	EHO 240 x	EHO 242 x	t-arvo t-value	EHO 240 x	EHO 242 x	t-arvo t-value
3 /167	39,8 2,9	43,5 3,0	1,8	34,5 2,1	39,0 6,4	1,3	25,7 4,2	17,5 4,0	3) 2,8
4,5 /250	32,2 1,5	43,7 2,8	1) 7,3	25,8 3,3	35,3 3,9	2) 3,8	42,0 4,5	21,0 2,9	1) 7,7
6 /333	25,7 1,7	36,3 1,0	10,8	27,3 3,1	28,7 1,3	0,8	47,0 4,4	35,0 1,4	2) 5,2
x	32,6	41,2		29,2	34,3		38,2	24,5	
PME %-yksikköä (va-9) L.S.D. p0,05 p0,01	3,4 4,8	3,9 5,6		4,6 6,6	7,0 10,0		7,0 10,1	4,8 6,9	

- 1) ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä
2) ero on tilastollisesti hyvin merkitsevä
3) ero on tilastollisesti merkitsevä

Taulukko 2. Ajonopeuden ja konetyypin vaikutus 10-25 mm pitkien itujen vaurioitumiseen. Teoreettinen istutusetäisyys 30 cm.

Table 2. The influence of the ground speed and type of the planter on damaging of 10...25 mm long sprouts. Theoretical planting distance 30 cm.

Ajonopeus/istutusnopeus / km/h perunaa/min Ground speed/ planting speed / km/h per potatoe/min	Ehjiä ituja % Non damaged sprouts %				Vaurioituneita ituja % Damaged sprouts %				Katkenneita ituja % Sprouts cut %						
	EHO 240 x	EHO 242 x	s s	t-arvo t-value	EHO 240 x	EHO 242 x	s s	t-arvo t-value	EHO 240 x	EHO 242 x	s s	t-arvo t-value			
3 / 167	36,8	5,7	55,0	1,4	1) 6,2	29,5	5,3	27,2	1,0	0,9	33,7	2,2	17,8	2,2	1) 10,1
4,5 / 250	32,0	2,9	55,5	0,6	1) 6,0	28,0	2,4	25,3	1,0	2,1	40,0	2,2	19,2	1,0	1) 17,6
6 / 333	25,7	3,0	43,2	1,7	1) 0,2	25,8	1,0	28,0	2,9	0,6	48,5	2,4	28,8	3,2	1) 9,6
x	31,5		51,2			27,8		26,8			40,7		21,9		
PME %-yksiköä (vä-9) L.S.D. p0,05 p0,01	6,5 9,4		2,1 3,1			5,5 7,9		3,0 4,3			5,7 8,2		3,6 5,0		

1) ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä

Katkenneita tai kehityskelvottomiksi murskautuneita ituja oli EHO 242:lla keskimäärin 23,4 % ja EHO 240:llä 39,5 %. Koneiden välinen ero on ajonopeudesta ja idunpituudesta riippuen 8,2...21,0 %-yksikköä. Pitkällä, 10...25 mm:llä idulla erot ovat kaikilla istutustiheyksillä tilastollisesti erittäin merkitseviä, t-arvot 9,6...17,6. \

Lyhyellä idulla ero on näin merkitsevä vain istutustiheydellä 250 perunaa/min (21,0 %-yksikköä, jota vastaava t-arvo on 7,7). Suurimmillaan katkenneiden itujen osuus on EHO 240:llä istutettaessa 48,5 % ja EHO 242:lla istutettaessa 35,0 %.

Vaurioituneiden eli kärjestä katkenneiden itujen osuuksissa EHO 242 ja EHO 240 väliset erot ovat pienet, 1,4...9,5 %-yksikköä. Ero on tilastollisesti merkitsevä ajonopeudella 4,5 km/h (t-arvo on 3,8), kun istutetaan lyhytituista perunaa. Täällöin EHO 242 vaurioittaa 35,3 % ja EHO 240 25,8 % itujen kasvupisteistä.

Pitkistä, 10...25 mm:stä iduista selviää EHO 242:sta aivan ehjinä keskimäärin 51,2 % ja EHO 240:stä 19,7 %-yksikköä vähemmän eli 31,5 %. Lyhyellä idulla ehjien itujen osuus on EHO 242:lla istutettaessa keskimäärin 41,2 % ja EHO 240:llä istutettaessa keskimäärin 32,6 %. Yhtä tapausta lukuunottamatta säilyy EHO 242:lla ituja ehjinä erittäin merkitsevästi enemmän kuin EHO 240:llä (t-arvot 6,2...16,0). Tilastollisesti merkitsevää eroa ei ole ehjien itujen osuuksissa istutettaessa 5...10 mm:n pituista perunaa nopeudella 3 km/h.

SPECHT:n (1979) mukaan perunan mukulasato ei alene, jos istutuksessa katkenneiden itujen osuus jää varhaisperunalla alle 15 %:n ja syys- sekä talviperunalla alle 25 %:n itujen kokonaismäärästä. Toisaalta on olemassa tutkimustuloksia, joiden mukaan tietyissä olosuhteissa

ituja saa katketa jopa 50 % perunan istutusvaiheessa ja siitä huolimatta saadaan normaali, hyvänlaatuinen sato (SVENSSON ym. 1969). Heidän mukaansa itujen vaurioituminen vaikuttaa merkittävästi satoon vain, kun perunoiden ns. pääsilmun vallitsevuus murtuu.

Ajonopeuden suurentaminen 3 km/h:sta 6 km/h:n lisää itujen katkeamista molemmilla istutuskoneilla ja idunpituuksilla hyvin merkittävästi, 11,0...21,3 %-yksikköä. EHO 240:n ja EHO 242:n välillä on ajonopeuden vaikutuksella kuitenkin se ero, että EHO 240:llä katkenneiden itujen määrä lisääntyy tilastollisestikin merkittävästi jo alhaisilla 3...4,5 km/h ajonopeuksilla, mutta EHO 242:lla itujen katkeaminen lisääntyy merkittävästi vasta nopeuden ylittäessä 4,5 km/h.

Ajonopeus ei juuri vaikuta pitkien itujen kasvupisteiden katkeamiseen. Nopeuksien väliset erot ovat vain 1,5...2,7 %-yksikköä. Sen sijaan lyhyellä idulla ajonopeus ja vaurioituneiden itujen osuus ovat kääntäen verrannollisia. Nopeudella 3 km/h on kärjestä vioittuneiden itujen osuus EHO 240:llä 7,2 %-yksikköä ja EHO 242:lla 10,3 %-yksikköä suurempi kuin nopeudella 6 km/h.

EHO 242:lla istutettaessa vaikuttaa itujen pituus niiden rikkoutumiseen (taulukko 3). 10...25 mm:n ituja säilyy nopeuksilla 3, 4,5 ja 6 km/h 11,5, 11,8 ja 6,9 %-yksikköä enemmän ehjänä kuin 5...10 mm:n ituja. Vastaavasti katkeaa viimeainitulla idunpituudella enemmän sekä itujen kärkiä (nopeuksilla 3 km/h ja 4,5 km/h) että kokonaisia ituja (nopeudella 6 km/h). Erot ovat tilastollisesti merkittävät.

EHO 240:llä on idunpituudella vaikutusta itujen vioittumisherkkyyteen vain pienellä ajonopeudella (taulukko 4). Tällöin pitkiä ituja katkeaa 33,7 % ja lyhyitä ituja 25,7 %. Tämä 8,0 %-yksikön ero on tilastollisesti merkittävä.

Taulukko 3. Itujen pituuden vaikutus niiden vaurioitumiseen EHO 242:11a.
Teoreettinen istutusetäisyys 30 cm.

Tabel 3. The influence of sprout length on their damaging with EHO 242 planter.
Theoretical planting distance 30 cm.

Ajonopeus Ground speed km/h	Ehjiä ituja % Non damaged sprouts %		Vaurioituneita ituja % Damaged sprouts %		Katkenneita ituja % Sprouts cut %	
	Idunpituus Length of sprout mm	t-arvo t-value	Idunpituus Length of sprout mm	t-arvo t-value	Idunpituus Length of sprout mm	t-arvo t-value
3	43,5	55,0	39,0	27,2	17,5	17,8
4,5	43,7	55,5	35,3	25,3	21,0	19,2
6	36,3	43,2	28,7	28,0	35,0	28,8
	5...10	10...25	5...10	10...25	5...10	10...25

1) ero on erittäin merkitsevä

2) ero on hyvin merkitsevä

3) ero on merkitsevä

Taulukko 4. Itujen pituden vaikutus niiden vaurioitumiseen EHO 240:llä.
Teoreettinen istutusetäisyys 30 cm.

Table 4. The influence of sprout length on their damaging with EHO 240 planter.
Theoretical planting distance 30 cm.

Ajonopeus Ground speed km/h	Ehjiä ituja % Non damaged sprouts %		Vaurioituneita ituja % Damaged sprouts %		Katkenneita ituja % Sprouts cut %	
	Idunpituus Length of sprout mm	t-arvo t-value	Idunpituus Length of sprout mm	t-arvo t-value	Idunpituus Length of sprout mm	t-arvo t-value
	5...10	10...25	5...10	10...25	5...10	10...25
3	39,8	36,8	34,5	29,5	25,7	33,7
4,5	32,2	32,0	25,8	28,0	42,0	40,0
6	25,7	25,7	27,3	25,8	47,0	48,5

3) ero on merkitsevä

Pitkät idut ovat neljä viikkoa vanhempia kuin lyhyet idut. Ikänsä ansiosta pitkät idut ovat vahvistuneet erityisesti kasvupisteen osalta ja ilmeisesti juuri tästä syystä ne kestävät piteudestaan huolimatta EHO 242 käsittelyn paremmin kuin lyhyet idut. EHO 240:llä istutettaessa perunoiden käsittely on kuitenkin niin kovakou-
raista, että vanhojen itujen lisääntynyt pituus on hai-
tallista ja ne vaurioituvat yhtä helposti kuin nuorem-
mat, noin kolme viikkoa kasvaneet idut.

Automaattisilla perunanistutuskoneilla on JARVIKSEN ja PALMERin (1973) sekä SPIESSin (1974) mukaan istutettava valossa pitkään idätettyä perunaa. SPECHTin (1971) mu-
kaan hihnasyöttöinen perunanistutuskone katkaisee noin 15 %-yksikköä vähemmän ituja kuin kaksoiskupeilla varus-
tettu ketjuelevaattori. Kahden kuppirivin ansiosta pysty-
tään elevaattorin pyörimisnopeutta pienentämään, minkä
johdosta itujen katkeaminen vähenee 11-12 %-yksikköä yh-
dellä kuppirivillä varustettuun koneeseen verrattuna.

Tässä tutkimuksessa todettiin iduttomien perunoiden mää-
rän olevan EHO 240:llä istutettaessa 6,0...13,0 % ja EHO
242:lla istutettaessa 1,6...5,3 % ajonopeudesta ja idun-
pituudesta riippuen (taulukko 5).

Istutuskoneiden väliset erot iduttomien perunoiden mää-
rissä ovat kaikissa tapauksissa tilastollisesti merkitse-
viä. Ajonopeuden vaikutus on lyhytituista perunaa käytet-
täessä molemmilla istutuskoneilla hyvin merkitsevä yli
4,5 km/h ajonopeuksilla. Tämä ilmenee hyvin piirroksista
4, johon on piirretty iduttomien perunoiden määrän riip-
puvuus ajonopeudesta EHO 242:lla ja EHO 240:llä itujen
pituuksien ollessa 5...10 mm ja 10...25 mm. Pidempään
itämässä olleiden perunoiden idut ovat kiinnittyneet
lujemmin perunaan eivätkä irtoa istutustiheyden noususta
huolimatta niin helposti kuin nuoremmat idut. Muidenkin
tutkimusten (SPIESS 1974, SPIESS ja SCHEURER 1976) mu-
kaan itujen vaurioituminen kuppielevaattorikoneella on
hyvin riippuvainen ajonopeudesta eli istutustiheydestä.

Taulukko 5. Iduttomien perunoiden määrät

Table 5. Amount of sproutless potatoes

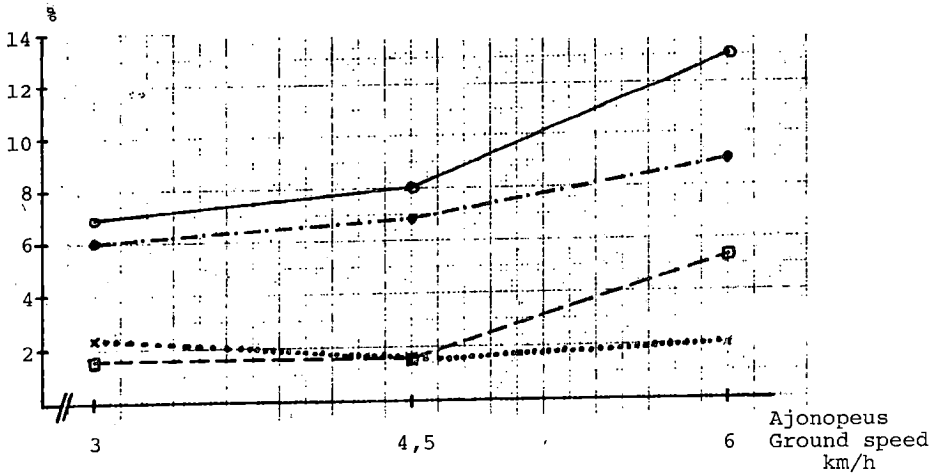
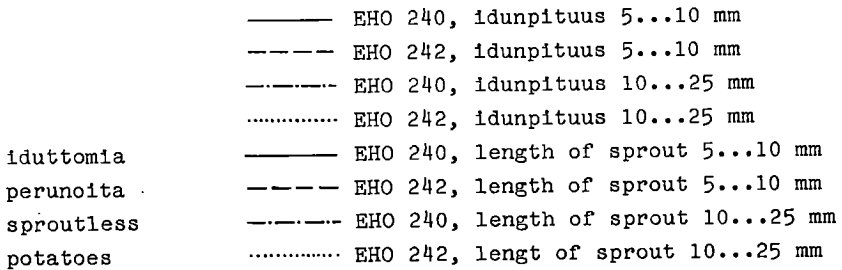
Ajoneuvus Ground speed km/h	Iduttomia perunoita - Sproutless potatoes					
	Idunpituus 5...10 Length of sprout		Idunpituus 10...25 Length of sprout		EHO 242 %	t-arvo t-value
	EHO 240 %	EHO 242 %	EHO 240 %	EHO 242 %		
3	6,9	1,6	3) 3,1	6,0	2,3	3) 2,6
4,5	8,0	1,6	3) 3,5	6,8	1,6	3) 2,9
6	13,0	5,3	2) 4,8	9,0	2,0	3) 3,0
\bar{x}	9,3	2,8		7,3	2,0	
PWE %-yks. (va-9)						
L.S.D. p ^{0,05}	2,3	2,0		3,2	1,8	
p ^{0,01}	3,3	2,9		4,6	2,6	

2) ero on hyvin merkitsevä

3) ero on merkitsevä

Perunoiden kuorivauriot

Ituvaurioiden itutarkastelussa kirjattiin myös perunoiden halkeamat ja kuoritutumisets (taulukko 6), joihin maassa elävien patogeenisien, kuten tyvimädän ja perunaseitien aiheuttajien on helppo iskeytyä ja saastuttaa kehittyvä perunakasvusto. Siemenen mukana taudinaiheuttajat siirtyvät edelleen seuraavaan sukupolveen.



Piirros 4. Ajonopeuden vaikutus iduttomien perunoiden määrään 30 cm:n istutusetäisyydellä.

Figure 4. The influence of the ground speed on the amount of sproutless potatoes with 30 cm planting distance.

Taulukko 6. Perunoiden kuorivauriot

Table 6. Peel damaged potatoes

Ajonopeus Ground speed km/h	Vaurioituneita perunoita - Damaged potatoes				t-arvo t-value
	EHO 240	%	kpl./kerr. piece	%	
3	2,00	1,00	0,63	0,31	x) 2,4
4,5	1,25	0,63	2,13	1,06	1,1
6	1,38	0,69	2,25	1,13	0,6
x		0,77		0,83	

x) ero on merkitsevä vapausasteilla 14

Maltoon asti ulottuvia kuorivaurioita esiintyy EHO 242:lla istutettaessa 0,31...1,13 %:lla perunoista. Rikkoutuneiden perunoiden määrissä on koneiden välinen ero tilastollisesti merkitsevä vain nopeudella 3 km/h istutettaessa. Tällöin EHO 240 rikkoo 1 %:n ja EHO 242 tästä vain noin kolmanneksen eli 0,31 % istutetuista perunoista.

Suurin osa kuorivaurioista syntyy ilmeisesti perunoiden jäädessä kuppivien välissä olevan kiilan (elevaattorin yläosassa) ja kupprien väliin. Näin käy etenkin, jos kyseinen kiila on liiaksi irti elevaattorihihnasta ja elevaattorin pyörimisnopeus on alhainen. Tällöin täristyspyörä ei pudota kuppivien välissä olevia perunoita, vaan ne nousevat kiilalle asti ja saattavat vaurioitua. Tämä ehkä selittää EHO 240:n suurimmat kuorivauriot pienimmällä ajonopeudella.

Itujen vaurioituminen säiliön täytössä

Tehdyn kokeen mukaan keskimäärin noin 86 % perunoissa olevista iduista säilyy vahingoittumattomana täytettäessä perunanistutuskoneen säiliötä pienistä, noin 20 kg:n idätyslaatikoista (taulukko 7). Kokeessa käytetyn perunan lajittelukoko oli 30...45 mm ja idut olivat 10...25 mm pitkiä valoituja.

Kasvupiste katkeaa noin 8 %:lta iduista, tällöin ne kuitenkin jatkavat hankasilmuista kehitystään, minkä vuoksi ne on ryhmitelty omaan luokkaansa, vaurioituneet idut. Loput, noin 6 % iduista katkeaa kaatovaiheessa kokonaan, joten valoidätetty peruna kestää täyttövaiheen melko hyvin, mutta SPECHTin (1973) mukaan saattaa heikko-laatuista ituja katketa huolimattomassa säiliön täytössä jopa 20 painoprosenttia.

Taulukko 7. Itujen vaurioituminen säiliön täytössä.

Table 7. Sprout damaging with hopper filling.

	Ehjiä ituja Non damaged sprouts		Vaurioituneita ituja Damaged sprouts		Katkenneita ituja Sprouts cut		Yhteensä In all	
	kpl piece	%	kpl piece	%	kpl piece	%	kpl piece	%
Kaato 1	546	88,5	38	6,2	33	5,3	617	100
Kaato 2	466	85,2	44	8,0	37	6,8	547	100
Kaato 3	574	83,7	69	10,0	43	6,3	686	100
x		85,8		8,1		6,1		100

Kupplelevaattorikoneissa noin 75 % ituvaurioista syntyy elevaattorin syöttösyvennyksessä (SPECHT 1973). SPECHTin (1979) mukaan useimmissa perunanistutuskonemalleissa on mahdollista vähentää juuri syöttösyvennyksessä syntyvien ituvaurioiden määrää noin 50 % kaatamalla perunat idätyslaatikosta suoraan istutuskoneen syöttösyvennykseen pienin erin.

Istutustarkkuus

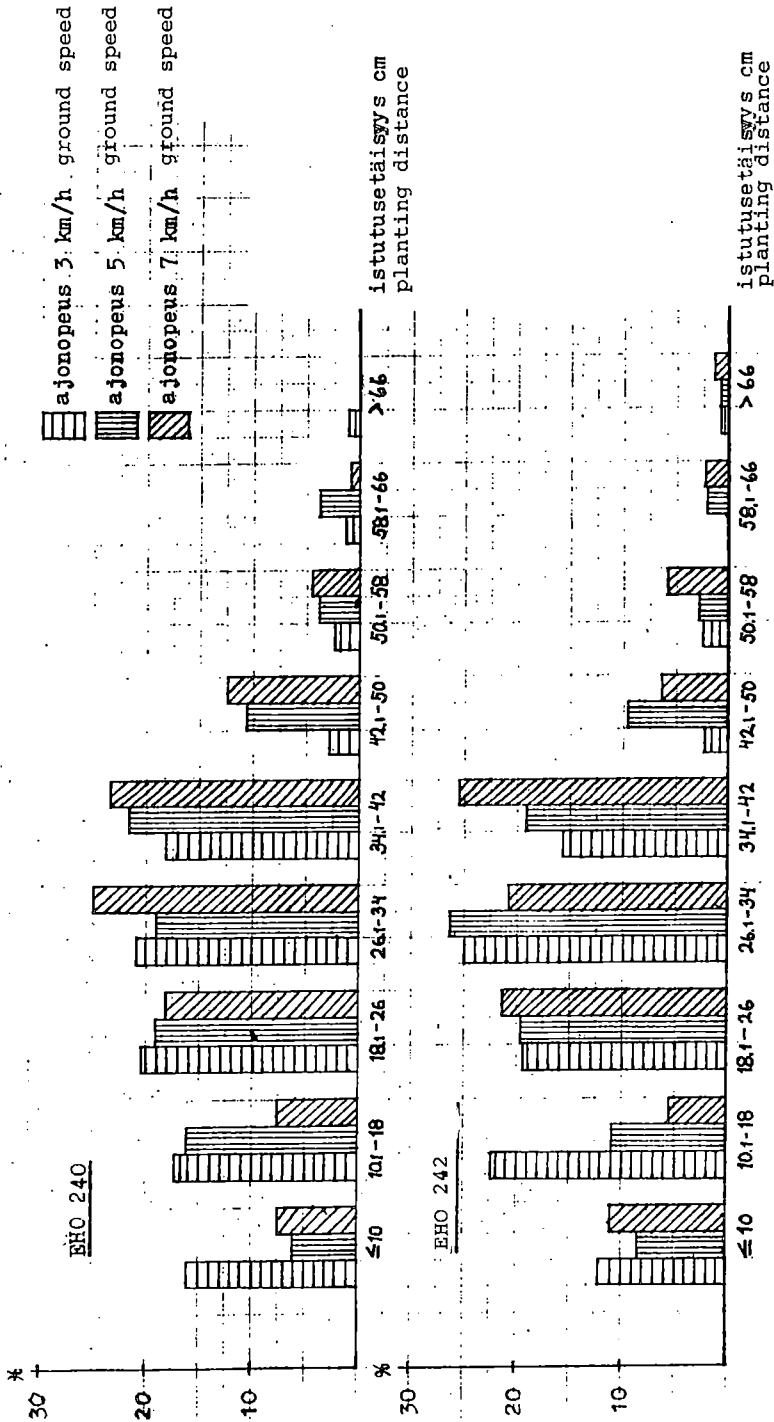
Taulukossa 8 on esitetty eräitä EHO 240- ja EHO 242-perunanistutuskoneiden istutustarkkuutta kuvaavia tunnuslukuja istutettaessa 30...45 mm:n kokoista idätettyä Saturna-perunaa. Istutusetäisyyden jakautuminen on esitetty piirroksessa 5.

Kasautumien osuus on EHO 240:llä 6,0...16,0 % ja EHO 242:lla 8,4...12,1 %. Kasautumassa istutusetäisyys on 10 cm tai sitä pienempi. Ne aiheutuvat kaksoisistutuksista sekä perunoiden pyörimisestä avausvantaan tekemässä vaossa, näin varsinkin suuria istutusnopeuksia käytettäessä.

Liian suuret istutusetäisyydet johtuvat sekä perunoiden liikkeistä avausvaossa että niiden putoamisesta elevaattorilta takaisin syöttösyvennykseen, jolloin kupit jäävät tyhjiksi aiheuttaen riviin aukkoja. EHO 240 jättää aukkoja keskimäärin 3,1 % ja EHO 242 3,3 %. Aukoksi perunoiden väli on katsottu sen ollessa vähintään kaksi kertaa keskimääräinen istutusetäisyys. EHO 242:lla ei ajonopeus juuri ole vaikuttanut aukkojen määrään, mutta EHO 240:llä on 7 km/h nopeudella istutettaessa aukkojen osuus huomattavan pieni, vain 0,7 %.

Taulukko 8. Istutustarkkuuskokeen tuloksia. Koeperunan lajit-
telukoko 30-45 mm ja säädetty istutusetäisyys 31 cm.
Table 8. Results of the planting accuracy tests. Tuber size
sorting 30...45 mm and planting distance set 31 cm.

Arvosteluperuste	Ajonopeus Ground speed km/h	EHO 240	EHO 242	
	3	16,0	12,1	
Kasautumia % Blockages %	5	6,0	8,4	
	7	7,9	11,0	
	3	4,8	3,2	
Aukkoja % Gaps %	5	3,8	3,0	
	7	0,7	3,8	
	3	13,1	12,8	
Keskihajonta cm Standard deviation cm	5	13,6	13,1	
	7	12,1	14,4	
Suhteellinen hajonta % Relative deviation %	3	53,4	51,2	t-arvo 0,25
	5	45,1	44,5	0,18
	7	39,2	44,8	1,04
Istutusetäisyyksien keskiarvon muutos säädetystä istutusetäi- syydestä cm Deviation of average planting distances from the set planting distance cm	3	-5,8	t-arvo -2,79	t-arvo -6,0
	5	-0,8	-0,72	-1,4
	7	+0,2	0,18	+1,4
Istutustiheys peru- naa/min/rivi Planting density tuber/ min/furrow	3	198	200	säädetty 161
	5	276	282	269
	7	374	360	376



Piirros 5. Istutusetaisyksien jakautuminen idätettyä perunaa Eho 240:llä ja 242:llä istutettaessa.

Figure 5. Distribution of the planting distances with planted sprouted potato with EHO 240 and EHO 242. Tuber sorting size 30...45 mm and planting distance set 31. cm.

Istutusetaisyyden suhteellinen hajonta on yleisesti käytetty istutustarkkuuden mitta. Mitä alhaisemman arvon se saa, sitä parempi on istutustarkkuus. Pienin arvo, 39,2 % saavutettiin EHO 240:llä nopeuden ollessa 7 km/h ja EHO 242:lla arvo 44,5 % nopeudella 5 km/h. Kasautumien suuri määrä 3 km/h:n nopeudella nostaa suhteellisen hajonnan arvon kummallakin istutuskoneella yli 50 %:n. Koneiden istutustarkkuuden vaihtelut eivät eroa tilastollisesti merkittävästi ajonopeuden ollessa 3...7 km/h (suhteellisen hajonnan t-testiarvot ovat nopeuksilla 3, 5 ja 7 km/h 0,25, 0,18 ja 1,04).

Istutusetaisyyksien keskiarvo poikkeaa säädetystä istutusetaisyydestä EHO 242:lla 3 km/h istutettaessa hyvin merkittävästi (riski 1 %). EHO 240:n kohdalla poikkeama on merkittävä 10 %:n riskillä. Suuremmilla nopeuksilla ovat istutusetaisyyksien keskiarvojen ja säädetyn istutusetaisyyden erot molemmilla koneilla niin pieniä, etteivät ne ole tilastollisesti merkittäviä.

Suurin käytännön ongelma ei kuitenkaan ole perunoiden epätasainen jakautuminen riviin, vaan istutusvirheistä aiheutuva siemenmäärän muutos pinta-alayksikköä kohti.

Taulukossa 9 on istutusvirheistä aiheutunut siemenmäärän muutos istutusetaisyyden ollessa 31 cm ja rivivälin 75 cm. Oikea siemenmäärä 35 g:n siemenellä olisi 1505 kg/ha.

Alhaisella istutusnopeudella aiheutuu kaksoisistutuksista yli 20 %:n lisäys toivottuun hehtaarisemenmäärään. Nopeuden kasvaessa ovat muutokset huomattavasti pienempiä, 0,6...4,8 %.

Taulukko 9. Siemenmäärän muutos.

Table 9. Variation of the amount of tubers.

Ajonopeus Ground speed km/h	EHO 240		EHO 242	
	kg/ha	%	kg/ha	%
3	+ 347	+ 23,1	+ 362	+ 24,1
5	+ 40	+ 2,7	+ 72	+ 4,8
7	- 9	- 0,6	- 65	- 4,3

KIRJALLISUUSLUETTELO

- JARVIS, R.H. & PALMER, G.M. 1973. Effect of type of planter on the growth and yield of maincrop potatoes. *Experimental Husbandry* 24: 29-35.
- PALMER, G.M. & JARVIS, R.H. 1977. Effect of type of planter on the yield of maincrop potatoes from sprouted and unsprouted seed planted at different dates. *Experimental Husbandry* 31: 52-63.
- RANTANEN, T. 1974. Siemenperunan idättäminen. *Käytännön Maamies* 4: 13-14.
- SEPPÄNEN, E. 1974. Siemenperunan peittäys. *Käytännön Maamies* 4: 13-14.
- SPECHT, A. 1971. Das maschinelle Legen der Kartoffeln. *Landtechnik* 6: 149-151.
- " 1973. Neues zum maschinellen Legen vorgekeimter Kartoffeln. *Der Kartoffelbau* 3: 76-77.
- " 1979. Neues zum maschinellen Legen vorgekeimter Kartoffeln. *Der Kartoffelbau* 2: 42-43.
- SPIESS, E. 1974. Vergleichsuntersuchung über das maschinelle Legen vorgekeimter Kartoffeln. *Blätter für Landtechnik* 70: 1-8.
- SPIESS, E. & SCHEURER, E. 1976. Kartoffellegemaschinen. *Blätter für Landtechnik* 106: 1-13.
- SVENSSON, B., ANDERSSON, E. & REINI, M. 1969. Sprout Damage on Presprouted Seed Potatoes. *Lantbruks- högskolans Ann.* 35: 229-234.

