

(Aus der Zweigstelle Rosenhof des MAX-PLANCK-Instituts für Züchtungsforschung, Ladenburg/Neckar)

Zur plasmonisch kontrollierten Pollensterilität der Zuckerrüben

Von EDGAR KNAPP*

Mit 4 Textabbildungen

I. Einleitung

Nach dem heutigen Stand unserer Erkenntnisse lassen sich bei Fremdbefruchtern die höchsten Leistungen dadurch erzielen, daß man F_1 -Hybriden zwischen zwei möglichst gut durchgezüchteten geeigneten Inzuchtlinien mit optimaler spezifischer Kombinations-eignung herstellt, um so zu maximalem Heterosiseffekt zu gelangen. Nur wenige unter den zweigeschlechtigen (einhäusigen) Kulturpflanzen, wie etwa der Mais, erlauben aber dank einer günstigen Anordnung der beiderlei Geschlechtsorgane an der Pflanze im Großanbau die rationell durchführbare Entfernung der männlichen Organe und damit eine rationelle Erzeugung von F_1 -Hybridsaatgut aus der Kreuzung zweier Inzuchtlinien.

Bei den *Beta*-Rüben mit ihren zwittrigen Blüten ist die Erzeugung solcher F_1 -Hybriden als Gebrauchssaatgut bisher nicht möglich gewesen. Man mußte sich deshalb auf die Herstellung sogenannter synthetischer Sorten beschränken, die durch gemeinsames Abblühen einer größeren Zahl von \pm ingezüchteten Linien immer wieder als Gebrauchssaatgut neu erzeugt werden. Die zur Erzeugung des Gebrauchssaatgutes zu verwendenden Linien werden auf Grund ihrer allgemeinen Kombinationseignung, die in geeigneten Probekreuzungen zu ermitteln ist, ausgewählt. Je größer die Zahl der zur Erzeugung des Gebrauchssaatgutes verwendeten Linien ist, desto größer ist, bei gleicher Befruchtungswahrscheinlichkeit für Bestäubungen innerhalb und zwischen den Linien, der Anteil von Kreuzungen zwischen verschiedenen Linien und desto geringer der Anteil der Befruchtungen innerhalb einer Linie. So wird man z. B. bei Verwendung von 10 Linien, immer gleiche Befruchtungswahrscheinlichkeit für alle Linien und Kombinationen vorausgesetzt, ein Gebrauchssaatgut bekommen, das 90% Kreuzungen zwischen den Linien und 10% Befruchtungen innerhalb der Linien enthält.

Nach diesem Verfahren wird also ein genetisch einheitliches Gebrauchssaatgut erzielt. Dies hat den Vorteil, daß bei geeigneter Wahl der Komponenten des Elitesaatgutes das Gebrauchssaatgut wegen seiner Heterogenität eine beträchtliche ökologische Streubreite aufweisen kann, neben den Nachteilen, die im übrigen aus verschiedenen Gründen in der Uneinheitlichkeit der Sorten an sich liegen, aber noch den besonderen Nachteil, daß es hier nicht möglich ist, die spezifische Kombinationseignung zweier bestimmter Inzuchtlinien mit höchstem Heterosiseffekt auszunützen. Auch in der Zuckerrübenzüchtung sollten deshalb Wege gesucht werden, die die Herstellung von Gebrauchssaatgut als F_1 -Hybriden zwischen zwei geeigneten, zu maximalem Heterosiseffekt führenden Inzuchtlinien ermöglichen. Da ein mechanisches Entfernen der Antheren bei einer der beiden Inzuchtlinien bei der Erzeugung des Gebrauchssaatgutes nicht in Frage kommt, wird man versuchen müssen, die Er-

scheinung der Parasterilität oder der Pollensterilität auszunützen.

Parasterilität

Bekanntlich sind die *Beta*-Rüben weitgehend selbststeril, wenn auch alle Übergänge zur Selbstfertilität vorkommen. Die genetischen Grundlagen der Parasterilität der *Beta*-Rüben sind noch keineswegs völlig geklärt (siehe OWEN 1942a). Die Tatsache, daß Individuen mit beschränkter Selbstfertilität vorkommen, berechtigt aber zu der Hoffnung, daß es möglich sein wird, Inzuchtlinien aufzubauen, bei denen Bestäubungen zwischen den Individuen innerhalb dieser Inzuchtlinien zwar zu genügend keimfähigem Saatgut führen, solche Bestäubungen innerhalb der Inzuchtlinien aber schwieriger zur Befruchtung führen als Bestäubungen durch Pollen von Pflanzen anderer Herkunft. Würden zwei geeignete derartige Inzuchtlinien miteinander vermischt werden, so würde, je nach dem Grad der Erschwerung der Befruchtungen innerhalb der Linien, ein mehr oder weniger hoher Prozentsatz von Kreuzungen zwischen den beiden Inzuchtlinien zustande kommen. Es besteht die Hoffnung, daß man auf diesem Wege praktisch 100%ige Kreuzbefruchtungen zwischen 2 Inzuchtlinien erzielen kann. Entsprechende Versuche sind im Gange.

Pollensterilität

Es sollte versucht werden, die Pollenfertilität durch experimentelle Eingriffe zu stören. Wenn sich bis heute auch noch kaum Möglichkeiten abzeichnen, dieses Ziel in einer für die praktische Saatguterzeugung brauchbaren Weise ohne Störung der weiblichen Fertilität der Pflanze zu erreichen, so erscheint es doch nicht ausgeschlossen, hierin weiter zu kommen. Zur Erzeugung des Gebrauchssaatgutes müßte dann eine voll fertile Inzuchtlinie als Pollenspender zwischen eine zweite, bei der die Pollenfertilität durch experimentelle Eingriffe gestört wird, gepflanzt werden. Das Gebrauchssaatgut wäre von dieser zweiten, experimentell pollensteril gemachten Linie zu ernten.

Während Methoden für eine solche experimentelle Hervorrufung der Pollensterilität für die praktische Erzeugung von Hybridsaatgut vorläufig also nicht zur Verfügung stehen, ist eine genetisch bedingte Pollensterilität bei den *Beta*-Rüben gar nicht so selten. Sie ist von OWEN (1942a, 1945, 1949, 1952) eingehend untersucht worden, der auch die Möglichkeiten ihrer züchterischen Verwertbarkeit gezeigt hat.

Neben einer rein mendelistisch vererbten Pollensterilität (OWEN 1952) hat OWEN auch einen Typ der Pollensterilität bei Zuckerrüben aufgefunden, bei dem die Pollensterilität vom Vorhandensein einer bestimmten extranukleären, wohl plasmatischen, rein mütterlich vererbten genetischen Komponente (Plasmon) abhängig ist. Das Auftreten der Pollensterilität und der Grad ihrer Ausprägung ist aber außer vom Vorhandensein dieser extranukleären genetischen Komponente S weiter abhängig vom Vorliegen eines

* HEINRICH Prof. H. KAPPERT zum 65. Geburtstag gewidmet

bestimmten chromosomalen Genbestandes. Vorläufig nimmt OWEN an, daß in mindestens 2 Loci bestimmte, von ihm mit x und z bezeichnete Allele homozygot vorhanden sein müssen, damit absolute Pollensterilität gegeben ist. Wir wollen im folgenden diese beiden Gene statt mit x und z mit ms_1 und ms_2 (männlich steril) bezeichnen. Der von OWEN beschriebene plasmonisch kontrollierte Typ der Pollensterilität wäre also durch folgende Erbformel zu charakterisieren:

$$S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$$

Alle Pflanzen mit normalem Plasmon N wären normal pollenfertil, gleichgültig ob die Sterilitätsgene ms_1 und ms_2 vorliegen oder nicht. Auch Pflanzen mit dem Plasmon S können bei bestimmtem Genotypus,

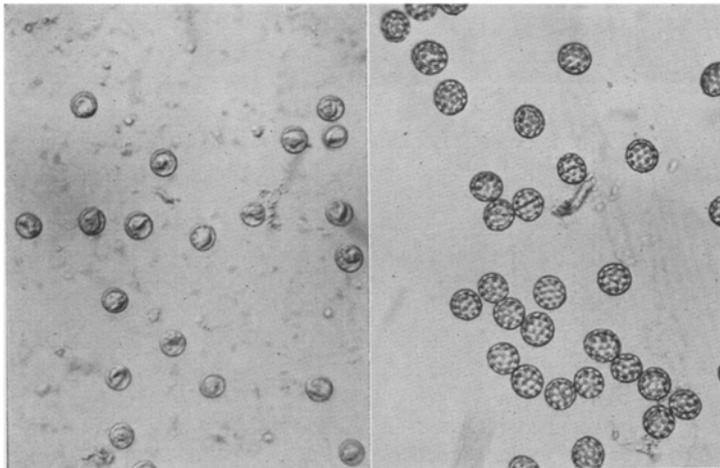


Abb. 1. „absolut steril“

Abb. 2. „steril“

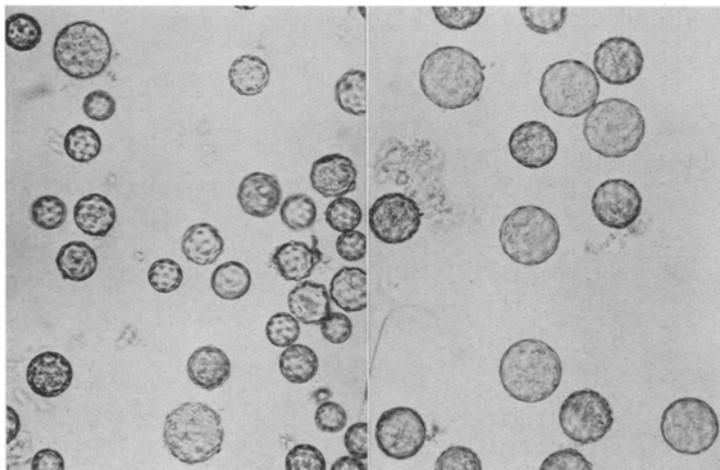


Abb. 3. „semisteril“

Abb. 4. normal fertil

Abb. 1—4. Mikrophotos der verschiedenen Pollensterilitäts-Typen. Vergr. 400×

nämlich dann, wenn statt ms_1 und ms_2 nur deren normale Allele vorliegen, völlig fertil sein. Je nach dem Genotypus kommen bei Pflanzen mit dem Plasmon S alle Grade der Pollensterilität von vollständiger Fertilität bis zu vollständiger Sterilität vor. Näheres siehe bei OWEN 1945.

2. Prüfung der Nachkommenschaft Pollensteriler nach Bestäubung durch eine normal fertile Sorte

Der Freundlichkeit von Dr. OWEN, Salt Lake City, verdanken wir Saatgut, das von solchen pollensterilen

Pflanzen, die nach OWEN also die Erbformel $S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ besaßen und die mit Kleinwanzlebener E bestäubt worden waren, geerntet worden ist. Eine Probe dieses Saatgutes wurde von uns am 19. 8. 52 im Frühbeet ausgesät (Aussaats Nr. 1/52), wo die Pflanzen den Winter über standen. Am 10. 4. 53 wurden sie auf das freie Feld gepflanzt. Von 176 dieser Pflanzen kamen 168 zur Blüte, während 8 nicht geschoßt haben.

Diese 168 blühenden Pflanzen wurden im Sommer 1953 auf die Ausbildung ihres Pollens hin untersucht. Wir gingen so vor, daß wir bei Beginn des Aufblühens kleine Blütenästchen in Tüten in das Laboratorium nahmen. Der Inhalt mehrerer Antheren, die kurz vor dem Öffnen standen, wurde auf dem Objektträger in einem Wassertropfen untersucht. Bei unklaren Fällen wurde noch ein- oder zweimal eine Probe derselben Pflanze zur Untersuchung vom Feld geholt. Wir fanden erwartungsgemäß die schon von OWEN (1945) beschriebenen Sterilitätstypen mit mannigfachen Übergängen, die eine einwandfreie Klassifizierung nicht immer möglich machten.

Unter den 168 Pflanzen fanden wir:

71 Pflanzen mit verkümmerten, unentwickelten, oft zusammengeballten hellen Pollenkörnern ohne differenzierte Exine in weißlichen, leer erscheinenden Antheren. Dieser von uns als „absolut steril“ bezeichnete Typ entspricht dem OWENschen sterilen Typ.

25 Pflanzen mit verschiedenen Übergängen zwischen diesem absolut sterilen Typ und unserem im folgenden beschriebenen sterilen Typ.

45 Pflanzen mit kleinen, dunkler erscheinenden Pollenkörnern mit stark differenzierter Exine. Das Plasma erscheint oft nicht homogen. In Bestäubungsversuchen haben sich Pollenkörner dieses Typs als nicht funktionsfähig erwiesen. Dieser von uns als „steril“ bezeichnete Typ entspricht dem Typ 1 der OWENschen Semisterilen.

26 Pflanzen, bei denen sich neben nicht lebensfähigen ein \pm großer Prozentsatz von \pm normal entwickelten Pollenkörnern fand. Wir bezeichnen diesen Typ als „semisteril“; er entspricht dem Typ 2 der OWENschen Semisterilen.

1 Pflanze mit normalem Pollen.

In Abb. 1—4 sind Mikrophotos von Beispielen dieser verschiedenen Sterilitätstypen wiedergegeben.

Nach der OWENschen Interpretation dieser Art der Pollensterilität wird man also annehmen dürfen, daß sämtliche eben besprochenen Pflanzen das Plasmon S besaßen und daß die Unterschiede im Grad der Pollensterilität außer auf Umwelteinflüsse vor allem auf Genunterschiede, die die Pollensterilität beeinflussen, zurückzuführen sind. Eine weitere genetische Analyse wurde nicht versucht.

Wir ersehen aus diesem Befund, daß man, wenn pollensterile Pflanzen des plasmonisch kontrollierten Typs der Pollensterilität mit normal fertilen Pflanzen bestäubt werden, in der Nachkommenschaft mit einem recht hohen Prozentsatz von Pollensterilität rechnen kann. Im vorliegenden Fall dürften etwa 80 bis 85%

der Pflanzen (71+25+45 von 168 Pflanzen) keinen funktionsfähigen Pollen gebildet haben, und die Pollenfertilität des Restes ist ebenfalls herabgesetzt. Durch fortgesetzte Rückkreuzung der absolut Pollensterilen mit einem normalen Zuchtstamm kann der Züchter also relativ leicht weitgehend pollensterile Stämme bestimmter genetischer Konstitution herstellen. In USA sind auch bereits eine Reihe von Hybridsorten im Gebrauch, die aus der Kreuzung solcher weitgehend pollensteriler Stämme mit normal fertilen Stämmen hervorgegangen sind (1).

3. Testung von normal fertilen Einzelpflanzen auf ihren Gehalt an Sterilitätsgenen

Freilich ist es erwünscht, zu Inzuchtlinien mit praktisch 100%iger Pollensterilität zu kommen. Dazu sind aber, unter Zugrundelegung der OWENSchen Interpretation, neben Pollensterilen der genetischen Konstitution $S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ fertile Komplementärlinien

der genetischen Konstitution $N \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ erforderlich.

Durch fortgesetzte Rückkreuzung der Pollensterilen mit der Komplementärlinie bei gleichzeitiger Bestäubung zwischen verschiedenen Pflanzen dieser Komplementärlinie unter Beachtung von Maßnahmen, die zu stärkerer oder schwächerer Inzucht führen, können die Pollensterilen und die Komplementärlinie einander genetisch angeglichen werden, so daß sie sich schließlich wesentlich nur durch ihr verschiedenes Plasmon unterscheiden. Zur Erzeugung des Gebrauchssaatgutes werden dann so hergestellte, geeignete, vollständig pollensterile Inzuchtlinien mit normal fertilen Inzuchtlinien bester spezifischer Kombinationseignung kombiniert. Durch Kombination einer pollensterilen diploiden Linie mit normal fertilen Tetraploiden oder normal fertiler Diploider mit einer pollensterilen tetraploiden Linie können auch, worauf OWEN schon 1948 hingewiesen hat, praktisch 100% Triploide, die ja beim heutigen Stand der Züchtung besonders leistungsfähig sind, erzeugt werden.

Die Tatsache, daß in der oben beschriebenen Nachkommenschaft aus der Bestäubung von OWENSchen Pollensterilen durch eine deutsche Sorte in beträchtlichem Umfang Pollensterile aufgetreten sind, zeigt, immer unter Zugrundelegung der OWENSchen Interpretation, daß in unseren Zuckerrübensorten die bei Vorliegen des Plasmons S zur Pollensterilität führenden Gene offenbar gar nicht so selten sind. Dies enthebt uns der Notwendigkeit, den umständlichen Weg einer Kreuzung Pollensteriler mit normal Fertilen, Rückkreuzung der F₁ mit normal Fertilen als Mutter und daran anschließender Geschwisterpaarung zur Einlagerung der Sterilitätsgene ms_1 und ms_2 in unsere Zuchtstämme mit dem Plasmon N zu wählen. Vielmehr brauchen wir nur Einzelpflanzen aus normal fertilen Sorten oder Zuchtstämmen auf ihren Bestand an Sterilitätsgenen zu testen.

Wir haben dies mit einer Reihe von Einzelpflanzen der Sorten Kleinwanzlebener E, Maribo N, Sedlmayrs Beta 242/53 und Buszczyński CLR versucht. Zu diesem Zweck haben wir von den Samenrüben der oben besprochenen Aussaat 1/52 alle nicht zur Gruppe der „absolut Sterilen“ zu zählenden Pflanzen entfernt. Eine größere Anzahl der verbliebenen Sterilen wurde

dann in Einzelpflanzenpaarungen mit den zu testenden fertilen Pflanzen aus den Sorten kombiniert.

Die Durchführung einer größeren Zahl kontrollierter einwandfreier Einzelpflanzenpaarungen macht bei Beta bekanntlich beträchtliche Schwierigkeiten. Der beste Weg hierzu wäre die Verwendung von Isolierkabinen, die durch gefilterte pollenfreie Luft zu belüftet sind. Solche Kabinen zum Zweck der Durchführung einwandfreier kontrollierter Bestäubungen sind wohl erstmals 1940 in Irland von der Irish Sugar Corporation zur Durchführung ihres Zuchtprogramms errichtet worden. In besonders großzügiger Weise wurden 1950 640 solcher Kabinen mit Filterungs- und Belüftungseinrichtung mit einem Kostenaufwand von 600000 skr von der Svenska Socker Aktie-bolaget in Hilleshög errichtet. 1953 hat auch die Kleinwanzlebener Saatzucht in Einbeck solche Isolierkabinen gebaut.

Da uns solche Kabinen noch nicht zur Verfügung standen, versuchten wir, eine einigermaßen befriedigende Isolierung der Paarungen auf dem Feld zu erreichen. Über die einzelnen pollensterilen Pflanzen wurden große Pergamenttüten gestülpt, und die in Töpfen angezogenen zu testenden fertilen Pflanzen wurden vor dem Aufblühen zu den ebenfalls blühenden Pollensterilen so unter die Pergamenttüten gestellt, daß sich die Blüten beider Partner möglichst nahe kamen. Ganz verschlossen werden durften die Pergamenttüten nicht, weil sonst Luftfeuchtigkeit und Temperatur unter den Tüten zu hoch geworden wären. Durch häufiges Schütteln wurde versucht, die Pollenübertragung zu fördern. Aus einigen Kontrollen und vergleichenden Beobachtungen kann geschlossen werden, daß die Isolierung auch mit diesen primitiven Maßnahmen einigermaßen gelang und mit nicht zu vielen Fehlbestäubungen gerechnet werden muß, wenn natürlich auch nicht angegeben werden kann, wieviel Fehlbestäubungen im einzelnen vorgekommen sein mögen.

Das von dem pollensterilen Elter dieser Einzelpflanzenpaarungen 1953 geerntete Saatgut wurde im Herbst 1953 ausgesät. Die meisten Saatgutposten kamen Mitte September im Garten zur Aussaat (Nr. 121—168/53). Einige Posten, die wegen späterer Ernte erst spät zur Verfügung standen, wurden am 3. 11. 53 im Gewächshaus ausgesät (Nr. 181—186/53). Die getopften Jungpflanzen kamen Mitte Februar ins Frühbeet. Am 27. und 28. 3. 54 wurden alle Pflanzen in das freie Feld gepflanzt, um sie auf das Auftreten Pollensteriler hin zu untersuchen. Fast sämtliche Pflanzen kamen zum Blühen. Auch in diesen Nachkommenschaften von Einzelpflanzenpaarungen traten in derselben Weise zahlreiche Zwischenstufen zwischen den verschiedenen Sterilitätstypen auf, wie wir sie schon bei den S. 232 besprochenen Pflanzen der Aussaat 1/52 kennengelernt hatten, so daß eine eindeutige Klassifizierung nicht möglich war. Wie bei der Aussaat 1/52 haben wir die Pflanzen zusammengefaßt in absolut Sterile, Übergänge zwischen absolut Sterilen und Sterilen, Sterile, Semisterile und Normale. Einzelne Pflanzen blieben fraglich. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt, wobei die Übergänge zwischen „absolut Sterilen“ und „Sterilen“ zu den „Sterilen“ gezählt wurden. Wie zu erwarten war, fanden sich beträchtliche Unterschiede im Anteil der verschiedenen Sterilitätsklassen zwischen den einzelnen Nachkommenschaften, die, wenn wir hinsichtlich der die Sterilität kontrollierenden Gene bei allen pollensterilen Müttern Gleichheit voraussetzen (alle $S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$), die genetischen Unterschiede der Bestäuber anzeigen.

Auf der Basis der OWENSchen Interpretation sind, wenn die pollensterilen Mütter die Erbformel $S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$

Tabelle I

I	Gesamtzahl	Prozentualer Anteil an:					8	9
		absolut sterilen	sterilen	semi-sterilen	normalen	fraglichen		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Klwzl. E								
25007	97	8	79	10	0	3	0:100: 0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
25008	93	15	73	10	0	2	0:100: 0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
25011	15	0	87	13	0	0	0:100: 0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
25013	84	71	26	0	0	3	50: 50: 0	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
25014	30	70	23	3	0	4	50: 50: 0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
25016	94	15	71	11	1	2	0:100: 0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
25021	107	39	50	8	1	2	25: 50:25 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{+}$
Ø		31	59	8	0,3	2		
MariboN								
26001	96	40	50	9	0	1	50: 50: 0 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
26002	101	92	4	2	0	2	100: 0: 0	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$
26004	109	61	39	0	0	0	50: 50: 0	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
26008	100	71	25	4	0	0	50: 50: 0 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
26013	116	0	100	0	0	0	0:100: 0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
26017	97	53	45	0	2	0	50: 50: 0	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
26034	104	75	25	0	0	0	50: 50: 0 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
26040	104	3	94	3	0	0	0:100: 0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
Ø		49	48	2	0,2	0,4		
Beta								
242/53								
28002	92	16	57	24	0	3	25: 50:25	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{+}$
28004	92	6	53	35	4	2	0: 50:50	$\frac{ms_1}{+} \frac{+}{+}$ oder $\frac{+}{+} \frac{ms_2}{+}$
28005	95	21	38	37	3	1	25: 50:25 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{+}$
28007	90	42	56	0	0	2	50: 50: 0	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
28010	69	43	45	9	0	3	50: 50: 0	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
28012	6	17	66	0	0	17	0:100: 0 ?	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
28016	93	19	59	21	0	1	25: 50:25	$\frac{ms_1}{+} \frac{+}{+}$
28021	105	51	12	34	2	1	50: 50: 0 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
28023	127	94	4	0	0	2	100: 0: 0	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$
28027	7	14	29	57	0	0	?: ?: ?	
28028	24	87	13	0	0	0	100: 0: 0	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$
28030	89	46	12	33	9	0	50: 50: 0 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
28031	39	67	31	2	0	0	50: 50: 0 ?	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
28034	35	89	11	0	0	0	100: 0: 0	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$
28039	9	78	22	0	0	0	?: ?: ?	
Ø		46	34	17	1	2		

Tabelle 1 (Fortsetzung)

I	Gesamtzahl	Prozentualer Anteil an:					8	9
		absolut sterilen	sterilen	semi-sterilen	normalen	fraglichen		
Buszczynski CLR 29005	26	0	81	19	0	0	0:100:0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
29007	92	47	6	46	1	0	50:50:0?	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$
29009	54	44	48	8	0	0	50:50:0	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
29016	101	34	66	0	0	0	50:50:0?	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$
29017	75	5	55	40	0	0	0:50:50	$\frac{+}{+} \frac{+}{+}$ oder $\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$
29022	94	28	34	33	1	4	25:50:25	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{+}{+} \frac{+}{+}$
29035	106	46	22	31	1	0	50:50:0?	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$
29039	107	40	35	24	0	1	50:50:0?	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ oder $\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$
29040	24	4	17	79	0	0	0:50:50?	$\frac{+}{+} \frac{+}{+}$ oder $\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$
Ø		28	40	31	0,3	0,6		

besaßen, in den Nachkommenschaften folgende vier Idiotypen zu erwarten:

1: $S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$, 2: $S \frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$, 3: $S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$
 4: $S \frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{+}$.

Der erste Idiotyp bedingt nach OWEN stets den Typ der absolut Sterilen, der zweite und dritte Idiotyp den Typ der Sterilen, wobei aber eine beträchtliche Modifikationsbreite von absolut Sterilen bis zu Semisterilen vorkommen kann, und der vierte Idiotyp den Typ der Semisterilen, wobei die Modifikationsbreite von Sterilen bis zur Ausbildung von Antheren mit normalem Pollen reichen kann.

Für die beiden Loci ms_1 und ms_2 sind bei den Bestäubern die 9 in Tabelle 2 aufgeführten Allelenkombinationen möglich. Weiter ist in Tabelle 2 die Häufigkeit der drei Sterilitätstypen angegeben, die in den Nachkommenschaften aus Befruchtungen absolut Pollensteriler mit diesen Bestäubertypen zu erwarten sind. Wir haben nun versucht, auf der Basis der OWENSchen Interpretation Schlüsse in bezug auf den Genotypus der zu testenden Bestäuber zu ziehen. Zu diesem Zweck ist in Spalte 8 der Tabelle 1 das auf Grund des experimentellen Befundes wahrscheinlichste theoretische Verhältnis der drei Sterilitätstypen und in Spalte 9 der daraus zu erschießende Genotypus des Bestäubers angegeben.

Unklarheiten bestehen einmal wegen der Umweltlabilität der Pollensterilität, außerdem wegen möglicher Fehlbestäubungen. Immerhin ergibt sich in den meisten Fällen ein relativ klares Bild. Vermutlich ist die Ausprägung der Sterilität in gewissem Maße auch von der übrigen genetischen Konstitution der Pflanze abhängig. So fällt z. B. auf, daß in der Nachkommenschaft des Bestäubers 28030 bei 9% der Pflanzen normale Fertilität gefunden wurde. Nach der OWENSchen Deutung ist anzunehmen, daß es sich bei diesen um

Pflanzen mit dem Genotypus $\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{+}$ handelte, daß also in dieser Nachkommenschaft die Penetranz des Merkmals „Pollensterilität“ wegen der übrigen genetischen Konstitution eine geringere ist. Überhaupt hat es den Anschein, als ob in den Nachkommenschaften der Sorten Beta 242/53 und Buszczynski CLR die Expressivität und die Penetranz des Merkmals „Pollensterilität“ bei einem bestimmten Gehalt an den Allelen ms_1 und ms_2 geringer wäre als in den Nachkommenschaften der Sorten Kleinwanzelebener E und Maribo N. Möglicherweise könnte dieser Unter-

Tabelle 2

I	Genotyp des Bestäubers	Häufigkeiten der zu erwartenden Sterilitätstypen nach Bestäubung von $S \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ - Pflanzen		
		absolut steril	steril	semisteril
1	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$	100	—	—
2	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$	—	100	—
3	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{+}{+}$			
4	$\frac{+}{+} \frac{+}{+}$	—	—	100
5	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{ms_2}$	50	50	—
6	$\frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{+}$			
7	$\frac{ms_1}{+} \frac{+}{+}$	—	50	50
8	$\frac{+}{+} \frac{ms_2}{+}$			
9	$\frac{ms_1}{+} \frac{ms_2}{+}$	25	50	25

schied zwischen diesen Sorten damit zusammenhängen, daß es sich bei Beta 242/53 und Buszczynski CLR um \pm *Cercospora*-resistente Sorten handelt, die vermutlich aus relativ jungen Kreuzungen mit *Beta maritima* entwickelt worden sind.

4. Weiterzucht der getesteten normal Fertilen

Da diejenigen der auf ihren Gehalt an Sterilitäts- genen getesteten Pflanzen, die sich durch den Test als möglichst reich an solchen Sterilitätsgenen erwiesen haben, zur Gewinnung von Inzuchtlinien mit dem Idiotypus $N \frac{ms_1}{ms_1} \frac{ms_2}{ms_2}$ züchterisch weiter bearbeitet werden sollten, mußte versucht werden, von solchen Pflanzen geeignetes Saatgut zu gewinnen. Wegen der Selbststerilität und wegen der für die Samenbildung ungünstigen Bedingungen bei den zur Bestäubung der Pollensterilen unter die Pergamenttüten eingeführten Topfpflanzen erschien es von vornherein wenig aussichtsreich, von diesen Bestäubern Saatgut zu gewinnen. Deshalb wurden die Stecklinge, die getestet werden sollten, kloniert, so daß aus einem Steckling vier blühbare Pflanzen gewonnen wurden. Der erste Schnitt jedes Klones wurde in der Seite 233 beschriebenen Weise als Bestäuber für die pollensterile Mutterpflanze verwendet. Ein zweiter Schnitt jedes Klones wurde zusammen mit den zweiten Schnitten der übrigen Klone ins Freiland gepflanzt. Alle blühten zusammen ab und wurden einzelpflanzenweise geerntet. Wenn die als Bestäuber verwandten getopften ersten Schnitte ungenügend blühten, wurden übrigens einzelne Äste der kräftig entwickelten Blüten- triebe dieser ins Freiland gepflanzten zweiten Schnitte abgeschnitten und mit zur Bestäubung der isolierten Pollensterilen verwendet. Nachdem in 1954 die Nachkommenschaften der Paarungen zwischen Pollen- sterilen und den zu testenden Pflanzen auf die Häufigkeit der verschiedenen Sterilitätstypen untersucht worden sind, wird das von den besten Einzelpflanzen geerntete Saatgut aus der Sammelparzelle zu Steck- lingen ausgesät werden. 1956 können diese Pflanzen dann wiederum in Paarkreuzungen mit absolut Pollen- sterilen getestet werden.

Da für die in der Sammelparzelle abgeblühten Pflan- zen als Bestäuber sämtliche übrigen Pflanzen in Be- tracht kommen, beim männlichen Elter also keine An- reicherung an Sterilitätsgenen möglich war, wurde ein dritter und vierter Schnitt jedes Klones durch fort- gesetztes Zurückschneiden am Blühen verhindert und auf diese Weise versucht, diese Schnitte so lange vege- tativ am Leben zu erhalten, bis das Ergebnis der 1954 durchgeführten Nachkommenschaftsprüfungen der Paarungen mit Pollensterilen vorlag. 1955 sollen diese dritten und vierten Schnitte nun, soweit sie noch leben, in geeigneter Weise gepaart werden. Die aus diesen Paarungen hervorgehenden Nachkommen- schaften sind wieder auf den Gehalt an Sterilitäts- genen zu prüfen. Aus äußeren Gründen war es noch nicht möglich, das Schossen dieser dritten und vierten Schnitte in den Jahren 1953 und 1954 durch geeignete photothermische Behandlung zu verhindern. Über

das Ergebnis der Testungen dieser Nachkommen- schaften wird zu gegebener Zeit wieder berichtet werden.

5. Zusammenfassung

1. Es wurde die Nachkommenschaft pollensteriler, mit normal fertilen Pflanzen der Sorte Kleinwanz- lebener E bestäubter Zuckerrüben, deren Sterilität nach OWEN auf dem Zusammenwirken eines ab- weichenden Plasmons mit bestimmten Sterilitätsgenen beruht, auf das Auftreten Pollensteriler hin geprüft. In Bestätigung der Ergebnisse von OWEN wurden ver- schiedene Sterilitätstypen mit mannigfachen Über- gängen gefunden. (S. 232, Abb. 1). Insgesamt sind etwa 80–85% Pflanzen mit nicht entwickeltem oder nicht funktionsfähigem Pollen aufgetreten. Auch die Pollenfertilität fast aller übrigen Pflanzen ist einge- schränkt. Auf die sich aus diesem Befund ergebenden züchterischen Möglichkeiten wurde kurz hingewiesen.

2. Insgesamt 39 Einzelpflanzen der Sorten Klein- wanzlebener E, Maribo N, Sedlmayrs Beta 242/53 und Buszczynski CLR wurden auf das Auftreten der Pollen- sterilität in der Nachkommenschaft von Paarungen mit Pollensterilen geprüft (S. 234, Tab. 1). Auf der Basis der OWENSCHEN Interpretation dieser Pollen- sterilität wurde versucht, aus dem Ergebnis dieser Testungen auf den Gehalt der getesteten Pflanzen an Sterilitätsgenen zu schließen.

3. Durch vorherige Klonierung der zu testenden Pflanzen konnte Saatgut von diesen Pflanzen zur züchterischen Weiterbearbeitung mit dem Ziel ge- wonnen werden, 100%ig pollensterile Inzuchtlinien zu entwickeln.

Den an den mühsamen Untersuchungen beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bin ich zu großem Dank verpflichtet, vor allem Fräulein HEIDE HOFFMANN und Fräulein HILDEGARD WIEBALCK, die außer der allgemeinen technischen Betreuung des Materials auch die Durchfüh- rung der Paarungen und die Bestimmung des Sterilitäts- grades der verschiedenen Pflanzen durch mikroskopische Untersuchungen des Anthereninhaltes vorgenommen haben.

Literatur

1. MURPHY, A. M., et al.: Performance of three male- sterile sugar beet hybrids. 1950 Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol., p. 185–186 (1950).
2. OWEN, F. V.: Male sterility in sugar beets produced by complementary effects of cytoplasmic and mendelian inheritance. (Ab- stract). Amer. Jour. Bot. 29, 692 (1942a).
3. OWEN, F. V.: Inheritance of cross- and self-sterility and self-fertility in *Beta vulgaris*. Jour. Agr. Res. 64, 679–698 (1942b).
4. OWEN, F. V.: Cytoplasmatically inherited male steri- lity in sugar beets. Jour. Agr. Res. 71, 423–440 (1945).
5. OWEN, F. V.: Utilization of male sterility in breed- ing superior-yielding sugar beets. 1948. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol., p. 156–161 (1948).
6. OWEN, F. V.: Interpretation of cytoplasmatically inherited male sterility in sugar beets. Hereditas (Suppl.) 1949, 638 bis 639 (Abstr.) Proc. 8th Internat. Congr. Genet. Stock- holm 1948.
7. OWEN, F. V.: The sugar beet breeder's prob- lem of establishing male-sterile populations for hybridization purposes. 1950 Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol., p. 191–194 (1950).
8. OWEN, F. V.: Mendelian male sterility in sugar beets. 1952 Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol., p. 371–376 (1952).