

Kulturforsøg med Gerbera

III. Individvariation og andre årsager til forsøgsfejl

Gerbera experiments III. Sources of variation

Karen Dalbro og K. Dorph-Petersen

Resumé

Forsøgsfejl og individvariation er beregnet i 7 små forsøg med *Gerbera x cantabrigiensis*, Lynch, udført på Statens Væksthusforsøg, Virum, i 1966-68 med frøformerede planter. Beregningen er foretaget på udbytter af to blomstringsæsoner.

Forsøgsfejlen var stor sammenlignet med forsøgsfejl ved andre væksthusholdninger som tomat og agurk, og forsøgsfejlen var størst i sidste blomstringsperiode. Individvariationen var omkring 47 pct. i første blomstringsperiode og 75 pct. i anden periode. I fremtidige forsøg med frøplanter af *Gerbera* bør individvariationen nedbringes ved at planterne sorteres, og kun de mest ensartede benyttes til udplantning i forsøg.

Indledning

Ved planlægning af væksthusholdninger er kendskab til de faktorer, der indvirker på forsøgsresultatets sikkerhed meget vigtigt, her tænkes bl.a. på forsøgsplantens særlige egenskaber, individvariation m.v., og på vækstbetingelserne i det hus, forsøget udføres i. Er f.eks. individvariationen lille, behøves ikke så mange planter pr. forsøgsbehandling, som hvis individvariationen er stor.

Vækstbetingelserne kan variere fra den ene ende af huset til den anden og fra den ene side til den anden, ligesom varmerørens beliggenhed, dørens placering m.v. kan have indflydelse på udbyttet af de planter, der er nærmest.

Står planterne i bede, vil oftest de planter, der står i de yderste rækker have bedre vækstvilkår end planterne midt i bedet. Dette er bl.a. vist i forsøg med nelliker (4, 6).

Der er ikke i litteraturen fundet oplysninger om variationen mellem frøplanter af *Gerbera*. *W. Junges* (5) omtaler variation mellem kloner og finder klonforskelle i udbytte på 0,7-14,6 blomster pr. plante i et års udbytte. Kloner er vegetativt opformerede enkelplanter, og forskelle mellem kloner er antagelig af samme størrelse som forskelle mellem frøplanter.

Til belysning af disse variationsårsagers indvirkning på forsøgsfejlen er nedenstående beregninger foretaget på resultater fra 7 små forsøg med *Gerbera*, udført ved Statens Væksthusforsøg i 1966-68. Nogle af forsøgsresultaterne er omtalt i tidligere beretninger om kulturforsøg med *Gerbera* I og II (7).

Metodik

De 7 forsøg var anlagt i et nord-sydvendt hus, som vist på planen (fig. 1) med forsøg 1 i den nordlige del af huset og forsøg 7 i den sydlige. Planteafstanden var ens i alle forsøg, 35 × 34 cm; i forsøg 1-6 var der 18 planter pr. parcel, men i forsøg 7 var der 24 planter pr. parcel, og parcellerne derfor tilsvarende større. Parcelstørrelserne og andre data er vist i tabel 1. Som det fremgår heraf var der fra 3-4 forsøgsled pr. forsøg og fra 2-4 gentagelser.

Udbyttet i forsøg 1 var meget lavt, hvilket

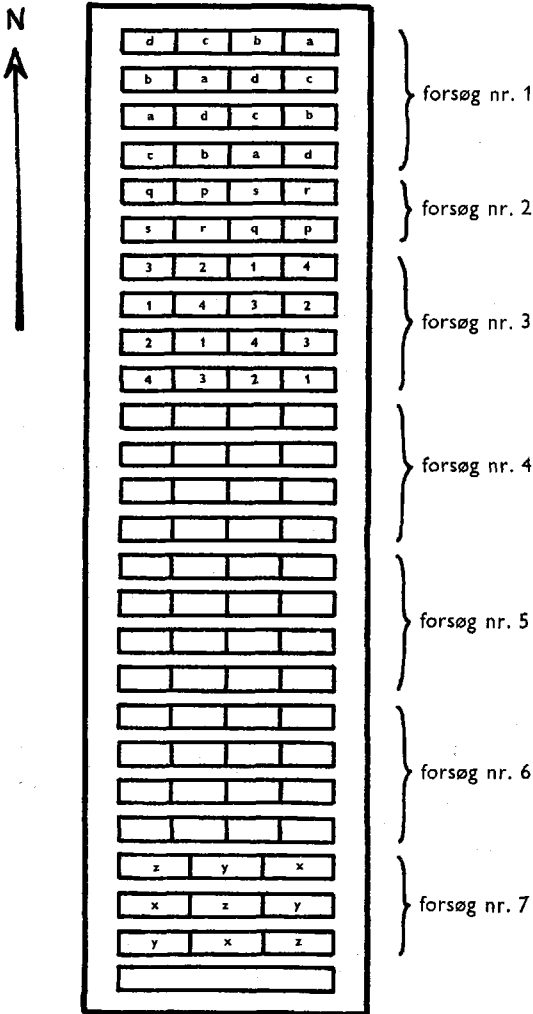


Fig. 1. Placering af forsøgene.
Figure 1. Situation of experiments.

antagelig skyldes, at planterne blev holdt tilbage i lang tid og først udplantet 4 måneder senere end de andre. Planterne blev »hårde« og udvikledes ikke normalt, og dette forsøg betragtes som delvis mislykket.

Udbyttet fra hver enkelt plante blev registreret for sig, stilk længde og blomster diameter målt på alle blomster. Det meget store datamateriale, der herved er fremkommet, er behandlet på elektronregnemaskinen ved NEUCC, Lundtofte. Der rettes hermed en tak til NEUCC for den service, der er ydet.

Resultater

Forsøgsfejlen i 1. plukkeperiode

Forsøgsfejlen er beregnet som restvariationen i en variansanalyse som følgende eksempel, taget fra forsøg 5 med 4 forsøgsled og 4 gentagelser (blokke).

Parceludbyttet er sum af 18 planters produktion.

	f.v.	SAK	s ²	F
Totalvariation.....	15	14301		
Variation ml. forsøgsled	3	6837	2279	3,92*
» » blokke....	3	2236	745	
Rest (vekselvirkning led × blokke).....	9	5228	581	○

Forsøgsfejl $s = \sqrt{581} = 24,1$ blomster pr. parcel = 1,3 blomster pr. plante, eller 6,9 pct. af gens. som angivet i tabel 2.

Forsøgsfejlen som procent af gennemsnittet (variationskoefficienten) er meget varierende i de 7 forsøg. Der er fundet fra 3,9 pct. til 14,8 pct.

Til sammenligning kan oplyses, at forsøgsfejlen i andre væksthuseforsøg ligger omkring 3-7 pct. I 10 forsøg med tomatsorter lå forsøgsfejlen i de enkelte forsøg på mellem 3 og 5 pct. med en middelværdi på 3,9 pct. (3), i forsøg med agurksorter lidt mindre, 3,0 pct. (2). Fra engelske væksthuseforsøg meddeles også om forsøgsfejl under 7 pct. i tomatforsøg med 12 planter pr. parcel (8).

Forsøgsfejl på omkring 15 pct. må derfor siges at være usædvanlig stor. For at prøve at finde årsagerne hertil er forsøgsfejlen delt i forskellige komponenter, individvariation og pladsvariation.

Individvariation på udbyttet i 1. plukkeperiode
Ved individvariation forstås her variationen

Tabel 1. Parcelstørrelse m.v.
Table 1. Details of experiments

Forsøg	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Parcelstørrelse, m ²	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	3,45
Antal planter pr. parcel.....	18	18	18	18	18	18	24
Antal fællesparceller.....	4	2	4	4	4	4	3
Antal forsøgsled.....	4	4	4	4	4	4	3
Antal planter pr. forsøgsled.....	72	36	72	72	72	72	72
Dato for udplantning, 1967.....	4/7	10/3	10/3	10/3	10/3	10/3	10/3
Udbytte i første plukkeperiode, indtil 15/12 1967, blomster pr. plante.....	6,1	12,7	20,0	17,4	19,3	16,5	19,2
Udbytte i anden periode, 16/12 1967- 29/7 1968.....	15,9	19,0	21,1	18,5	22,5	15,2	30,8

indenfor parceller, beregnet på følgende måde med taleksempel fra udbyttet i forsøg 5. Der er som før nævnt 4 forsøgsled, 4 fællesparceller à 18 planter, ialt 288 tal; gennemsnitsudbytte = 19,3 blomster pr. plante.

Variation	f.v.	SAK	s ²
Total.....	287	20614	71,8
Mellem 16 parceller.....	15	794	52,9
Indenfor parceller.....	272	19820	72,9
Rækker indenfor parceller.....	32		
rækker.....	2	1163	581,5
parceller × rækker.....	30	1025	34,2
Søjler indenfor parceller.....	80	5997	75,0
Rest indenfor parceller.....	160	11635	72,8

Almindeligvis defineres individvariationen som variation mellem ensbehandlede planter i en parcel, her udtrykt ved variationen »indenfor parceller«; heraf fås individvariationen = $\sqrt{72,9} = 44,2$ pct. af gens.

På tilsvarende måde er individvariationen beregnet i de andre forsøg, se tabel 3.

Ved en bedømmelse af planternes udseende ved slutningen af 1. plukkeperiode er noteret et stort antal klorotiske planter i forsøg 1, 4 og 6, ligesom der også var mange planter med ringe løvmængde i disse forsøg. Individvariationen i udbytte er dog ikke større af den grund.

Tabel 2. Forsøgsfejl s pr. parcel, pct. af gens.

Table 2. Coefficient of variation calculated on yield, flower size, stalk length, rating for foliage, leaf colour and health, for the first and second years.

Forsøg	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>1. plukkeperiode</i>							
Udbytte.....	6,9	14,8	6,9	7,7	6,9	7,9	3,9
Blomsterstørrelse.....	1,4	1,2	1,1	2,7	2,0	2,3	2,0
Stiiklængde.....	3,6	1,7	3,3	4,0	3,2	5,6	3,1
Karakter for bladfyldte...	11,5	7,1	14,4	13,2	7,3	14,0	7,7
» » bladfarve....	7,4	3,2	3,3	8,3	6,7	5,5	4,1
» » sundhed.....	9,3	3,8	5,0	10,2	7,3	9,1	5,1
<i>2. plukkeperiode</i>							
Udbytte.....	20,1	21,1	8,5	16,2	11,5	20,4	7,1
Blomsterstørrelse.....	3,3	2,6	2,0	2,5	3,2	2,3	2,3
Stiiklængde.....	6,2	3,1	4,4	6,3	3,8	8,0	3,5
<i>Ved forsøgets afslutning</i>							
Udbytte ialt.....	14,9	17,4	5,4	11,8	8,1	13,0	5,9

Tabel 3. Individvariation, pct. af gens.

Table 3. Within plot variation, expressed as a percentage of mean yield.

Forsøg	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>1. plukkeperiode</i>							
Udbytte.....	50	47	40	39	44	41	54
Blomstørrelse*.....	10	9	9	10	9	9	10
Stilk længde*.....	16	15	14	14	13	16	14
Karakter for bladfyldte...	62	42	41	49	46	52	45
» » bladfarve....	27	14	16	23	19	28	18
» » sundhed....	32	21	18	29	23	35	26
<i>2. plukkeperiode</i>							
Udbytte.....	92**	72	69	62	64	78	84**
Blomstørrelse***.....	9	10	9	10	10	10	10
Stilk længde***.....	14	15	14	16	14	18	13

* Beregnet på hver enkelt plantes gennemsnit af 1-flere blomster.

** Over 10% af planterne har ingen blomster i 2. plukkeperiode.

*** Ved planter uden blomster er parcellens gennemsnit indsat.

Sædvanligvis er individvariationen på planter i væksthuse meget mindre end de her fundne værdier. Eksempelvis kan nævnes, at individvariationen på udbytte af tomatplanter i sorts-forsøg er beregnet til 17 pct. af gens. (3), på udbytte af agurk i afstands-forsøg er fundet 12 pct. af gens. (2). Individvariationen i blomsterudbytte hos nelliker er fundet til 21,8 pct. (4).

Pladsvariation i 1. plukkeperiode, udbyttet

Planterne var udplantet i bedene som vist nederst på fig. 1 med 3 rækker à 6 (eller 8) planter pr. parcel.

For hver parcel er længderække- og tværrækkevariationen (rækker og søjler) beregnet, men da længderækkerne i alle parceller er to yderrækker på langs af bedet og en midter-række, kan rækkevariationen deles i variationen

Tabel 4. Rækkeforskelle i udbytte, blomster pr. plante

Table 4. Effect of rows on yield of flowers per plant.

Forsøg	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Gens.
<i>1. plukkeperiode</i>								
Yderrække, syd....	6,7	13,9	21,9	19,8	21,8	18,5	24,3	18,1
Midterække.....	5,2	10,5	17,1	15,1	16,3	14,6	14,7	13,4
Yderrække, nord ..	6,3	13,7	20,9	17,3	19,6	16,5	18,7	16,1
<i>2. plukkeperiode</i>								
Yderrække, syd....	16,6	21,4	26,2	20,5	26,0	18,3	35,3	23,5
Midterække.....	13,8	12,9	14,2	15,8	18,5	12,9	16,7	15,0
Yderrække, nord ..	17,4	22,7	23,1	19,3	23,0	14,5	23,7	20,5
<i>Hele forsøgstiden, i alt</i>								
Yderrække, syd....	23,3	35,2	48,1	40,4	47,8	36,8	59,5	41,6
Midterække.....	19,0	23,4	31,3	30,8	34,8	27,4	31,4	28,4
Yderrække, nord ..	23,7	36,4	43,9	36,5	42,6	31,0	42,4	36,6

mellem rækker og vekselvirkningen rækker \times parceller, som vist i eksemplet foran.

Beregningen viser en stor længderækkevariation, og det er yderrækkerne, der giver meget større udbytte end midterrækkerne, se tabel 4.

Restvariationen, som er »individvariation minus pladsvariation« er i eksemplet = $\sqrt{72,8} = 8,5 = 44$ pct. af gensn. samme størrelse som den samlede variation indenfor parcellerne, se tabel 5.

Tabel 5. Restvariation i udbytte, blomster pr. plante, pct. af gens.

Table 5. Between plant variation freed from positional effects expressed as a percentage of mean yield.

Forsøg	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1. plukkeperiode....	48	45	36	35	44	38	48
2. plukkeperiode....	90	73	61	60	64	78	77

Individ- og pladsvariation på blomsterstørrelse m.v.

På tilsvarende måde er individvariation og rækkevariation beregnet for planternes gennemsnitlige blomsterstørrelse og stilkklængde. Individvariationen er vist i tabel 3. Der er kun signifikant rækkeforskel i et enkelt forsøg. Gennemsnit ses i tabel 6.

Tabel 6. Rækkeforskelle i blomsterstørrelse og stilkklængde. Gennemsnit af 7 forsøg

Table 6. Effect of rows on flower size and stalk length. Mean of 7 experiments.

Periode	Blomsterstørrelse mm		Stilkklængde cm	
	1.	2.	1.	2.
Yderrække, syd.	104,2	101,4	55,7	53,3
Midterrække...	104,6	100,1	56,8	53,9
Yderrække, nord	104,5	101,7	55,1	53,7

Individvariationen i andre egenskaber er også meget stor. Mellem de to plukkesæsoner er der givet hver enkelt plante en karakter for bladfyldte, bladfarve og sundhed. Individvariationen i disse egenskaber ses i tabel 3. Individvariationen i deforme, »grønne« og nikkende blomster er ikke beregnet ved en variansanalyse, da

det kun var nogle få planter, som fik disse misdannelser (7). I stedet er antal planter med 1, 2, 3 ... 61 unormale blomster anført i tabel 7 i sum af alle 7 forsøg, ialt 1800 planter.

Tabel 7. Fordeling af misdannede blomster
Table 7. Distribution of nodding, deformed and green flowers.

Misdannede blomster pr. plante	Antal planter med nikkende blomster	deforme blomster	»grønne« blomster
1	210	401	20
2	57	158	3
3	10	76	
4	10	35	
5	7	22	2
6	5	16	
7	2	7	
8	3	3	
9	1	2	
10		2	
11	1	2	1
12			
13		2	
14			
15			1
16			1
17	1		
18	1		1
19		1	2
20	1		
21			1
22			1
—			
26		1	
—			
61		1	

Forsøgsfejl m.v. i 2. plukkeperiode

Mange planter gav ingen blomster i 2. plukkeperiode eller gav udelukkende unormale blomster, specielt i forsøg 1 og 7. Antal planter uden blomst eller med kun unormale blomster udgjorde i de 7 forsøg følgende pct.:

Pct. planter uden blomst	Forsøg						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
i 1. plukkeperiode...	2	1	0	0	1	0	1
i 2. plukkeperiode...	18	3	4	6	4	5	12

Udbyttet på de enkelte planter i 2. plukkeperiode varierede mellem 0 og 80 blomster. De beregnede variationskoefficienter for denne periode må derfor bedømmes med forbehold, da variationsanalysens forudsætninger ikke er opfyldt. Ved beregning af variation i blomstestørrelse og stilk længde er parcellens gennemsnit sat ind, hvor der manglede blomster. I anden plukkeperiode er der korrigeret mange tal på denne måde, og den beregnede variation er derfor for lille. Alligevel er variationen større i anden plukkeperiode end i første.

Forsøgsfejlen i 2. plukkeperiode er vist i tabel 2. Den er gennemsnitlig 16 pct. af udbyttet og betydelig større end forsøgsfejlen i 1. periode (8,5 pct.).

Individvariationen i udbytte var i 2. plukkeperiode 75 pct. mod 47 pct. i 1. periode (tabel 3).

Korrelationer mellem udbytte, bladfyldte m.v.
Ved at benytte elektronregnemaskinen på NEUCC og et beregningsprogram der er udarbejdet af lic. agro. K. Sandvad, Forsøgsteoretisk afdeling, er det nemt og hurtigt at beregne

Tabel 8. Korrelationer

Table 8. Correlations between foliage and yield, and between yield in first and second year.

Forsøg	Bladfyldte og udbytte i 2. periode		Udbytte i 1. og 2. periode	
	regressionskoeff.	korrelationskoeff.	regressionskoeff.	korrelationskoeff.
1	4,21	0,71	1,67	0,36
2	4,11	0,73	1,30	0,58
3	3,50	0,61	1,03	0,58
4	2,87	0,63	0,92	0,54
5	3,85	0,73	1,09	0,65
6	3,30	0,62	0,99	0,54
7	4,86	0,73	1,47	0,73

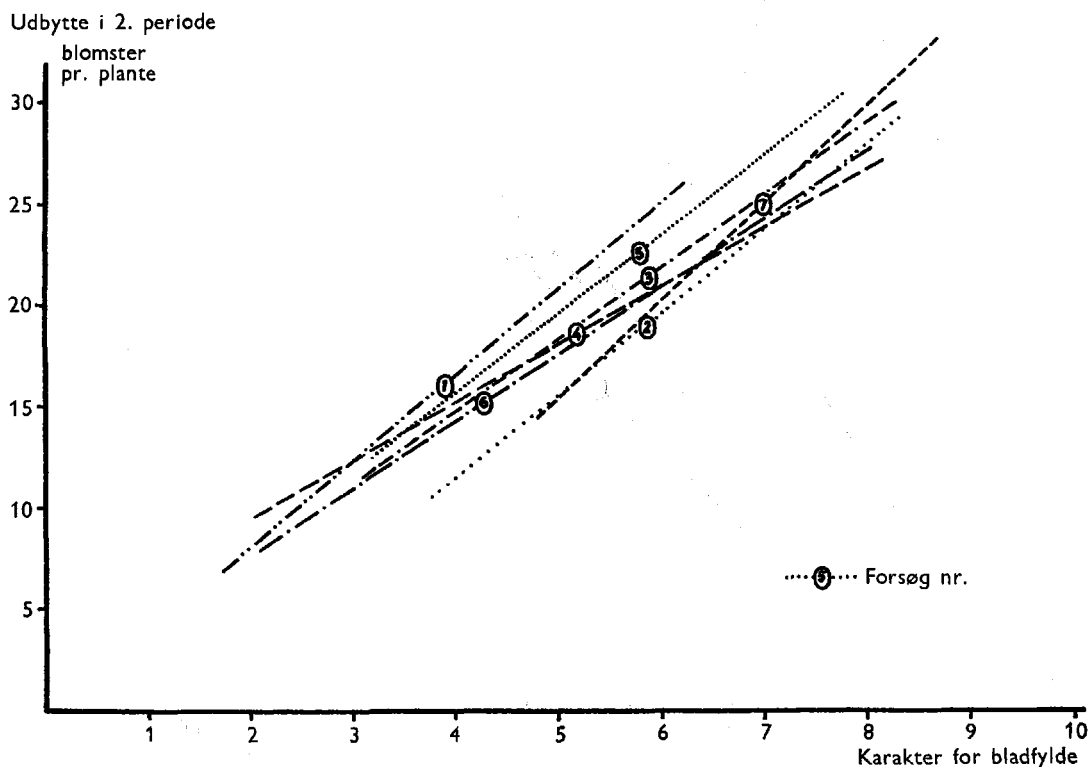


Fig. 2. Sammenhæng mellem bladfyldte og udbytte.

Figure 2. Correlations between foliage and yield.

korrelationer; alle de mulige korrelationer mellem karakterer for bladfyldte, bladfarve og sundhed, blomsterdiameter, stilklængde og udbytte i første og anden plukkesæson i alle 7 forsøg giver 252 korrelationer, hvoraf de 36 er beregnet på 144 tal, 36 på 216 tal, resten på 288 tal. De mest interessante resultater ses i tabel 8 og fig. 2-3.

Herudover er blomsterstørrelse og stilklængde positivt korreleret i 2. periode, blomsterstørrelser i 1. periode korreleret med blomsterstørrelse i 2. periode, ligesom stilklængden i 1. periode med stilklængden i 2. periode.

Diskussion

Antal fællesparceller

Med en individvariation på s pct. og med n planter pr. forsøgsled vil forsøgsfejlen være

$$\approx \frac{s}{\sqrt{n}} \text{ pct.}, \text{ idet forsøgsfejlen} = \sqrt{\text{fejl}_1^2 + \text{fejl}_2^2},$$

hvor fejl_1 er individvariation $\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)$ og fejl_2

andre variationsårsager, jordvariation, m. v.

Med den store individvariation og det forholdsvis lille antal planter pr. led i disse forsøg bliver individvariationens andel i den samlede forsøgsfejl stor og andre variationsårsager af forholdsvis underordnet betydning. Det ses også af tabel 9, at forsøgsfejlen i de fleste forsøg er af samme størrelse som individvariationen. Det er derfor antal planter pr. forsøgsled, der betyder mest, og fordelingen på 3 eller flere fællesparceller er underordnet.

Antal planter pr. forsøgsled

Individvariationen i frøformeret Gerbera er meget stor, omkring 50 pct. af gennemsnit.

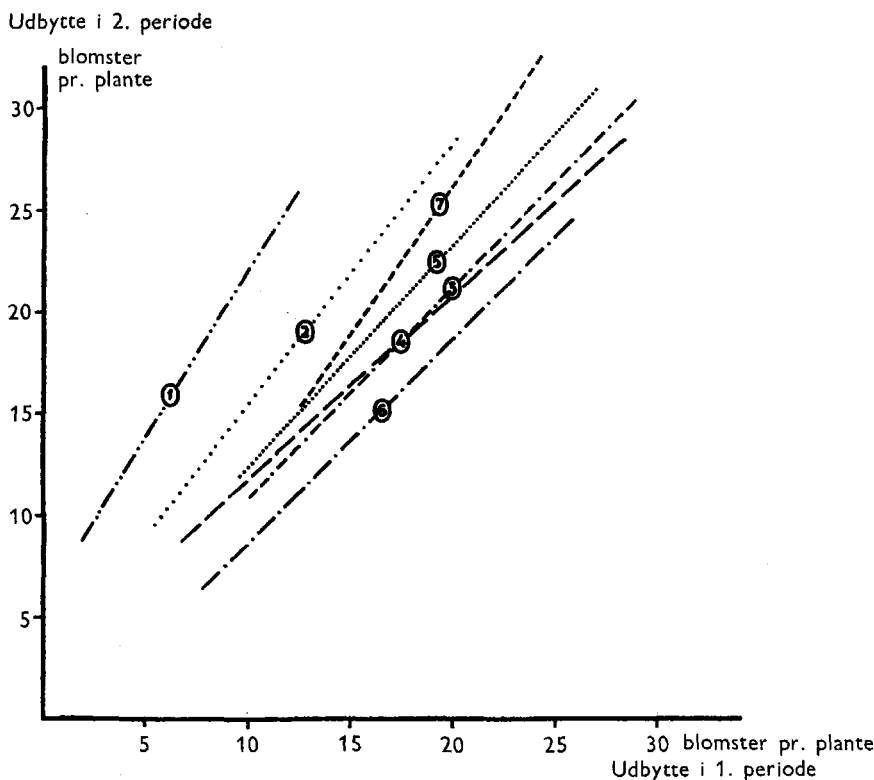


Fig. 3. Sammenhæng mellem udbytte i 1. periode og i 2. periode.
Figure 3. Correlations between yield in first and second year.

Tabel 9. Forsøgsfejl og individvariation, s pr. parcel, blomster pr. plante
 Table 9. Standard deviation and plot variation per plot, flowers per plant

Forsøg	Udb. i 1. periode		Udb. i 2. periode		I alt udbytte	
	forsøgsf.	individvar.	forsøgsf.	individvar.	forsøgsf.	individvar.
1	0,42	0,71	3,20	3,46	3,28	3,76
2	1,88	1,42	4,03	3,23	5,58	4,21
3	1,39	1,88	1,75	3,41	2,22	4,76
4	1,34	1,61	3,04	2,71	4,25	3,81
5	1,34	2,04	2,58	3,38	3,59	4,97
6	1,30	1,57	3,21	2,81	4,12	3,91
7	0,77	2,13	2,25	5,30	2,84	7,02

Fremtidige forsøg med disse bør derfor anlægges med et stort antal planter pr. forsøgsled, indtil 200, for at der med sandsynlighed skal kunne påvises ledforskelle på omkring 10 pct. En anden mulighed er at gøre individvariationen mindre ved udvalgt i plantematerialet eller ved anvendelse af klonformerede planter.

Ved udvalgt kan man muligvis benytte sig af sammenhængen mellem bladfyldte og udbytte, vist i tabel 8. Før udplantning sorteres planterne og kun de mest løvrige eller ens, middelstore anvendes.

Forsøgstidens længde

Som det fremgår af tabel 2, er forsøgsfejlen i 2. plukkeperiode omkring dobbelt så stor som i 1. periode. Også individvariationen bliver større med tiden, fra gennemsnitlig 47 pct. i 1. periode til 75 pct. i 2. plukkeperiode.

I et så uensartet plantemateriale som frøformeret Gerbera, hvor variationen stadig øges med planternes alder, bør forsøg gøres kortvarige, hvis der ikke i forsøgsopgaven indgår faktorer, som gør et langvarigt forsøg nødvendigt.

Konklusion

Individvariationen i frøformeret Gerbera er så stor, at der skal omkring 200 planter pr. forsøgsled for at kunne påvise ledforskelle på 10 pct. ($LSD_{95} \approx 10\%$). Individvariationen tiltager med planternes alder, ligesom også forsøgsfejlen bliver større i anden plukkesæson. Det tilrådes at foretage en sortering før ud-

plantning i forsøg for at nedbringe individvariationen.

Summary

Gerbera experiments

III. Sources of variation. Between- and within plot variation was examined in data from 7 small Gerbera experiments carried out at the State Research Station for Glasshouse Crops during 1966-68, using plots of 18 to 24 seedlings of Gerbera x cantabrigiensis, Lynch, and picked over two seasons.

Errors were greater than is usual in glasshouse crops. Between-plot coefficients of variation ranged from 4 to 15 % (mean 8.5) in the first season and from 7 to 21 % (mean 16.0) in the second (Table 2). In view of the increase in variation with time it is recommended that Gerbera trials be assessed over as short a period as possible.

The corresponding within-plot variations were about 47 and 75 % in the two seasons (Table 3). It is recommended that uniform plants be used for planting Gerbera experiments in order to try to minimize this source of error.

The plants were grown in three-row beds. The outer rows gave higher yields than the centre row (Table 4), but bloom quality did not differ between rows (Table 6).

Three abnormal types of bloom were recorded (noddling, deformed, green) and certain plants consistently produced blooms of the same abnormality (Table 7).

Coefficients of correlation between amount of foliage and second season yield and also between first season yield and second season yield are given, together with the corresponding regression coefficients, in Table 8.

Litteratur

1. *Currence, T. M.* (1947) Studies related to field plot technique with tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50, p. 290-6.
2. *Dalbro, Karen* (1964) Statistiske undersøgelser af forsøg med agurksorter 1962-63. Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur, intern rapport.
3. *Dalbro, K.* (1967) Forsøgsteknik og tilrettelægelse af væksthuseforsøg. Foredrag ved N. J. F.'s XIII. Kongres.
4. *Dalbro, Karen & Finn Rehnstrøm* (1969) Klon- og individvariation i nellike. Tidsskr. f. Planteavl, 73, p. 141-7.
5. *Junges, W.* (1962) Einfluss klimatischer Faktoren und verschiedener Kulturmassnahmen auf Blütezeit und Blühleistung von *Gerbera jamesonii*, I. Arch. Gartenb. 10, p. 434-41.
6. *Maatsch, R. & K. Zimmer* (1967) Nelkenversuch 1965/66 in Hannover II. Gartenwelt nr. 6, p. 130-2.
7. *Rehnstrøm, Finn & Karen Dalbro* (1970) Kulturforsøg med *Gerbera* I og II. Tidsskr. f. Planteavl 74, p. 318-25 og 75, p. 381-86.
8. *Sheard, G. F.* (1965) A Glasshouse unit for multifactorial experiments. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1964, p. 155-9.