

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Versuche zur Heterosiszüchtung bei Kohlrabi (*Brassica oleracea* L. var. *gongyloides* L.)\*

Von F. FABIG

Mit 4 Abbildungen

Eine der vordringlichsten Forderungen bei Frühjahrskohlrabi ist die Verbesserung der Frühzeitigkeit, ein Merkmal, an dessen Vervollkommenung ständig züchterisch gearbeitet wird. Die im Jahre 1903 eingeführte Sorte 'Prager weißer Treib' (oder auch nur 'Prager Treib' benannt) stellte einen beachtlichen Fortschritt in dieser Hinsicht dar.

Viele Jahre hindurch bemühten wir uns, durch Selektion die Frühzeitigkeit dieser Sorte zu verbessern, jedoch ohne Erfolg. Aus diesem Grunde wurde von uns der Versuch unternommen, durch Ausnutzung des Heterosiseffektes dieses Ziel zu verwirklichen. In den Untersuchungen wird ausschließlich die Wirkung des Heterosiseffektes auf die Eigenschaft Frühzeitigkeit berücksichtigt. Bei der züchterischen Bearbeitung des Materials wurde außerdem besonderer Wert auf die Eigenschaft Schoßfestigkeit gelegt.

Deutliche Heterosiseffekte konnten bereits bei anderen Kohlarten erzielt werden. So berichten CHIMICZ (1935) und UŠAKOWA (1958) über Heterosiswirkungen bei Kopfkohl; die Japaner NAKAGAWA, KAMIMURA, SATO und HENMI (1957a und 1957b) u. a. über positive Ergebnisse bei Chinakohl. ZEEVAART (1955) und JOHNSON (1959) erzielten günstige Effekte bei Rosenkohl hinsichtlich Winterfestigkeit bzw. Ertragsleistung. Die seit mehreren Jahren im Handel befindliche japanische Hybridsorte bei Rosenkohl 'Jade Cross' war in zahlreichen Vergleichsprüfungen allen anderen Sorten im Ertrag und in der Rosenqualität überlegen (ANONYM 1961).

### Material und Methode

In der Absicht, aus der Sorte 'Prager Treib' einen Typ zu selektieren, der neben gleicher oder verbesserter Frühzeitigkeit auch schoßfest ist, wurden acht Generationen hindurch Einzelpflanzen streng geselbstet.

Da Kohlrabi im Samenbau zweijährig ist, wird im ersten Jahr das Zuchtmaterial auf frühe Knollenbildung und Schoßfestigkeit unter den Anbauverhältnissen im Frühjahr geprüft sowie bei einer Herbstpflanzung aus den für die Weiterzucht bestimmten A-Stämmen die erforderlichen Einzelpflanzen ausgesät, die dann im zweiten Jahr zur Saatgutgewinnung herangezogen werden.

Für den Frühjahrsanbau wird Ende Februar in Schalen ausgesät. Die Sämlinge werden auf Handkästen pikiert, welche nach der Entwicklung des ersten Laubblattes ins Frühbeet gestellt und den Außenbedingungen ausgesetzt werden. Durch die Einwirkung niedriger Temperaturen, z. T. sogar geringer Frostgrade, wird die Schosserbildung ausgelöst, wie auch die Versuche von RÖSSGER (1947) gezeigt haben. Sobald die Jungpflanzen den Kälteschock überwunden haben

und wieder ein kräftiges Wachstum zeigen, wird ins Freiland ausgepflanzt. Ende Mai bis Anfang Juni ist die Entwicklung der Pflanzen so weit, daß eine Beurteilung auf Frühzeitigkeit und Schosserneigung erfolgen kann. Die wertvollsten A-Stämme werden notiert und damit ist der Anbau abgeschlossen, da die Weiterführung der Zuchtarbeit mit Pflanzen des Frühjahrsanbaues Schwierigkeiten bereitet, denn bei der Überwinterung faulen die Knollen fast restlos.

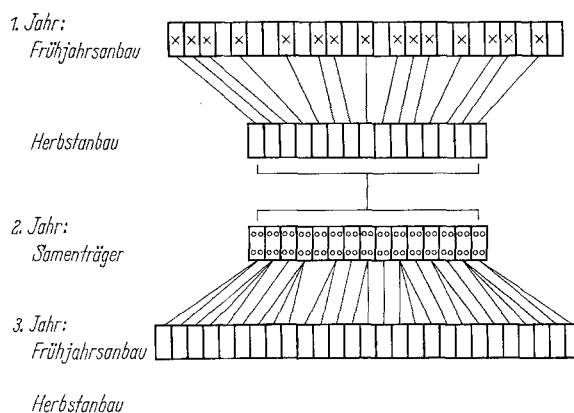


Abb. 1. Kohlrabi. — Zweijähriger Zuchtzyklus.

Aus diesem Grunde wird das Saatgut der zur Weiterzucht vorgesehenen A-Stämme zu einem späteren Termin, Anfang bis Mitte Juli, ausgesät, wobei auf das Restsaatgut der Februaraussaat zurückgegriffen wird. Im Oktober zeigen die Pflanzen eine solche Entwicklung, daß eine eindeutige Aussage über Ausgeglichenheit und Wuchstyp möglich ist, die Knollen erreichen einen Durchmesser von 4–6 cm. Diesem Anbau werden die Samenräger entnommen und im Frühbeet zur Überwinterung eingeschlagen.

Für die Saatguterzeugung werden die Samenräger im Januar in Isolierkabinen gepflanzt. Durch diesen frühen Pflanztermin blühen die Pflanzen schon im März und werden geselbstet, wobei jede Pflanze einzeln mit einem Pinsel bestäubt wird. Die Samenernte erfolgt im Juni, doch bleibt bei dieser Arbeitsweise das Saatgut bis zum Frühjahr des folgenden Jahres für die erneute Prüfung auf Frühzeitigkeit und Schosserneigung liegen.

Durch eine Umstellung der Arbeitsmethodik war es möglich, den Zuchtvorgang zu beschleunigen, indem der zjährige Zyklus auf ein Jahr reduziert wurde.

Hierbei wird nun mit dem Herbstanbau zur Samenrägergewinnung begonnen. Das im Juni geerntete Saatgut wird nicht bis zur Februaraussaat des folgenden Jahres überlagert, sondern sofort halbiert und eine Hälfte im Juli ausgesät. Die Behandlung der diesem Anbau entnommenen Samenräger sowie die Saatguterzeugung im folgenden Jahr wird wie oben beschrieben durchgeführt. Im Februar erfolgt wie üblich die An-

\* Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 51.

zucht der Pflanzen für die Prüfung auf Anbaueignung im Frühjahr mit dem Restsaatgut der vorjährigen Ernte. Von demselben A-Stamm stehen also jetzt gleichzeitig die Samenträger vom Herbstanbau in den Kabinen und die Jungpflanzen im Freiland, während bei der ersten Arbeitsweise der Anbau nacheinander erfolgte. Es werden jedoch nur von den A-Stämmen die Pflanzen zur Weiterzucht genommen, deren Geschwisterpflanzen im Frühjahrsanbau den gewünschten Anforderungen hinsichtlich Zeitigkeit und Schoßfestigkeit genügen. Dieses neue Arbeitsverfahren hat somit den großen Vorzug, daß die Züchtung jährlich eine Generation weitergeführt werden kann.

In den Abbildungen 1 und 2 sind beide Zuchtverfahren schematisch gegenübergestellt.

Im Verlaufe der achtjährigen Selbstungsarbeit erhielten wir morphologisch einheitliche Nachkommenschaften. Es war jedoch keine dabei, welche eindeutig früher als 'Prager Treib' war. Es wurden aber in stärkerem Maße Inzuchtdepressionen beobachtet, die sich neben deutlich späterer Knollenentwicklung besonders beim Wachstum der Samenträger auswirkten. Der Blütentrieb verzögerte sich stark, die Blütenanzahl war reduziert und demzufolge der Samenertrag niedrig. Auf Abbildung 3 sind inzuchtgeschädigte Samenträger nicht ingezüchteten gegenübergestellt.

Aus diesem morphologisch einheitlichen Material wurden für die Testkreuzungen die Stämme 1041, 1045 und 1181 ausgewählt, sowie der Stamm 1176, der in allen Kreuzungen als väterlicher Partner benutzt wurde.

Außerdem wurden einige Frühsorten, die als Frühkohlrabi besonders wertvoll sind, wie z. B. 'Wiesmoor weißer Treib', 'Roggli's Treib' und auch die Vergleichssorte 'Prager Treib' für die Kreuzungen ausgewählt, sie wurden gleichfalls mit dem St. 1176 auf Kombinationseignung getestet. Die zur Kreuzung bestimmten Pflanzen der Sorten wurden ohne Inzucht dem Aufwuchs des Vergleichssaatgutes entnommen.

Als Maßstab der Leistung wurde von uns der Knolldurchmesser gewählt, da wir von der Tatsache ausgegangen sind, daß die durchschnittliche Knollengröße ein Kriterium für die Frühzeitigkeit ist, je größer der Durchmesser zu einem bestimmten Zeitpunkt, desto früher die Sorte bzw. der Stamm.

Der Anbau des Versuches erfolgte im Frühjahr in der gleichen Weise wie die Anpflanzung der A-Stämme zur Prüfung auf Frühzeitigkeit und Schoßfestigkeit. Angelegt wurde er nach der Fisher Block-Methode in 4facher Wiederholung.

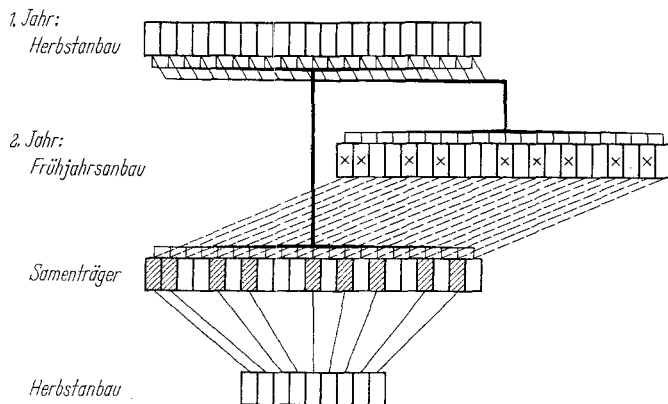


Abb. 2. Kohlrabi. — Einjähriger Zuchtzyklus.



Abb. 3. Inzuchtgeschädigte Samenträger (links) und nicht ingezüchtete Samenträger (rechts).

Die Auswertung wurde vorgenommen, wenn die Vergleichssorte 'Prager Treib' etwa 30% Knollen mit einem Mindestdurchmesser von 6 cm aufwies, da die Sortierungsvorschriften bei Frühjahrskohlrabi für die Größenklasse I diese Abmessung verlangen. Es wurden sämtliche Pflanzen der Parzellen aufgenommen und mit einer Schublehre der Knolldurchmesser festgestellt. Geplatze Knollen und solche Pflanzen, die einen nachweisbaren Schädlingsbefall, z. B. Kohlflye, aufwiesen, wurden verworfen. Es wurden also nur solche Knollen gemessen, die mit großer Wahrscheinlichkeit eine normale Wachstumsentwicklung zeigten.

Die Verrechnung der Versuche wurde wie folgt durchgeführt: Durch Klassenbildung wurde nach E. WEBER (1948) die durchschnittliche Knollengröße je Parzelle errechnet sowie die Streuung und der mittlere Fehler festgehalten. Durch Mittelwertvergleich mit einseitiger Fragestellung wurden die Größen mit Hilfe des t-Testes ausgewertet.

## Ergebnisse

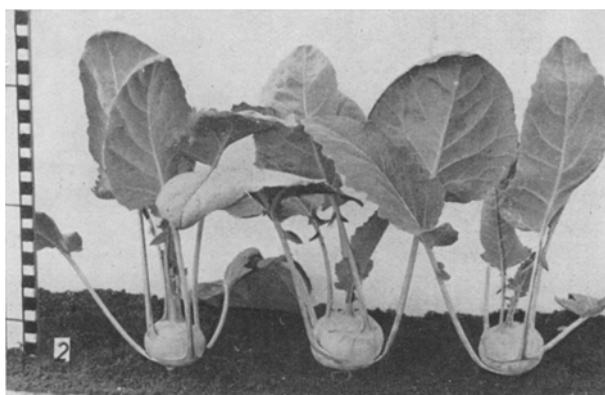
Der Knolldurchmesser der zu den Kreuzungen herangezogenen Stämme schwankt zwischen 4,8 bis 5,2 cm (Tab. 1). Nur der Stamm 1045 erreicht die gleiche Leistung wie die Vergleichssorte, alle übrigen Stämme weisen einen geringeren Durchmesser auf. Sie sind somit in ihrer Entwicklung später. Die Sorten 'Wiesmoor weißer Treib' und auch 'Roggli's Treib' mit 5,6 bzw. 5,5 cm sind der Vergleichssorte 'Prager Treib' überlegen, beide Neuzüchtungen sind also früher erntefähig.

Die Kreuzungen der Stämme 1041, 1045 und 1181 mit dem Stamm 1176 ergaben in allen Fällen und in jedem Jahr deutliche Heterosiseffekte. Abbildung 4 zeigt einen F<sub>1</sub>-Bastard zwischen den Kreuzungspartnern Stamm 1041 und St. 1176 zur Zeit der Auswertung. Es wurden Werte zwischen 5,7—6,1 cm erreicht.

Tabelle 1. Versuchsergebnisse der Jahre 1958–1960.

Eltern	Mittlerer Knollen- durchmesser in cm	Relative Leistung in %	Bastarde	Mittlerer Knollen- durchmesser in cm	Relative Leistung in %	Signifikanz in P% zu		
						mütterl. Partner	väterl. Partner	Prager Treib
Prager Treib	5,2	100			100			
Vergleichssorte								
St. 1176, Vaterstamm	5,0	96						
St. 1041	5,1	98	St. 1041 × St. 1176	6,1	117	<0,1	<0,1	<0,1
St. 1045	5,2	100	St. 1045 × St. 1176	5,9	113	<0,1	<0,1	0,1
St. 1181	4,8	92	St. 1181 × St. 1176	5,7	110	<0,1	<0,1	1,6
Prager Treib	5,2	100	Prager Treib × St. 1176	6,8	131	<0,1	<0,1	—
Wiesmoor weißer Treib	5,6	108	Wiesmoor Treib × St. 1176	6,5	125	<0,1	<0,1	<0,1
Roggli's Treib	5,5	106	Roggli's Treib × St. 1176	6,2	119	0,2	<0,1	<0,1

Wird die Leistung von 'Prager Treib' gleich 100% gesetzt, so erreicht die Kreuzung St. 1041 × St. 1176 117%, die Kreuzung St. 1045 × St. 1176 113% und die Kreuzung St. 1181 × St. 1176 110%. Die Leistungen der Hybriden der Stammeskreuzungen sind in jedem Jahr und in allen Kombinationen den Eltern und auch der Vergleichssorte signifikant überlegen.

Abb. 4. F<sub>1</sub>-Bastard zwischen den Kreuzungspartnern, links St. 1041, rechts St. 1176.

Besonders eindrucksvoll waren die Ergebnisse der Kreuzungen 'Prager Treib', 'Wiesmoor weißer Treib' und 'Roggli's Treib' mit dem Stamm 1176. Alle Kombinationen ergaben sehr gute Heterosiseffekte. Die Ergebnisse waren wesentlich besser als bei den Stammeskreuzungen. Die Vergleichssorte 'Prager Treib' wurde bei der besten Kombination 'Prager Treib' × St. 1176 mit 131% übertroffen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt und zeigen in allen drei Kreuzungsbeispielen eine eindeutige Signifikanz zu den Eltern und zur Vergleichssorte.

Vergleicht man nun die Ergebnisse der Stammeskreuzungen mit denen der Sortenkreuzungen, so ist eine beachtliche Leistungssteigerung durch die Sortenkreuzungen festzustellen. Die Kreuzungen 'Wiesmoor weißer Treib' × St. 1176 und 'Prager Treib' × St. 1176 sind den Stammeskreuzungen signifikant überlegen. Die Kreuzung 'Roggli's Treib' × St. 1176 ist bis auf eine Ausnahme nur als gleichwertig anzusehen (Tab. 2).

Bei der Betrachtung der Ergebnisse lassen sich die untersuchten Sorten, Stämme und Kreuzungen entsprechend ihrer Leistung in vier Gruppen einteilen.

1. Die Ausgangssorte 'Prager Treib' sowie die aus ihr entwickelten, ingezüchteten Stämme mit z. T. schwächerer Leistung.

2. Die seit etwa 10–15 Jahren im Handel befindlichen Sorten 'Wiesmoor weißer Treib' und 'Roggli's Treib'. Beide Sorten weisen einen besseren Knolldurchmesser als die Sorte 'Prager Treib' auf, sie sind somit leistungsstärker und dadurch in der Entwicklung früher.

3. Durch die Stammeskreuzungen wurden bei den Hybriden Heterosiseffekte erzielt, die eine signifikante Überlegenheit gegenüber den Eltern und der Vergleichssorte ergaben und auch noch die Leistungen der neuen Sorten 'Wiesmoor weißer Treib' und 'Roggli's Treib' übertrafen.

4. Die Kreuzung nicht ingezüchteter Sorten, wie 'Wiesmoor weißer Treib' und 'Prager Treib' mit dem Stamm 1176 ergab eine weitere Leistungssteigerung. Die Hybriden aus diesen Kombinationen überboten beachtlich die Werte der Stammeskreuzungen und erreichten gegenüber der Sorte 'Prager Treib' eine Steigerung um 31%.

### Zusammenfassung

Eine Verbesserung der Frühzeitigkeit der Sorte 'Prager weißer Treib' durch Selektion war nicht möglich.

Durch langjährige Selbstung konnten morphologisch einheitliche, z. T. inzuchtgeschädigte Stämme entwickelt werden.

Durch Kreuzung dieser Stämme untereinander konnten Heterosiseffekte erzielt werden, die signifikant über der Leistung der Vergleichssorte lagen.

Die Kreuzungen mit Sorten ergaben Heterosiseffekte, die die Leistungen der Stammeskreuzungen signifikant übertrafen.

Eine Steigerung der Frühzeitigkeit unter Ausnutzung des Heterosiseffektes konnte nachgewiesen werden.

Tabelle 2. Versuchsergebnisse der Jahre 1958–1960.

Sortenkreuzungen	Mittlerer Knollen- durchmesser in cm	Signifikanz in P% zu den Stammeskreuzungen		
		St. 1041 × St. 1176	St. 1045 × St. 1176	St. 1181 × St. 1176
		6,1	5,9	5,7
Prager Treib × St. 1176	6,8	<0,1	<0,1	<0,1
Wiesmoor weißer Treib × St. 1176	6,5	2,1	0,2	<0,1
Roggli's Treib × St. 1176	6,2	61,8	19,3	2,8

Für die sorgfältige Betreuung und Auswertung der Versuche möchte ich an dieser Stelle der technischen Assistentin Frl. M. Nowak besonders danken.

#### Literatur

1. ANONYM: Blick über die Grenzen. Zbl. f. d. Dtsch. Erwerbsgartenbau 13, Nr. 3 (1961). — 2. CHIMICZ, R. E.: Heterosis bei Kohl. Selkhogiz, Moskau, 63—72 (1935). Ref.: Z. f. Pflanzenz. 21, 240 (1937). — 3. JOHNSON, A. G.: Neue Zuchtmethoden für Rosenkohl. NAAS quart. Rev. 11, 53—59 (1959). Ref.: Pl. Breed. Abstr. 30, 3270 (1960). — 4. NAKAGAWA, H., S. KAMIMURA, and I. SATO: Studies on breeding *Brassica pekinensis*. I. Hybrid vigour in varietal and strain crosses (jap.). Tohoku Nogyo Shikenjo Kenkyu Hokoku 4, 133 (1955). Ref.: Pl. Breed. Abstr. 27, 3514 (1957). — 5. NAKAGAWA, H., S. KAMIMURA, I. SATO and

S. HENMI: Studies on chinese cabbage breeding. II. The extent of hybrid vigour in  $F_1$  hybrids resulted from crosses between self-incompatible strains. J. horticult. Ass. Japan 26, 163—170 (1957a). Auszug: engl. — 6. NAKAGAWA, H., S. KAMIMURA, I. SATO and S. HENMI: The combining ability of cabbage varieties and strains. Ikushugaku Zasshi 7, 66—75 (1957b). Ref.: Pl. Breed. Abstr. 28, 3470 (1958). — 7. RÖSSGER, W.: Niedere Anzuchttemperatur als Ursache der Schosserbildung bei Kohlrabi. Züchter 17/18, 121—146 (1947). 8. UŠAKOWA, E. I.: The production of hybrid seed of vegetables and cucurbits. Selekcija i Semenovodstvo 1958, 22—26. Ref.: Pl. Breed. Abstr. 29, 3185 (1959). — 9. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. Jena: Gustav Fischer 1948. — 10. ZEEVAART, J. A. D.: Heterosis in Brussels sprouts, especially with reference to cold resistance. Euphytica 4, 127—132 (1955).

Aus der Bundesanstalt für Tabakforschung Forchheim

## Die Aktivität der Polyphenoloxydase als Erbmerkmal und ihre Beziehung zur genetisch bedingten Krankheitsdisposition beim Tabak

Von G. KOELLE

In einer vorhergehenden Arbeit war gezeigt worden, daß eine Y-Virus-anfällige Tabaksorte vor dem Krankheitsbefall eine geringere Aktivität ihrer Polyphenoloxydase besaß als die resistente Vergleichssorte (KOELLE u. WAHL 1962). Das dominante Merkmal der Y-Virus-Anfälligkeit kam dabei mit der geringeren Fermentaktivität zusammen in der Pflanze vor. Diese Tatsache ließ es sehr fraglich erscheinen, ob die Polyphenoloxydase-Aktivität etwas mit der genetischen Disposition für Y-Virus direkt zu tun hat.

Die vorliegenden Versuche befassen sich mit weiteren Fragen dieses Fragenkomplexes, und zwar einmal damit, ob die Polyphenoloxydase-Aktivität selbst ein sortentypisches Merkmal darstellt, und zweitens, ob und in welcher Art ein Zusammenhang zwischen der Polyphenoloxydase-Aktivität und dem Merkmal der Anfälligkeit für *Peronospora tabacina* und für Y-Virus besteht.

Der Tabak stellt für solche Fragen ein sehr günstiges Versuchsobjekt dar, weil in seiner Unzahl von Sorten eine ganze Serie von Abstufungen in der Krankheitsdisposition vorliegt, diese Sorten sich leicht kreuzen lassen und weil der Unterschied in der Krankheitsdisposition zwischen zwei Sorten in den bis jetzt untersuchten Fällen sich auf den Unterschied in wenigen Genorten zurückführen ließ (KOELLE 1958 und 1961).

#### Material und Methode

Die Untersuchungen auf Polyphenoloxydase (PPO)-Aktivität geschahen von Juli bis September 1962 an mehreren Tabaksorten und  $F_1$ -Kreuzungen. Dabei kamen mir die im Rahmen der Resistenzzüchtung hier unternommenen Versuche insofern sehr zugute, als je eine  $F_1$ -Generation mit den beiden Elternsorten auf kleinen Parzellen nahe beieinander standen und damit verschiedene Umwelteinflüsse weitgehend ausgeschaltet waren.

Die Untersuchungen selbst geschahen an frischen Blattausschnitten nach der schon an anderer Stelle beschriebenen Methode (s. KOELLE u. WAHL 1962).

An jedem Versuchstag wurden je 5—8 aufeinanderfolgende Blätter je einer  $F_1$ -Pflanze und ihrer beiden Elternsorten auf ihre PPO-Aktivität geprüft, d. h. je Tag bis zu 24 Einzelproben. In den Tabellen ist nur der Durchschnitt aus den Einzelblattwerten einer Pflanze angegeben. Wenn keine Werte für eine  $F_1$  angegeben sind, so war hier eine  $F_1$  wenigstens in unmittelbarer Nähe auf dem Felde nicht vorhanden. Selbstverständlich wurden nur solche Pflanzen für eine Untersuchung herangezogen, die noch keinerlei Krankheitssymptome hatten.

Die Angaben über Anfälligkeit oder Resistenz einer Sorte gegen *Peronospora* und Y-Virus entsprechen den allgemein gewonnenen Erfahrungen mehrerer Jahre.

#### Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen 1—3 zusammengestellt. Betrachten wir zunächst Tabelle 1. Die Sorte Hicks Lea ist stark anfällig für Y-Virus, aber hochgradig resistent gegen *Peronospora*. Die Mutante (eine Virgin A-Mutante, s. KOELLE 1961) ist umgekehrt hochgradig resistent gegen Y-Virus, aber stark anfällig für *Peronospora*. Die PPO-Aktivität lag bei der Mutante an allen Versuchstagen höher als bei Hicks Lea.

Tabelle 1. Durchschnittliche Meßwerte der PPO-Aktivität von Pflanzen aus Hicks Lea, Mutante und ihrer  $F_1$ .

	Hicks Lea <i>Peronosp.</i> -resist. Y-Virus-anfällig	$F_1$	Mutante <i>Peronosp.</i> -anfällig Y-Virus-resistent
13. Juli	0,10	0,05	0,58
14. Juli	0,22	0,23	0,26
18. Juli	0,25	0,36	0,59
19. Juli	0,26	0,43	0,70
20. Juli	0,27	0,21	0,71
23. Juli	0,25	0,28	0,79
25. Juli	0,26	0,40	1,19
27. Juli	0,33	0,35	1,10
30. Juli	0,42	0,34	0,75
10. August	0,25	0,27	0,93
13. August	0,50	0,52	1,03
4. Sept.	0,46	0,52	1,40
24. Sept.	0,59	0,67	1,74
25. Sept.	0,91	1,28	2,21