

# Talmæssig beskrivelse af roeform i bederoestammeforsøg

Af K. Dorph-Petersen og Karen Dalbro

I disse år udfoldes der indenfor Statens Forsøgs-virksomhed i Plantekultur vedvarende bestræbelser for at give resultaterne af sorts- og stammeforsøg mere eksakte udtryksmåder, bl.a. af hensyn til nyhedsafprøvningerne, der foruden undersøgelse af udbytteforskelle også kræver en detaljeret morfologisk sammenligning mellem stammerne.

Som del af dette fornyelsesprogram er ved samarbejde mellem forstander *Poul Rasmussen* og forfatterne udført en undersøgelse vedrørende talmæssige beskrivelse af roeform. Man søger at finde en arbejdsmetode, efter hvilken man kan tage en række mål på roerne i et stammeforsøg med bederoer, og ved passende omregninger af disse mål nå frem til talmæssige kriterier for adskillelse af forskellige stammer. Målingerne af roerne er udført i de ordinære stammeforsøg på Virungaard i 1963 og på forsøgsstationen ved Ledreborg Alle, Roskilde, i 1964-65. Beregningerne er udført ved den forsøgsteoretiske afdeling med anvendelse af elektronregnemaskinen på NEUCC, Lundtofte.

## Materiale

I hvert af forannævnte bederoestammeforsøg 1963-65 er 16 stammer undersøgt. Disse betegnes her med nr. 1-16, idet nr. 1-3 er sukkerroer til foder, nr. 4-13 er fodersukkerroer og nr. 14-16 er barres. I hvert forsøg er der i værnebælterne af 4 fællesparceller pr. stamme udtaget 20 »normale« roer (d.v.s. at små og syge roer samt naboroer til »spring« er forbigået). Ialt omfatter undersøgelsen: 3 forsøg, 16 stammer, 4 fællesparceller à 20 roer = 3840 roer.

For hver roe blev efter vask og vejning udført følgende målinger. Roerne anbragtes med den ene rodfure opad på et målebræt inddelt med tværlinier for hver 2 cm. Regnet fra topskiven, der betegnes som DO, måltet vandret liggende diameter på roen for hver 2 cm, disse betegnes D2, D4 . . .

Sidste målte diameter er 1-1,5 cm. Den største af disse diameter betegnes som Dmax, og ved denne måltet en derpå vinkelret diameter mellem rodfurerne, betegnet Drf. Før optagningen var jordoverfladen markeret med et indsnit i roen, og derudfra måltet højde over jord, H.o.j., til topskiven. Af disse mål, der alle er aflæst med 0,5 cm, aflededes først roelængde, L, der er afstand fra topskiven til det sted, hvor roen er 1 cm tyk, samt skulderhøjde, SH, der er afstanden mellem topskiven, DO, og største diameter, Dmax. Videre beregnedes gennemsnit af de (5-16) målte diameter på hver roe, betegnet Dgens. Nævnte mål samt de senere omtalte funktioner (kvotienter m.v.) deraf betegnes herefter under et som målfunktioner.

## Beregningernes forudsætninger og udførelse

Ved morfologiske beskrivelser er idealet at finde karakteristika, der er konstante (eller så godt som konstante) for vedkommende art eller varietet uanset dyrkningsvilkårene, f. eks. antal kronblade. En gang bestemt vil et sådant talmæssigt karakteristikum kunne anvendes til identifikation af vedkommende varietet, hvor end den dyrkes.

Desværre viste indledende undersøgelser i 1961-62, at man for mål på roer ikke finder nogle konstante forhold, tværtimod er de alle varierende med vækstforholdene. Man måtte derfor tage et andet sigte end det konstante stammekarakteristikum, og undersøgelsens formål blev da at finde frem til målfunktioner, som kan anvendes til kriterium for adskillelse mellem bederoestammer i *samme* dyrkningsforsøg.

For at en målfunktion kan anvendes som et sådant kriterium, må der stilles følgende fordringer:

1. Variationen i vedkommende målfunktion må være relativ lille indenfor hver stamme i eet forsøg.
2. Variationen mellem stammerne skal være relativ stor indenfor hvert forsøg.

Tabel 1. Direkte målinger. Gens. af 3 forsøg 1963-65

	Roevægt gram	Højde over jord		Topskive, DO, mm	Største diam., Dmax, mm	Rodfure- diam., Drf, mm	Gens.- diameter, Dgens., mm	Skulder- højde, SH, mm
		H.o.j., mm	L, cm					
Stamme 1.....	830	59	20	68	99	88	66	55
2.....	840	61	21	65	99	87	65	55
3.....	823	56	19	66	101	88	68	58
4.....	902	75	21	65	100	90	68	63
5.....	871	58	20	67	102	93	67	54
6.....	1008	69	20	66	107	97	72	64
7.....	1015	79	20	64	106	96	73	72
8.....	931	63	21	67	103	94	69	60
9.....	1189	86	20	65	114	108	80	76
10.....	919	76	21	65	98	92	69	64
11.....	1057	83	21	61	102	99	73	71
12.....	1105	83	20	63	107	101	75	70
13.....	1083	83	20	63	108	97	76	76
14.....	1064	98	20	62	100	96	73	72
15.....	1254	97	21	64	110	105	80	80
16.....	1226	97	21	66	108	102	79	81
Gens. ....	1007	76	20	65	104	96	72	67
Variationsbredde .	431	42	2	7	16	21	15	27
s(individvar.) ....	441	26	4	12	17	17	12	19
s i pct. af gens....	44	34	18	19	16	18	17	28
Variationsbr. : s ..	1,0	1,6	0,5	0,6	0,9	1,2	1,3	1,4
F for stammer-år .	1,7	3,0	2,2	4,6	1,3	1,7	1,5	3,1

3. For en række stammer må deres rækkefølge være nogenlunde konstant fra forsøg til forsøg m.h.t. vedkommende målfunktion. Dette indebærer ikke, at målfunktionerne skal være konstante for alle stammer fra forsøg til forsøg, men kun at de varierer »i takt«.

Hvis disse 3 fordringer opfyldes for en målfunktion, kan man vurdere sandsynligheden for, at vedkommende stammer er ens eller forskellige ud fra måling af et rimeligt antal roer.

Beregningerne tog sigte på at undersøge, om disse fordringer er til stede for de anvendte målfunktioner. I korthed var beregningen for hver målfunktion følgende. For hver parcel à 20 roer beregnedes individvariationen, d.v.s. standardafvigelsen (s) indenfor de 20 roer. Dette er undersøgelse af den første fordring, og for at lette sammenligning angives denne s(individvariation) i pct. af gennemsnit af den målte størrelse - s i pct. af gens. Disse udtryk for individvariationen anføres forneden i hver kolonne i tabel 1-3. (s er her simpelt

gens. af s-værdierne i de 12 parceller, beregningen hviler på, og er angivet pr. roe).

Den næste fordring om stor variation mellem stammerne er anskueliggjort ved i hver kolonne i tabel 1-3 at aflæse variationsbredden, d.v.s. differensen mellem største og mindste værdi. Da det afgørende er denne variationsbreddes størrelse i forhold til individvariationen, er beregnet kvotienten variationsbredde: s(individvariation), og resultaterne anføres forneden i tabel 1-3.

Den tredje fordring om lille variation i stammernes rækkefølge fra forsøg til forsøg er undersøgt gennem variansanalyser, hver omfattende vedkommende målfunktion bestemt på de 3840 roer i 3 forsøg. Disse analyser viser, at der er sikker forskel mellem enhver prøvet målfunktions gennemsnitsværdi (gens. af stammer) i de tre år, d.v.s. at ingen af disse målfunktioner er konstante, tværtimod stærkt afhængig af vækstvilkårene. I samme variansanalyser beregnes F-test for vekselvirkningen mellem stammer og år = varians

Tabel 2. »Standardiserede« målinger. Gens. af 3 forsøg 1963-65

	$\sqrt[3]{\text{roevægt}} \cdot 10$	H.o.j. · 10	L · 10	DO · 10	Dmax · 10	Drf · 10	Dgens. · 10	SH · 10
	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$	$\sqrt[3]{\text{roevægt}}$
Stamme 1.....	92	63	220	74	108	96	72	60
2.....	92	64	224	71	108	95	71	59
3.....	92	61	210	73	111	96	74	62
4.....	95	79	218	69	105	95	72	66
5.....	94	61	216	72	109	99	72	57
6.....	98	69	209	69	109	100	74	65
7.....	98	79	215	66	108	98	75	73
8.....	95	65	216	71	108	99	73	63
9.....	104	82	101	63	110	104	77	73
10.....	95	79	219	69	103	96	72	67
11.....	99	83	207	62	103	100	73	71
12.....	100	82	200	64	107	100	75	69
13.....	100	82	203	63	107	97	76	76
14.....	100	97	205	63	100	96	74	72
15.....	105	92	198	62	105	99	76	76
16.....	104	93	198	64	104	97	76	77
Gens. ....	98	77	209	67	106	98	74	68
Variationsbredde .	13	36	33	12	11	9	6	20
s (individvar.) . . . .	15	20	22	9	7	8	5	15
s i pct. af gens. . . .	15	26	10	13	6	8	7	22
Variationsbr. : s . .	0,9	1,8	1,5	1,3	1,6	1,1	1,2	1,3
F for stammer-år .	1,4	3,6	2,4	9,5	2,9	2,1	5,0	2,7

for vekselvirkningen stammer-år divideret med varians for individvariation. Disse F for stammer-år er anført nederst i tabel 1-3, og ifald F er over 1,7, er der signifikant ( $P > 99$  pct.) vekselvirkning mellem stammer og år, og dermed er den tredje fordring strengt taget ikke overholdt. Dog viser videre undersøgelse, at blot variationsbredden mellem stammerne er nogenlunde stor, kan man for et kriterium til adskillelse af stammer tolerere en endog sikker F for stammer-år (antagelig op til  $F = 4-5$ ). D.v.s. blot forskellen mellem stammerne er tilpas stor, kan man godt adskille dem, selv om denne forskel reelt varierer noget fra forsøg til forsøg.

Ud fra disse synspunkter er de undersøgte målfunktioners egnethed som stammeadskillelseskriterier vurderet i de følgende tre afsnit.

### Direkte målinger

I tabel 1 er samlet hovedresultater (gens. pr. stamme) og de foran omtalte beregnede størrelser af 8

direkte målinger (Dgens er dog beregnet). Det fremgår heraf, at individvariationen - s i pct. af gens. - er ret stor til meget stor for disse direkte mål, 16 til 44 pct.

(For flere målfunktioner, især for H.o.j., er der forskel på s i de 16 stammer, idet der er proportionalitet mellem s og gens. af vedkommende mål, herved bliver s i pct. af gens. beregnet for de enkelte stammer ofte nær ens for alle stammerne).

Videre ses, at variationsbredden er for lille for roelængde og topskivediameter. Vekselvirkningen mellem stammer og år, d.v.s. ændring i stammernes indbyrdes rækkefølge fra forsøg til forsøg, udtrykt ved F, er relativt lille undtagen for topskivediameter, der også har en udtalt årsvariation. Især p.g. af stor individvariation og en ikke her angivne stor årsvariation må man anse alle disse direkte mål for at være uegnede som kriterier til adskillelse af stammer. Da disse mål er proportionale med roestørrelsen og dermed vækstvilkårene, er det umiddelbart forståeligt, at de ikke kan anvendes som beskrivelse af roeform.

Tabel 3. Forskellige målfunktioner. Gens. af 3 forsøg 1963-65

	Dmax : Drf · 100	Dmax : Dgens · 100	Dmax : DO · 100	L : Dmax · 100	L : Dgens · 100	Høj : L · 100	(L-SH) : SH · 100	Roens krumning	Rodspidsens krumning
Stamme 1.....	113	150	150	206	310	29	283	169	113
2.....	114	152	158	209	319	29	295	173	111
3.....	116	151	159	191	288	29	253	177	112
4.....	111	146	159	209	306	36	248	179	115
5.....	110	151	157	200	303	29	298	172	111
6.....	110	147	166	192	284	33	245	186	115
7.....	111	144	170	191	276	38	196	196	117
8.....	110	149	162	201	300	30	262	180	113
9.....	107	143	186	175	249	43	170	214	121
10.....	107	143	155	215	306	36	252	180	118
11.....	104	141	177	203	286	40	204	200	120
12.....	107	143	177	189	269	41	201	202	119
13.....	111	142	178	192	272	40	179	206	119
14.....	105	136	165	208	282	47	205	198	126
15.....	106	138	178	191	263	46	171	210	123
16.....	107	137	169	192	262	47	171	203	124
Gens.....	109	145	167	198	286	37	227	190	117
Variationsbredde	12	16	36	40	70	18	128	45	15
s (individvar.) ...	9	9	25	30	46	9	84	24	8
s i pct. af gens. ...	8	6	15	15	16	24	37	13	7
Variationsbr. : s . .	1,3	1,8	1,4	1,3	1,5	2,0	1,5	1,9	1,9
F for stammer-år	3,1	2,9	9,2	2,7	3,3	4,1	1,5	9,4	2,3

»Standardiserede« mål

For at komme ud over roestørrelsens indvirkning kan man gå flere veje, hvoraf den ene er at omregne de direkte mål med en faktor for vedkommende roes størrelse. Efter flere forundersøgelser valgtes at anvende  $\sqrt[3]{\text{roevægten}} \cdot 10 =$  kantlængde i mm for en terning med samme vægt som roen ( $V_f$  antaget = 1,0), som det bedste og sikrest bestemte udtryk for roens størrelse i liniært mål. Ved f.eks. for hver roe at beregne roelængde:  $\sqrt[3]{\text{roevægt}}$  får man et relativt mål for roelængden uafhængigt af roestørrelsen.

I tabel 2 er anført  $\sqrt[3]{\text{roevægt}} \cdot 10$  samt de i tabel 1 anførte mål omregnet ved division med  $\sqrt[3]{\text{roevægt}}$  og multipliceret med en passende faktor. Det bemærkes, at man for hver af disse og senere omtalte målfunktioner har udført bereg-

ningen for hver roe, dernæst behandlet de 3840 værdier pr. målfunktion efter foran skitseret regneprogram.

Ved sammenligning mellem tabel 1 og 2 ses, at individvariationen, s i pct. af gens., er formindsket stærkt ved den udførte standardisering af målene. Dette er en simpel følge af standardiseringen. F.eks. angiver s for Dmax både, at roerne er af forskellig størrelse, og at de indenfor samme størrelse (vægt) har forskellig tykkelse p.g. af forskellig form. Derimod angiver s for Dmax:  $\sqrt[3]{\text{roevægt}}$  kun sidstnævnte.

For alle de standardiserede målfunktioner i tabel 2 er variationsbredden divideret med s antagelig. Set i forhold til tabel 1 er F-værdierne i tabel 2 gennemgående lidt større, men meget større for DO og her så stor, at den standardiserede DO må

betragtes som uanvendelig, medens de øvrige 6 standardiserede målfunktioner synes anvendelige som kriterier ved adskillelse af stammer.

### Andre målfunktioner

Foruden nævnte standardisering med roevægt kan man eliminere størrelsesvariationen og dermed få et udtryk for roeform på anden måde, f. eks. gennem kvotienten  $L : D_{max}$ , der vil være mindre for en kugle ( $L : D = 1$ ) end for en lang kegle. I tabel 3 er samlet resultaterne af sådanne målfunktioner, hvoraf de første 7 næppe fordrer forklaring. Ved roens krumning forstås formen af den bue, som roens yderside danner fra topskive til rodspids. Den beregnes af  $D_{gens} : ((DO + D \text{ ved rodspids}) : 2) \cdot 100$ . For en kegle bliver dette krumningsmål lig 100 og desto større, jo mere kugleformet roen er. Tilsvarende mål beregnet for  $D_{max}$  og de derunder liggende diametre betegnes som rodspidsens krumning, anført i sidste kolonne i tabel 3.

Af tabel 3 ses, at der er tydelig stammevariation i disse målfunktioner, dette ses også af variationsbredden : s.

For flere af disse målfunktioner er individvariationen, s pct., lav eller ret lav, men høj for H.o.j. : L og for  $(L - SH) : SH$ , sidstnævnte, fordi SH med stor individvariation (tabel 1) indgår 2 gange i beregningen. F for vekselvirkning mellem stammer og år har antagelige lave værdier undtagen for  $D_{max} : DO$  og for roens krumning, formodentlig p.g. af stor årsvariation i DO. Dette belyses med følgende gens. af 16 stammer i de 3 forsøgsår.

	1963	1964	1965
DO.....	64	56	75
$DO : \sqrt[3]{\text{roevægt}} \cdot 10$ .....	65	55	81
$D_{max} : DO \cdot 100$ .....	168	202	130
$D2 : DO \cdot 100$ (ikke omtalt foran)	135	162	118
Roens krumning.....	191	222	158

Både DO og  $DO : \sqrt[3]{\text{roevægt}}$  er lille i 1964 og stor i 1965. Omvendt er funktionerne med DO i nævneren store i 1964 og små i 1965. Disse forskelle kan bero på reelle ændringer i roeform, men de kan også skyldes forskellig afskæring af toppen, thi hvis der konsekvent skæres »dybt« i roen,

vil DO tiltage, og omvendt vil høj aftopning give lille DO. Hvad der er årsagen til denne iøjnefaldende årsvariation, kan ikke udredes, men i begge tilfælde må DO og funktioner deraf betragtes som uegnede ved stammebeskrivelser.

Derimod synes de øvrige i tabel 3 omtalte målfunktioner at være anvendelige adskillelseskriterier, selv om et par af dem har stor individvariation, thi til trods derfor er variationsbredden : individvariationen stor.

Udover de her nævnte målfunktioner er undersøgt enkelte andre, men da de synes uden interesse, bl.a. fordi DO indgår deri, er omtale udeladt.

### Sammenligning mellem ensartede stammer

I foranstående omtale er især set på, hvilke målfunktioner der i det hele taget kan være tale om at anvende som sammenligningskriterier, eller rettere nævnt, hvilke der må udskydes p.g. af individvariation m.v. Men selv om en målfunktion er et forsvarligt kriterium, der giver sikker adskillelse mellem 16 stammer omfattende lige fra sukkerroer til barres, er det afgørende spørgsmål, om dette kriterium kan adskille stammer, der er så ens i roeform, at de vanskeligt kan adskilles ved synsmæssig bedømmelse alene. For de foran »godkendte« målfunktioner er dette demonstreret ved følgende undersøgelse, hvis hovedresultat er anført i tabel 4.

Der er udvalgt 5 par af stammer, som indenfor parrene er ret ensartede. Stamme 2 og 3 er sukkerroer til foder, 5 og 6 hvide fodersukkerroer, 10 og 11 gule fodersukkerroer, 12 er lavprocentig, barslignende fodersukkerroe, og 15 er barres, der ligner 12. 14 og 16 er alm. barres.

Af tabel 2-3 er for 13 målfunktioner beregnet numeriske differenser mellem de to stammer indenfor parrene, se tabel 4.

Sikkerheden på disse differenser indenfor par er undersøgt ved at beregne LSD ud fra s (individvariation), og forudsat måling af 240 roer er  $LSD_{95} = s \cdot 0,18$ ,  $LSD_{99} = s \cdot 0,24$  og  $LSD_{99,9} = s \cdot 0,31$ . Differenser større end disse LSD-grænser er markeret i tabel 4 med 1-3 stjerner efter tallene.

(LSD beregnes her af s (individvariation), men da F for stammer-år viser, at varians for vekselvirkningen stammer-år er større end varians for

Tabel 4. Sammenligning af par af ensartede stammer. Differens mellem gens. af 1963-65

	Gens. af 16		Stammepar			
	stammer	2 og 3	5 og 6	10 og 11	12 og 15	14 og 16
Høj: $\sqrt[3]{\text{roevægt} \cdot 10 \dots}$	77	3	8***	4*	10***	4*
L: $\sqrt[3]{\text{roevægt} \cdot 10 \dots \dots}$	209	14***	7***	12***	2	7***
Dmax: $\sqrt[3]{\text{roevægt} \cdot 10 \dots}$	106	3***	0	0	2**	4***
Drf: $\sqrt[3]{\text{roevægt} \cdot 10 \dots}$	98	1	1	4***	1	1
Dgens: $\sqrt[3]{\text{roevægt} \cdot 10 \dots}$	74	3***	2***	1*	1*	2***
SH: $\sqrt[3]{\text{roevægt} \cdot 10 \dots}$	68	3*	8***	4***	7***	5***
Dmax: Drf · 100 · · · · ·	109	2*	0	3***	1	2*
Dmax: Dgens · 100 · · · · ·	145	1	4***	2*	5***	1
L: Dmax · 100 · · · · · · · ·	198	18***	8**	12***	2	16***
L: Dgens · 100 · · · · · · · ·	286	31***	19***	20***	6	20***
Høj: L · 100 · · · · · · · · · ·	37	0	4***	4***	5***	0
(L — SH): SH · 100 · · · · · ·	227	42***	53***	48***	30***	34***
Rodspidsens krumning	117	1	4***	2**	4***	2**

Symbolerne \*, \*\* og \*\*\* betyder, at differensen er større end hhv. LSD<sub>95</sub>, LSD<sub>99</sub> og LSD<sub>99,9</sub>.

individvariation, kan det være berettiget at anvende varians for stammer-år til beregning af LSD. Herimod taler dog, at nævnte varians for vekselvirkning stammer-år er beregnet på alle 16 stammer, og ved sammenligning mellem to ensartede stammer kan man kun anvende vekselvirkningen stammer-år for disse to stammer, og denne er mindre end tilsvarende vekselvirkning mellem alle 16 uensartede stammer).

Det fremgår af tabel 4, at der for alle 5 par af ensartede stammer er påvist sikre forskelle i nogle målfunktioner, men ikke i andre. Dette er vel det ventede resultat, idet to roestammer ofte vil være ens i nogle forhold og forskellige i andre. Hvor mange målfunktioner, der skal give forskelligt resultat, før man vil erklære stammerne for forskellige, må blive en skønssag, idet man her også vil tage andre bedømmelsesresultater med i betragtning.

På det foreliggende grundlag kan man ikke klassificere de i tabel 4 nævnte 13 målfunktioner som mere eller mindre vigtige, og man kan heller ikke foretage nogen form for sammenregning af resultaterne til et ettalsudtryk for to stammers overensstemmelse eller uoverensstemmelse.

### Konklusion

Ingen af de undersøgte mål eller målfunktioner er anvendelige stamme-karakteristika, d.v.s. faste størrelser uafhængig af vækstforholdene.

En del af de undersøgte målfunktioner (de i tabel 4 opførte) skønnes at være så stabile, at de kan anvendes som kriterier ved sammenligning mellem bederoestammer dyrket i samme forsøg.

Resultaterne af en sådan sammenligning ved hjælp af en passende række målfunktioner må, sammen med andre bedømmelsesresultater, anvendes til et samlet skøn over stammernes lighed eller forskel.

Anvendelse af målfunktioner som sammenligningskriterium anses hermed som et anvendeligt hjælpemiddel, men ikke som universalmiddel, der medfører, at udvikling af andre kriterier, f.eks. kemiske, kan udelades.

Måling af roeform, med 6 mål pr. roe og 4 × 20 roer pr. stamme i et forsøg årlig, indgår fra 1966 i arbejdsplanen for bederoestammeforsøg.

### Summary

*Numerical description of beet cultivars by means of shape indices*

In an attempt to establish criteria for distinctness between beet cultivars grown together, 16 beet cultivars were grown in field experiments in 1963-65 and measurements were made on 80 individual plants per cultivar.

It was found that primary data such as length, diameter and height above soil level were so variable (C.V. = 18-34%) and dependent on cultural conditions as to be useless for differentiating between cultivars.

Shape indices, i.e. functions between two or more measurements (e.g. ratio of length to cube root of weight or ratio of length to maximum diameter), were found to be much more useful criteria. The shape indices showed some interaction between cultivar and year.

It is intended in future Danish cultivar trials to make 6 primary measurements on 80 plants per cultivar and to calculate 9 shape indices. These should together with other criterias help to determine if strains are identical or different.