

- Paul Parey 1958. — 41. SCHEIBE, A.: Einführung in die allgemeine Pflanzenzüchtung. Stuttgart: Eugen Ulmer 1951. — 42. SUNESON, C. A.: An evolutionary plant breeding method. Agron. J. 48, 188—191 (1956). — 43. STEBBINS, G. L.: Variation and evolution in plants. New York and London: Colum. Press 1950. — 44. SURFACE, E. M., and R. PEARL: Studies on oat breeding. II. Selection within pure lines. Main. Agric. Exp. Rep. 31, 1—40 (1915). — 45. TORNAU, O.: Ein Beitrag zur Frage erblicher Beeinflussung durch äußere Verhältnisse. Fühlings Landw. Ztg. 70, 121—137 (1921). — 46. TUCKER, C. L., and J. HARDING: Quantitative studies on mating systems. II. Estimation of fitness parameters in a population of *Phaseolus lunatus*. Heredity 20, 393—402 (1965). — 47. WÖHRMANN, K.: Fremdbefruchtungsrate und genotypische „fitness“. Der Züchter, im Druck. — 48. WÖHRMANN,
- K., and R. W. ALLARD: Directional and stabilizing selection in a population of lima beans. Crop Sci., im Druck. — 49. WORKMAN, P. L.: The maintenance of heterozygosity by partial negative assortative mating. Genetics 50, 1369—1382 (1964). — 50. WORKMAN, P. L., and R. W. ALLARD: Population studies in predominantly self-pollinated species. III. A matrix model for mixed selfing and random outcrossing. Proc. Nat. Acad. Sci. 48, 1318—1325 (1962). — 51. WORKMAN, P. L., and S. K. JAIN: Zygotic selection under mixed random mating and self-fertilization. Theory and problems of estimation. Genetics 54, 159—171 (1966). — 52. WRIGHT, S.: Evolution in populations in approximate equilibrium. J. Genetics 30, 257 to 266 (1935). — 53. WRIGHT, S., and TH. DOBZHANSKY: Genetics of natural population. XII. Genetics 31, 125 to 156 (1946).

Untersuchungen über die Genetik monokarper Zuckerrüben auf Grund einer Kreuzung monokarp × dikarp*

GERHARD BANDLOW

Institut für Rübenforschung Kleinwanzleben der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

An investigation on the genetics of monocarpic sugar beets by crossing monocarpic × dicarpic

Summary. From a cross between diploid monocarpic and dicarpic sugar beets we got an F_1 generation which was incompletely dominant for its dicarpic trait. In the F_2 generation 1.6% monocarpic plants segregated, in addition to the appearance of 80.2% dicarpic, 16.8% + 0.9% intermediate, and 0.5% polycarpic plants. The inheritance of the monocarpic trait is polygenic, probably trigenerically recessive to the dicarpic trait, at least in the material from Kleinwanzleben.

Der Erbgang der Monokarpie ist in den Jahren 1963 bis 1965 an diploiden Zuckerrüben aus Kleinwanzleben untersucht worden. Als Markierungsfaktoren wurden Hypokotylfarben verwendet. Die Mutterpflanzen mit grünem Hypokotyl stammten aus der Familie Nr. 1061, die im Jahre 1962 zu 87,9% monokarp und 12,1% dikarp war. Von ihrer Nachkommenschaft 1963 dienten vier einjährig angezogene Samenträger als Mutterpflanzen; sie hatten folgende monokarpe Anteile: 1. 91,6%, 2. 92,1%, 3. 90,4%, 4. 94,2%. Der Rest war bei den Pflanzen 1 und 2 dikarp, bei Nr. 3 waren außer 4,3% dikarpen Anteilen noch 5,3% trikarpe gezählt worden, bei Nr. 4 außer 5,5% dikarpen 0,3% polykarpe Anteile. Als Pollenspender diente eine dikarpe Familie mit rotem Hypokotyl (Nr. 13870), die zu 97,5% dikarp und 2,5% monokarp war.

Als monokarp betrachten wir bei dieser Untersuchung Samenträger mit mindestens 90% monokarpem Fruchtbesatz, als dikarp solche mit mindestens 90% dikarpem Fruchtbesatz; die weite Skala zwischen 89% und 11% monokarpem Besatz ist als intermediär bezeichnet, ebenso die Zwischenformen zwischen di- und polykarp.

Nach züchterischen Erfahrungen beträgt die Modifikabilität des Karpiegrades etwa 10%. Der höchste bei Stichproben der F_2 -Generation ausgezählte Monokarpanteil betrug 95%. Die genetische Analyse ist

bis zur F_2 -Generation durchgeführt und beide Bastardgenerationen sind einjährig angezogen worden. Die Eltern wurden im Jahre 1963 in eine Parzelle mit je 4 Pflanzen nebeneinander gepflanzt und von den Mutterpflanzen ein bis fünf Triebe mit Pergaminersatzpapier gebeutelt und die Blüten von Hand bestäubt, ein- bis viermal je Trieb. Nur in einem Falle waren ein mütterlicher und väterlicher Trieb zusammengebeutelt. 256 Früchte wurden in zehn Tüten von den Mutterpflanzen mit grünem Hypokotyl geerntet. Die F_1 -Bastarde sind an dem sich dominant vererbenden roten Hypokotyl zu erkennen. Es waren 58 Pflanzen, die ab Herbst 1963 im Gewächshaus heranwuchsen und sich dort im Sommer 1964 frei bestäubt hatten. Das Saatgut wurde einzelpflanzenweise geerntet und hatte nach den Auszählungen in der Keimstation folgende Fruchtigkeitsstufen (siehe Tabelle 1).

59% der F_1 -Pflanzen enthielten 99% bis 91% dikarpe Knäuel. 14% waren fast dikarp mit 89 bis 80% Doppelfrüchten. Die Dikarpie manifestierte sich in der F_1 also unvollständig dominant. Die Keimfähigkeit der Knäuel streute von 23% bis 99% bei einem Mittelwert von 80,7% und die Anzahl der Keime von 24 bis 165, $\bar{x} = 115,8$.

Von den 58 Nachkommenschaften wurden 30 zur Anzucht einer F_2 verwendet, die Hälfte mit einem Dikarpiograd > 90%, aber auch von den anderen Fruchtigkeitsklassen waren einige Nachkommenschaften ausgewählt. Entscheidend war eine gute Keimfähigkeit, deren untere Grenze mit 79% gekeimter Knäuel gesetzt war. Die Jungpflanzen der F_2 -Generation wurden im Herbst 1964 ebenfalls im Gewächshaus angezogen.

Da in der Abteilung Züchtung nach Kreuzungen zwischen poly- × monokarp früher in der F_2 relativ selten monokarpe Exemplare gefunden wurden (RÖSTEL, 1964), vermutete ich einen etwa trigenen Erbgang und zog 100 Pflanzen je Nachkommenschaft an, im ganzen 3000. Dann wären theoretisch 45 Monokarpie (1,56%) zu erwarten gewesen. Es wuchsen 2656 Jungpflanzen heran, die bis zum 26. 4. 1965 im

* Herrn Professor H. STUBBE zum 65. Geburtstag gewidmet.

Tabelle 1. *F₁-Generation der Kreuzung monokarp × dikarp (1964).*

Nr.	mono-karp	dikarp	trikarp	tetra-karp	Keimfähigkeit gek. Knl.	Keime
24	1,4	98,6	—	—	87	131
44	1,2	98,3	0,5	—	23	24
35	1,9	97,4	0,7	—	85	136
34	3,0	97,0	—	—	98	155
50	3,0	97,0	—	—	36	44
7	0,9	96,8	2,3	—	95	122
46	3,3	96,4	0,3	—	47	57
38	3,6	96,4	—	—	82	136
4	3,7	96,3	—	—	95	161
5	3,4	96,0	0,6	—	84	124
37	4,0	96,0	—	—	68	73
14	3,9	95,7	0,4	—	92	137
21	3,7	95,6	0,7	—	79	113
30	4,9	95,1	—	—	95	165
22	4,3	94,9	0,8	—	85	117
17	2,8	94,9	2,1	0,2	45	62
33	5,0	94,7	0,3	—	27	30
32	2,2	94,6	3,2	—	92	154
58	1,8	94,6	3,6	—	71	96
42	4,9	94,4	0,7	—	94	126
19	1,8	94,4	3,8	—	80	122
11	5,0	94,1	0,9	—	69	82
39	4,9	93,7	1,4	—	93	154
41	0,9	93,5	5,6	—	90	126
12	6,4	93,3	0,3	—	94	125
48	3,6	92,9	3,5	—	77	106
31	7,2	92,8	—	—	87	150
3	0,5	92,6	6,9	—	86	141
27	7,8	92,2	—	—	89	138
45	7,5	92,2	0,3	—	64	89
53	8,7	91,3	—	—	94	128
56	4,8	91,2	4,0	—	98	163
18	0,6	91,2	7,3	0,9	40	53
54	8,1	90,8	1,1	—	97	142
36	10,0	89,7	0,3	—	65	81
26	10,5	89,5	—	—	91	139
6	10,6	89,4	—	—	98	148
29	0,6	87,8	11,6	—	75	117
28	12,9	86,3	0,8	—	97	141
57	12,6	85,6	1,8	—	87	105
23	15,7	84,3	—	—	92	114
9	19,2	80,6	0,2	—	97	153
43	19,7	79,3	1,0	—	44	54
20	20,7	78,3	1,0	—	92	145
47	18,5	78,2	3,3	—	91	120
13	22,5	77,5	—	—	66	84
49	21,1	76,5	2,4	—	79	102
40	26,3	72,6	1,1	—	71	141
15	27,9	72,1	—	—	83	118
52	30,2	69,8	—	—	90	120
8	36,1	63,6	0,3	—	93	124
10	37,9	62,1	—	—	99	147
25	39,5	60,5	—	—	88	111
1	36,1	55,0	7,4	1,4	89	128
16	54,2	45,5	0,3	—	89	126
55	56,1	43,9	—	—	96	107
51	60,5	39,5	—	—	82	88
2	61,7	38,3	—	—	91	123

Die fettgedruckten Nummern sind zur Anzucht der F₂-Generation verwendet worden.

Gewächshaus blieben. 220 Pflanzen (= 8,3%) waren so hoch geschoßt, daß sie nicht mehr umzupflanzen waren.

Bevorzugt Monokarpe sind dadurch nicht ausgeschieden worden, wie eine entsprechende Anzucht von F₃-Mustern und analoge Untersuchungen von BORDONOS (1941) gezeigt haben.

Mitte Mai wurden 2436 F₂-Pflanzen ins Freie gepflanzt. Nach 14 Tagen war etwa ein Sechstel des Bestandes eingegangen, alle übrigen Pflanzen entwickelten sich wegen des feuchten, kühlen Sommers sehr gut und wurden entsprechend ihrem Stand mehr-

mals auf dem Felde bonitiert. Dikarpe und Monokarpe waren ziemlich sicher zu erkennen, dagegen ließ sich das große Feld der intermediären Typen schwer weiter differenzieren. Aus praktischen Gründen unterteilten wir sie zunächst in Dimonokarpe mit überwiegend dikarpfen und in Monodikarpe mit mehr monokarpen Anteilen. Der Bestand spaltete folgendermaßen auf:

Tabelle 2. Aufspaltung der F₂-Generation der Kreuzung monokarp × dikarp (1964).

poly-karp	intermediär $\phi - d$	dikarp	intermediär $d - m$	mono-karp	n	Nach-kommun-schaften
10 % 0,5	18 0,9	1661 80,2	198 + 150 9,6 + 7,2	33 1,6	2070	30

Die Polykarpen und ihre Intermediären zu den Dikarpen ($\phi - d$) fallen zahlenmäßig nicht ins Gewicht. Doch von den dominierenden Dikarpen führt eine größere Anzahl Intermediärer ($d - m$) zu den Monokarpen. Dieser fließende Übergang weist auf Polygenie hin, und nach den 1,6% Monokarpen zu urteilen scheint sich dieses Merkmal tragen rezessiv zu vererben. Der gefundene Zahlenwert entspricht zwar genau dem theoretisch erwarteten von 1,56%, doch halten wir das für Zufall, da alle Fruchtigkeitsklassen der F₂ optisch geschätzt, aus arbeitstechnischen Gründen aber nicht ausgezählt worden sind.

Entsprechende Kreuzungen zwischen mono- × dikarp hat SAVITSKY durchgeführt. Zunächst (1952) wurde mit den Partnern double germ Klon 4x mono-germ SLC 101 eine F₁ angezogen. Der dikarpe Klon war zu 92% zwei- und zu 7% einfrüchtig, die monokarpe Mutante SLC 101 war zu 100% einfrüchtig. Die F₁ war zu 51% ein- und zu 49% zweifrüchtig. Das würde auf intermediären Erbgang hindeuten, doch fehlt die entscheidende F₂. Diese wurde später (1954) mit zwei Kreuzungen untersucht, die in 30:8 bzw. 47:17 „few-germed“ multigerm: monogerm spalteten und damit monogen rezessiven Erbgang für den Faktor m andeuten. Zahlreicher sind Versuche mit Kreuzungen mono- × polykarp. Zwei Kreuzungen von SAVITSKY (1952) ergaben in der F₁ diese Werte:

		Blüten je Blütenknäuel in %		
		1	2	3
multigerm SLC 92 × SLC 101		6	81	13
multigerm SLC 92 W × SLC 107		65	19	1

In der zweiten Kreuzungs-F₁ fehlen in der Tabelle 15%. Der monokarpe Anteil wäre auch dann noch überraschend hoch, wenn man sie zu den 19% Dikarpen zuzählen würde. Jedenfalls verhalten sich beide F₁-Bastarde verschieden. Trotzdem spalten sie in der F₂ einheitlich in 3 multigerm: 1 monogerm. Dasselbe Spaltungsverhältnis trat auch nach Kreuzungen zwischen Futterrübe, Salatrübe, Mangold und dem monokarpen Zuckerrübenpartner SLC 101 auf. Alle nicht monogermen Pflanzen sind als multigerme gewertet worden. Der Faktor M vererbt sich nach SAVITSKY unvollständig dominant. KNAPP (1962, 1966) hat ebenfalls M- × m-Kreuzungen bis zur F₁ durchgeführt und dazu drei einfrüchtige Herkünfte aus Amerika (SLC 101), Deutschland (Schreiber) und der Sowjetunion verwendet. Die drei F₁-Nachkommen lassen ebenfalls auf unvollständige Do-

minanz der Knäuelfruchtigkeit schließen. In unserer Kreuzung monokarp × dikarp sind 59% der F_1 -Pflanzen dikarp mit 90 bis 99% dikarpen Anteilen, 14% fast dikarp und 27% intermediär mit gestaffelt abnehmender Dikarpie. Als Umweltfaktor hat sich in der F_1 die einjährige Anzucht ausgewirkt. Sie erhöht die Einfruchtigkeit nach den Erfahrungen der Abteilung Züchtung, und zwar um etwa 10%, so daß wir diesen Wert den dikarpen 59% zuzählen und 69% dikarpe F_1 -Pflanzen zugrunde legen können. Dieser Wert zeigt ebenfalls unvollständige Dominanz der Dikarpie an.

Hinsichtlich der Anzahl der beteiligten m -Gene schließt KNAPP bei dem Schreiberschen deutschen und dem sowjetischen monokarpen Material auf Polygenie. Diese Herkünfte verhalten sich demnach genetisch ähnlich wie unsere Kleinwanzlebener Rüben. BORDONOS (1939, 1941) fand in ihrer ersten Arbeit bei den Nachkommen von sechs F_1 -Hybriden der Kreuzung polykarp × monokarp 2,9% monokarpe Abspaltungen, außerdem bei den Nachkommen von 14 F_1 -Hybriden 21 bis 26% monokarpe Samenträger. In dem zweiten Versuch spalteten 23% Monokarpe heraus. Alle übrigen Fruchtigkeitsstufen faßt BORDONOS als polykarp zusammen. BREWBAKER, WOOD und BUSH (1946) vermuteten trigen bedingte Rezessivität der Monokarpie auf Grund der Kreuzung einer Pflanze, die 70% monokarpe, 29,9% dikarpe und 0,1% trikarpe Anteile hatte. Sie war im Feldbestand frei bestäubt worden, und ihr Saatgut ergab 2 mono-, 130 di-, 171 tri- und 23 tetrakarpe Samenträger.

Alle Autoren unterscheiden in der F_2 nur zwischen polykarp und monokarp, d. h. die monokarpen Samenträger sind ausgezählt und alle übrigen Pflanzen werden als polykarp bezeichnet, die also auch die intermediären Formen enthalten.

Die beiden Fruchtigkeitsstufen dikarp und polykarp ergeben in SAVITSKYS Material nach Kreuzun-

gen mit der monokarpen SLC 101 in gleicher Weise etwa 25% Monokarpe und sind offenbar Allele. Unter dieser Annahme mag es erlaubt sein, auch unsere Ergebnisse aus einer Kreuzung mono- × dikarp mit denjenigen anderer Autoren zu vergleichen, die mono- × polykarpe Kreuzungen durchgeführt haben.

Zusammenfassung

Eine Kreuzung zwischen diploiden monokarpen und dikarpen Zuckerrüben ergab eine F_1 -Generation mit unvollständig dominanter Dikarpie. In der F_2 -Generation spalteten 1,6% Monokarpe heraus. Ihnen stehen 80,2% Dikarpe, 16,8% + 0,9% „Intermediäre“ und 0,5% Polykarpe gegenüber. Die Monokarpie vererbt sich gegenüber der Dikarpie in dem Kleinwanzlebener Material polygen, wahrscheinlich trigen rezessiv.

Literatur

1. BORDONOS, M. G.: Studien zur Vererbung der Monokarpie bei Zuckerrüben (russ.). Trudy VNIS **24**, 357 bis 359 (1939). — 2. BORDONOS, M. G.: Monogene monogerme Typen von Zuckerrüben (russ.). Proc. Lenin All Union Acad. Agric. Sci. Nr. 11, 3—4 (1941); zit. nach BREWBAKER, WOOD und BUSH (1946). — 3. BREWBAKER, H. E., R. R. WOOD und H. L. BUSH: Single-Germ Seed. Proc. 4th gen. Meet. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. 259—262 (1946). — 4. KNAPP, E.: Genetical experiences with single-germ sugar beet. 25th winter congress Tирлемонт (1962). — 5. KNAPP, E.: Die genetischen Grundlagen der Einzelfruchtigkeit (Monokarpie) bei *Beta vulgaris*. Internat. Symposium Leipzig (1966). — 6. RÖSTEL, H.-J.: Entwicklung, Ergebnisse und Ziele der Züchtung monokarper Zuckerrüben verschiedener Genomstufen in der Deutschen Demokratischen Republik. Bernburg, Hochsch. f. Landwirtsch., Habil.-Schr. 1964. — 7. SAVITSKY, V. F.: A genetic study of monogerm and multi-germ characters in beets. Proc. Amer. Soc. of Sugar Beet Techn. 331—338 (1952). — 8. SAVITSKY, V. F.: Inheritance of the number of flowers in flower clusters of *Beta vulgaris* L. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Techn. 8, II, 3 (1954).

Untersuchungen über Ertrags- und Selektionsmerkmale bei Futterkohl (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* D.C.)*

W. SCHWEIGER

Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Investigations on yield and selection characteristics of kale (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* D.C.)

Summary. The yield characteristics of large quantities of *Brassica oleracea* L. convar. *acephala* D. C. were analyzed. Phenotypic variations as well as the correlations between them were determined and their suitability for selection and its direction were derived. Dry matter and crude protein yield were found to be based mainly on green matter yield. 30% of crude protein was found to be synthesized from crude protein content and only 5% of dry matter built up by dry matter content. About 90% of green matter was determined by the characteristics like thickness of stem, length of leaf stalk and leaf surface. Winterhardiness was highly correlated with dry matter content. Because of negative correlation between green matter and dry matter content, high yield and winterhardiness can hardly be expected to occur together.

* Herrn Prof. Dr. HANS STUBBE zum 65. Geburtstag gewidmet.

In order to increase the performance and yield ability, selection should be based on characteristics like fast early development, large and widely separated leaves, large leaf area, high assimilation performance and thick stems. Through selection of dry matter content there was improvement in winterhardiness but wood and crude fibre content also increased. It is therefore necessary to keep in mind some limits for quality determining content when selecting for winterhardiness.

Die Bemühungen der Pflanzenzüchtung sind in zunehmendem Maße auf das Auffinden von Selektionsmerkmalen gerichtet, die bereits am Samen, in der frühesten Jugend oder während des Wachstums und der Entwicklung eine Auslese auf die Höhe des Endertrages oder andere, dem Zuchziel entsprechende Merkmale ermöglichen. Neben diesen Bemühun-