

RUUDUN KOKO PERUNAN LAJIKEKOKEISSA

L. YLLÖ

Kasvinviljelylaitos, Maatalouden tutkimuskeskus, Tikkurila

Saapunut 23. 10. 1964

Koetoiminnan alkuvuosina käytettiin Kasvinviljelylaitoksella verraten suuria ruutuja; esim. v. 1914 oli ruudun pinta-ala perunan lajikekokeessa 33.6 m². Kun kerranteita oli 4 ja tutkittavia lajikkeita 23 oli kokeen työmäärä hyvin suuri. Työn säästämiseksi olikin pakko siirtyä pienempiin ruutuihin. 1920-luvun alkupuoliskolla koeruudut olivat enää vain 15—25 m² ja kerranteita kokeessa 4—5. Vuonna 1928 siirryttiin vieläkin pienempiin ruutuihin lisäämällä samalla kerranteiden lukumäärää. Sen jälkeen ei suurempia muutoksia ole tapahtunut. Ruudun koko vaihteli tosin jonkin verran. Se oli esimerkiksi vuosina 1931—58 pääkokeessa 11.7—17.6 m². Kerranteita oli 3—8 (keskiarvo 5.5). Kokeet oli järjestetty vuodesta 1943 lähtien rivimenetelmän mukaan. Ruudussa oli tavallisesti kaksi riviä ja niissä yhteensä 75 perunayksilöä. Vuosina 1943—58 vaihteli koevirhe pääkokeessa 1.4—4.7 % (keskim. 2.2 %). Tulosta on pidettävä sangen tyydyttävänä, sillä laitoksen maat ovat verraten epätasaisia.

Vaikka ruudun koolla on suuri vaikutus työkustannuksiin ja koetuloksiin on asiaa käsitelty kirjallisuudessa verraten vähän. Esimerkkinä vanhemmista julkaisuista (v. 1919) mainittakoon VAGELERIN tutkimus Saksassa kokeista, joissa käytettiin suuria (25—200 m²) ruutuja (8). Koevirhe pieneni ruudun koon suuretessa melkein puoleen, mutta oli kuitenkin vielä liian suuri. Koevirheen riippuvuus ruudun koosta tulee selvästi ilmi myös MITSCHERLICHIN esittämässä aineistossa. Perunan lajikekokeissa Nickelsdorfissa (Itä-Preussissa) pieneni virhe ruudun koon suuretessa seuraavasti: 3.2 % (3.6 m²), 2.4 % (21.6 m²), 2.0 % (100.8 m²) ja 2.0 % (237.6 m²). Kokeessa oli 4 kerrannetta ja 5 lajiketta. Ruutujen suurentaminen yli tietyn koon ei siis parantanut tilannetta. Tekijä pitää 25 m² ruutua täysin riittävänä. Jos käytetään pieniä (esim. 10 m²) ruutuja, saattaa koevirhe nousta suureksi (6).

KÜPPERIN (Halle/Saale), lähinnä kasvutilaa käsittelevässä tutkimuksessa, kiinnitettiin huomiota myös ruudun kokoon (5). Keskiarvon keskivirhe pieneni esim. Steinlahenissa tehdyissä kokeissa keskimäärin seuraavasti: 3.66 % (ruutu

12 m²), 2.03 % (24 m²) ja 1.48 % (36 m²). Koevuosia oli kaksi ja lajikkeita viisi. Ruudun koon vaikutus vaihteli eri vuosina. KÜPPER pitää 12 m² ruutua (50 tainta) liian pienenä, vaikka kerranteita olisikin esim. kuusi. Hänen käsityksensä mukaan pitäisi ruudulla olla vähintään 100—120 tainta sen vuoksi, että yksilöllinen vaihtelu on perunalla suuri, suurempi kuin esim. juurikasveilla.

Englantilaisista tutkimuksista mainittakoon JUSTESININ laaja työ Rothamstedissa, jossa pienin ruutu oli 6.6 m² ja suurin 77.4 m². Tekijän mukaan on suuri ruutu tulosten luotettavuuden kannalta edullisin. Hän ei kuitenkaan määrittele ruudun kokoa tarkemmin. Mikäli koealue on pieni, on syytä pienentää ruutuja lisäämällä samalla kerranteiden lukumäärää. Pitkä ja kapea (2 riviä) ruutu on paras (4). AAMISEPP pitää 12 m² ruutua ja neljää kerrannetta riittävänä (1).

Viimeaikaisista tutkimuksista mainittakoon EHRENDORFIN, lähinnä naapuri-vaikutusta käsittelevä työ Itä-Saksassa (2). Siitä ilmenee, että perunan lajikekoissa voidaan hyvinkin käyttää pieniä (10 m²) ruutuja, jos kerranteita on vähintään 6. Pieniä lajike-eroja ei tällä tavoin kuitenkaan saada riittävän varmasti todetuksi. GEIDEL ja SCHUSTER suorittivat Länsi-Saksassa (Giessenissä) perusteellisia kokeita kysymyksen selvittämiseksi. Kokeissa oli aikaisia lajikkeita ja seitsemän ruutukokoa (5—60 tainta ruudulla). Kertauksia oli kuusi. Tutkimus osoitti, että suurista lajike-eroista saadaan melko hyvä kuva jo pienillä, viisi tainta käsittävillä ruuduilla, vaikkakin tulosten luotettavuus jää tässä tapauksessa heikoksi. Tarkkuutta vaativissa kokeissa ruudun koon pitää olla ainakin 8 m² (40 tainta) ja kerranteita vähintään kuusi (3).

Kanadalaiset NONNECKE ja SMILLIE ovat äskettäin julkaisseet edellä mainitusta aiheesta erittäin laajaan aineistoon perustuvan tutkielman. Aineisto käsitti 1296 perusyksikköä (ruutua) à 4 tainta, ja siitä tutkittiin hyvin monenlaisia yhdistelmiä käyttäen hyväksi tietojenkäsittelykonetta. Tutkimus osoitti, että ruudun paras koko riippuu monesta tekijästä. Eräissä tapauksissa jo verraten pieni ruutu (11—12 m²) on täysin riittävä. Tulosten luotettavuutta voidaan parhaiten parantaa lisäämällä kerranteiden lukumäärää (7).

Edellä mainitut tulokset poikkeavat melkoisesti toisistaan, johtuen kasvuolojen sekä tutkimusmenetelmien erilaisuudesta ja tulosten erilaisista esittämistavoista. Eräät tutkijat ovat laatineet jopa matemaattisia yhtälöitä, joilla voidaan laskea ruudun koko tiettyä tarkkuutta silmälläpitäen (6,8). Niiden merkitys on ollut kuitenkin koetoiminnassa vähäinen. Useissa tutkimuksissa on kiinnitetty erityistä huomiota pienten ruutujen käyttökelpoisuuteen. Niihin turvautuminen säästää aikaa ja kustannuksia.

Lajikekoe Tikkurilassa

Kun Kasvinviljelylaitoksella v. 1963 jatkettiin perunan lajikekokeita, pienennettiin työn säätämiseksi ruudun kokoa. Ruudussa oli neljä 5.1 m pituista riviä, niiden välien ollessa 65 cm, jolloin ruudun pinta-alaksi tuli vain 13.26 m². Kertauksia oli neljä ja järjestelmänä blokki. Lajikkeiden sijoittelussa otettiin varsiston rehevyys huomioon siten, että kasvatavaltaan suunnilleen samanlaiset lajikkeet olivat rinnakkain. Noston yhteydessä punnittiin kunkin rivin sato erikseen. Koe oli

näin ollen sängen yksinkertainen ja mahdollinen suorittaa tässä muodossa vain sen vuoksi, että alue oli verraten tasalaatuista multamaata. Multakerroksen vahvuus oli n. 30 cm, ja jankko oli liejusavea. Vuonna 1947 suoritettu viljavuusanalyysi osoitti mm., että kyntökerroksen pH oli 5.1—5.5 ja multavuus (humuspitoisuus) 28—29 %. Vaihtelut olivat todennäköisesti suurempia, sillä näytteiden ottopaikat olivat harvassa. Koealueet sijaitsivat kumpanakin vuonna melkein vierekkäin.

Keskimääräinen lannoitus vastasi 280 kiloa kalkkisalpietaria, 520 kiloa superfosfaattia ja 200 kiloa 50 %:sta kalisuolaa ha:lle vuodessa. Perunat istutettiin toukok. 28 p:nä. Kun siemen oli kunnolla idätetty, ei aukkopaikkoja sanottavamin ollut.

Sääolot poikkesivat kumpanakin vuonna huomattavasti normaalisäästä. Luonteenomaisena piirteenä oli kuivuus, varsinkin kesä- ja heinäkuussa. Suotuisia perunan kasvulle olivat sitä vastoin lämpimät alkukesät, jotka edistivät perunan taimettumista. Perunaruttoa oli sanottavammin v. 1963. Seuraavana vuonna todettiin eräissä lajikkeissa runsaasti virustauteja, kysymyksessä oli lähinnä Y-viruksen aiheuttama saastunta. Lisäksi vioitti halla heinäk. 31 p:nä 1964 (maan pinnalla —2.6°C) jonkin verran kasvustoja. Hallan vioitus ilmeni selvästi varsinkin virustautisissa yksilöissä. Näillä tekijöillä oli huomattavan suuri vaikutus perunan kasvuun ja koetulosten hajontaan. Perunat nostettiin syysk. 18—21 p:nä. Syyskuun hallat tuhosivat varsiston kumpanakin vuonna jo ennen nostoa.

Tulosten tarkastelua

Lajikkeiden satoisuussuhteista mainittakoon, että keskimääräinen mukulasato oli, huomioonottaen kaikki lajikkeet, v. 1963 32.4 tn/ha ja seuraavana vuonna 29.4 tn/ha. Peruna oli siis kuivasta säästä huolimatta kasvanut keskinkertaisen hyvin verrattaessa satotuloksia pitkäaikaisiin perunasatojen keskiarvoihin Tikkurilassa. Keskimääräinen tärkkelyspitoisuus oli v. 1963 15.9 % ja seuraavana vuonna 17.0 %. Huomattavat erot lajikkeiden sadoissa johtuivat suurelta osalta erilaisesta virus-tautien alttiudesta.

Tulosten tarkastelussa on taulukossa 1 käytetty tavanomaista varianssianalyysia. Kiinnitettäköön aluksi huomio mittarina olleen Ruusulehden satoihin. Ne olivat ruudun koosta riippuen v. 1963 30.3—31.0 tn/ha ja seuraavana vuonna 35.4—39.2 tn/ha; vaihtelut siis viimeksimainittuna vuonna sangen suuria.

Taulukossa on lajikkeita verrattu mittariin. Suhdeluvuissa oli eräissä tapauksissa melkoisia eroja, esim. Amylan suhteellinen sato oli v. 1963, riippuen ruudun koosta, 84.4—94.8 ja seuraavana vuonna 50.9—57.3 (Ruusulehti = 100). Ruudun koolla oli siis suuri vaikutus satoisuussuhteisiin.

F-arvojen mukaan saatiin erittäin luotettavia satoeroja jo pienimmillään (17 tainta) ruuduilla. Tämä johtuu lähinnä suurista lajike-eroista, sillä suhdeluvut vaihtelivat niinkin paljon kuin 84.4—149.0 (v. 1963, pienin ruutu) ja 57.3—111.0 (v. 1964). Eniten poikkesi mittarista Amyla. F-arvot pysyivät kuitenkin suunnilleen samana, vaikka mainittua lajiketta ei otettu varianssilaskussa huomioon. Ruudun koon suureneminen lisäksi F-arvoa erityisen selvästi v. 1963.

Taulukko I. Ruudun koon vaikutus perunan lajikekokeen tuloksiin Kasvinviljelylaitoksella v. 1963—64 (Mittari Ruusulehti).

Table 1. Effect of plot size on results of potato variety trial at the Department of Plant Husbandry, 1963—64 (Standard Ruusulehti = Rosafolia).

Vuosi — year:	1963				1964			
Ruudun koko Plot size m ² :	3.315	6.630	9.945	13.260	3.315	6.630	9.945	13.260
Taimien lukum. No of plants:	17	34	51	68	17	34	51	68
Lajike ja mukula- sato Variety and tuber yield								
Ruusulehti tn/ha	30.8	30.3	30.5	31.0	35.4	37.0	38.3	39.2
—»— sl.-rel.	100	100	100	100	100	100	100	100
Record	—»— 119.8	124.4***	122.0***	117.1***	100.8	96.2	89.0*	86.2*
Teho	—»— 112.7	117.2**	115.1**	113.5**	99.2	92.4	89.3*	87.7*
Amyla	—»— 84.4	93.7	94.8	93.2	57.3***	53.5***	51.7***	50.9***
Koto	—»— 103.2	104.6	104.3	101.6	83.6*	79.7**	76.5***	74.4***
Jaakko	—»— 126.6*	128.7***	124.9***	121.2***	76.3**	75.1***	73.6***	71.1***
Lori	—»— 97.1	102.0	100.3	101.6	85.3	81.9**	80.4***	78.3***
Aquila	—»— 108.1	108.3	107.9	106.7	81.6*	81.6**	80.9***	80.1***
Pito	—»— 120.1	124.1***	122.3***	121.2***	73.2**	70.8***	66.8***	64.7***
Ta 02266	—»— 149.0***	151.2***	152.8***	151.6***	111.0	105.7	103.9	103.6
F-arvo — F-value	6.49***	15.56***	26.97***	49.64***	8.22***	15.41***	18.19***	18.02***
»varma» ero — L.S.D. (P = 5 %)	20.48	12.63	9.70	7.87	16.05	11.35	10.52	10.72
Koevirhe — Error m %	6.29	3.78	2.88	1.68	6.38	4.68	4.46	4.69

Vaikutus koevirheeseen oli päinvastainen. Ruudun koon suureneminen alensi virheprosenttia v. 1963 6.29 %:sta 1.60 %:iin, mutta seuraavana vuonna 6.38 %:sta ainoastaan 4.46 %:iin. Virhe oli pienimmillä (17 tainta) ruuduilla molempina vuonna huomattavan suuri.

Taulukkoon on laskettu »varmat» erot 95 %:in todennäköisyydelle (P = 5 %). Nämäkin luvut pienenevät selvästi ruudun koon suuretessa. Mitä suurempi oli koeruutu, sitä pienemmille satoeroille saatiin tilastollinen varmuus. Aineiston käsitelyssä laskettiin erot myös suuremmille todennäköisyyksille (P = 1 % ja 0.1 %). Kuten suhdelukuihin merkityt tähdet osoittavat, olivat suuret poikkeamat erittäin varmat jo verraten pienillä (34 tainta) ruuduilla. Ruudun suureneminen ei tässä mielessä enää sanottavasti parantanut tuloksia.

Tuloksia arvosteltaessa on otettava huomioon, että koalue oli yhtä suuri riippumatta ruudun koosta. Pienempien ruutujen käyttö pienentää kuitenkin koaluetta ja siitä johtuvaa hajontaa; vaikuttaa siis edullisesti koetuloksiin. Toisaalta ruudun koon suuretessa ruudun leveys lisääntyi, mikä todennäköisesti vaikutti epäedullisesti.

Aineiston käsittelyn yhteydessä tarkasteltiin myös mahdollisen naapurivaikutuksen merkitys laskemalla tulokset erikseen sisä- ja reunariveistä. On selvä, että naapurivaikutus on erityisen haitallinen juuri pienillä ruuduilla. Sisärivien tulokset on jo esitetty taulukossa 1 (sarake 34 tainta). Sadot olivat reunariveissä yleensä pienempiä kuin sisäriveissä. Mainitut erot eivät kuitenkaan olleet merkitseviä, sillä vaihtelut olivat eri kerranteissa suuria. Koevirhe oli reunariveissä v. 1963 pienempi (2.51 %), mutta seuraavana vuonna suurempi (5.29 %) kuin sisäriveissä. Naapurivaikutusta ei voitu havaita ainakaan suuressa määrin. Useat tutkijat ovatkin sitä mieltä, että mikäli kasvutavaltaan samanlaiset lajikkeet sijoitetaan kokeessa vierekkäin, ei naapurivaikutuksella ole käytännöllistä merkitystä. Eräissä tapauksissa on pidetty jopa yhden rivin ruutuja käyttökelpoisina. Naapurivaikutuksen mahdollisuus on kuitenkin aina otettava huomioon käyttämällä tarpeen vaatiessa suojarivejä.

Kuten aikaisemmin mainittiin, on Tikkurilan perunakokeissa käytetty erikokoisia ruutuja. Suuren vuosivaihtelun vuoksi ei mainitun aineiston perusteella voi saada selvää kuvaa ruudun koon vaikutuksesta kokeen luotettavuuteen. Ruudun koko oli verraten pieni esim. v. 1947 (12.6 m²). Vaikka kerranteita olikin vain kolme oli virhe ainoastaan 2.1 % ja »varma ero» 6 % mittarin sadosta. Tätä tulosta ei kuitenkaan voi yleistää.

Tiivistelmä

Kasvinviljelylaitoksella seurattiin vuosina 1963—64 ruudun koon vaikutusta koetuloksiin perunan lajikekokeessa. Lajike-erot muodostuivat tilastollisesti luotettaviksi jo pientä ruutua (6.6 m²) käyttäen, mikäli erot olivat vähintään 18 % mittarin sadosta. Sitä pienemmät poikkeamat jäivät yleensä epävarmoiksi, vaikka ruutua suurennettiin.

Koevirhe pieneni ruudun koon suuretessa hyvin selvästi v. 1963, mutta seuraavana vuonna oli vaikutus huomattavasti heikompi. Ruudun edullisin koko on siis riippuvainen monesta tekijästä, kuten kasvuoloista, koejärjestelystä ja kokeelta vaadittavasta tarkkuudesta. Kun mainittujen tekijöiden vaikutusta on etukäteen vaikea arvioida, on liian pienten ruutujen käyttöön suhtauduttava varovaisuudella. Näyttää siltä, että Kasvinviljelylaitoksella käytetty ruutu, jossa on 70—75 yksilöä, on sopiva eikä sitä ole syytä ainakaan pääkokeissa muuttaa. Kerranteita pitäisi olla vähintään viisi. Valmistavissa ja laatua koskeissa tutkimuksissa ruutu voi olla pienempi.

KIRJALLISUUTTA

- (1) AAMISEPP, J. 1931. Zur Methodik des Feldversuches mit Kartoffeln. Mitt. d. Saatzucht- u. Versuchsanstalt Jõgeva 43: 1—14 Tartu.
- (2) EHRENDORF, V. 1961. Beeinflussung der Parzellenträge durch Randwirkung bei Kartoffelsortenprüfungen und Konsequenzen für die praktische Versuchsdurchführung. Z.f. Landw. Versuchs- u. Untersuchungsw. 7: 179—189.

- (3) GEIDEL, H. & SCHUSTER, W. 1962. Untersuchungen über die Teilstückgröße bei Sortenversuchen mit Kartoffeln. *Z.f. Acker- u. Pflanzenbau* 115: 186—196.
- (4) JUSTESEN, S. H. 1932. Influence of size and shape of plots on the precision of field experiments with potatoes. *J. Agric. Sci* 22: 366—372.
- (5) KÜPPER, H. 1927. Der Einfluss der Fehlstellen und Beiträge zur Lösung der Fragen über die Nachbarwirkung und Teilstückgröße in Kartoffelversuchen. *Kühn-Archiv* 15: 196—260.
- (6) MITSCHERLICH, E. A. 1920. Feldversuche mit Kartoffeln. *Landw. Jahrb.* 54: 704—746.
- (7) NONNECKE, I. L. & SMILLIE, K. W. 1964. Precision of field experiments with vegetable crops as influenced by plot size and shape. III. Potatoes. *Can. J. of Plant Sci.* 44: 57—65.
- (8) ROEMER, TH. 1930. *Der Feldversuch*. 242 S., Berlin.

SUMMARY:

THE EFFECT OF PLOT SIZE IN POTATO VARIETY TRIALS.

LEO YLLÖ

Department of Plant Husbandry, Agricultural Research Centre, Tikkurila

In the early years of this century, potato trials at the Department of Plant Husbandry were made using large plots, having a size of 30—40 m². Later, in order to reduce labour costs, this size was reduced, and in the years 1931—58 the main potato variety trials had plots averaging only 14.8 m² in area, with 3—8 replicates (usually 5). Generally, the plots were long and narrow and contained two rows each. In the period 1943—58 the trials were arranged according to the row system, which gave good results, with an average error of 2.2 %.

In 1963 and 1964 the effect of plot size was investigated in potato variety trials on humus soil. The main plot consisted of four 5.1-metre long rows. Each row was separately weighed at the time of lifting, thus providing data for the study of four different plot sizes. The block method with 4 replicates was used.

It was found that the size of plot had a great effect on the order of yields (Table 1). Variance analyses showed that varietal differences were significant even in small plots of 6.6 m², provided that the divergences were at least 18 % of the standard yield. In general, smaller differences were not significant even when the plot size was increased.

In 1963 the standard error distinctly decreased with an increase in the plot size, but in 1964 this effect was considerably less. On the basis of trial results as well as the labour involved, it can be concluded that the optimum plot size depends on many factors, such as growing conditions, experimental arrangement, and accuracy in performing the trials.