

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, Müncheberg/Mark.)

Die Züchtung senfölfreier Stoppelrüben (*Brassica Rapa* var. *rapifera* METZGER).

Von **Otto Schröck**.

I. Methode zur Massenauslese auf Senfölfreiheit.

Auf Anregung von Professor Dr. RUDOLF wurde im Jahre 1936 damit begonnen, aus verschiedenen Stoppelrübenherkünften und -sorten durch Auslese senfölarmer oder möglichst senfölfreie Stoppelrüben zu züchten, die auch bei Verfütterung in größeren Mengen nicht mehr die unangenehmen und schädigenden Wirkungen zeigen.

Als Zwischenfrucht-Futterpflanze spielt die Stoppelrübe, auch Wasser- oder Herbstrübe genannt, in Süd- und Westdeutschland eine Rolle. Als Hauptfrucht wird sie in Deutschland im allgemeinen nur selten angebaut, da ihr hier die übrigen Rübenarten hinsichtlich des Ertrages und des Futterwertes weit überlegen sind. Dagegen in den nördlichen und östlichen Gebieten Großbritanniens ist der Anbau der Stoppelrübe (turnips) als Hauptfrucht weit verbreitet. Infolge ihrer kurzen Vegetationsperiode vermag sie sogar in die nördlichen Gebiete Norwegens und bis nach Island vorzudringen und auch noch hinreichende Erträge zu liefern.

Seit die Futterknappheit dazu zwang, den Zwischenfruchtfutterbau allgemein durchzuführen, hat die Stoppelrübe eine erhöhte Bedeutung erlangt, da sie sichere und hohe Ernten zu bringen vermag. Wegen ihres hohen Wassergehaltes — Stoppelrübe 91,5%, Kohlrübe 88,2% und Runkelrübe 88% Wasser — gehören jedoch größere Mengen dazu, um das Vieh mit genügend Nährstoffen zu versorgen. Einer erhöhten Verfütterung der Stoppelrübe wird aber ebenso wie der Verfütterung von Rapskuchen dadurch ein Ziel gesetzt, daß bei zu hohen Gaben die Milch und ihre Veredelungsprodukte einen unangenehmen, bitteren Geschmack annehmen. Es hat sich weiter gezeigt, daß das Vieh, wenn es an den Genuß der Stoppelrüben nicht gewöhnt ist, sie zunächst nur ungerne frißt.

Für diese Erscheinungen werden seit langem hauptsächlich die Senföle verantwortlich gemacht, die in den meisten Vertretern der Cruciferen zu finden sind und ihren charakteristischen Geruch und Geschmack bedingen.

Soweit die Senföle flüchtige Öle sind, lassen sie sich mit Wasserdampf aus dem Pflanzenmaterial verflüchtigen. In reinem Zustand sind

sie farblos und besitzen einen stechenden Geruch. Auf die Schleimhäute wirken sie reizend und ziehen auf der Haut Blasen. Chemisch sind die Senföle gegenüber den mit ihnen häufig zusammen auftretenden Lauchölen durch ihren gleichzeitigen Gehalt an Schwefel und Stickstoff ausgezeichnet. Die Stoppelrübe enthält neben unbekanntem Ölen in größerer Menge Phenyläthylsenföl (C_9H_9NS), das außer in der Stoppelrübe in *Barbarea praecox*, *Nasturtium officinale*, *Reseda odorata* und *Cochlearia armoracia* gefunden wird. In den Pflanzen kommen die Senföle nicht in freiem Zustande vor, sondern sind an Traubenzucker und Schwefelsäure gebunden. Diese glucosidischen Verbindungen der Senföle werden unter dem Namen Senfölglicosinapide zusammengefaßt. Das Glucosid des Phenyläthylsenföles wird im besonderen wegen seines Vorkommens in *Nasturtium officinale* als Gluconasturtiin bezeichnet. Neben den Senfölglicosiden enthalten die meisten Pflanzen in besonderen Zellen ein Enzymsystem, das als Myrosin oder besser als Myrosinase bezeichnet wird und aus einer Senfölglicosidosulfatase und einer Glucosidase besteht. Erst nach Zerstörung des Zellverbandes ist ein Zusammentreffen der Enzyme mit den Glucosiden möglich, und in Gegenwart von Wasser werden diese in ihre Bestandteile gespalten. Hinsichtlich weiterer Einzelheiten über die Senföle sei auf die umfassende Literaturzusammenstellung von H. SCHMALFUSS und H. P. MÜLLER (3) hingewiesen.

Die Untersuchung der Stoppelrüben auf ihren Senfölgelhalt mußte mittels eines Verfahrens geschehen, das es ermöglicht, schnell große Rübenmengen zu untersuchen. Es war daher nicht angängig, das Senföl erst durch Destillation aus den Rüben zu isolieren und dann nachzuweisen, wie es bei der quantitativen Bestimmung der Senföle bisher üblich ist. Das Senföl mußte vielmehr in ganzen Gewebestücken und schon in geringer Menge nachgewiesen werden können, damit die Pflanzen durch die Entnahme der Probestücke nicht zu sehr geschädigt wurden und zur Samengewinnung weiter kultiviert werden konnten.

Der Nachweis der Senföle kann auf verschiedene Weise geführt werden. Man kann sie einmal mit alkoholischem Ammoniak in ihre zugehörigen Thioharnstoffe überführen, die sich schnell bilden und leicht durch ihre Schmelzpunkte identifizieren lassen. Andererseits bilden die Senföle bei Behandlung mit ammoniakalisch-alkoholischer Silberlösung einen schwarzen Niederschlag von Schwefelsilber. Dieser letztere Weg schien für die Ausarbeitung einer schnell arbeitenden Massenmethode am geeignetsten zu sein, da durch den schwarzen Schwefelsilber-niederschlag eine deutliche Verfärbung des Rübengewebes bei Gegenwart von Senfölen möglich sein mußte.

Es wurden zunächst Untersuchungen über die Reaktionsweise des aus Stoppelrüben durch Destillation erhaltenen Senföles auf die Behandlung mit ammoniakalisch-alkoholischer Silbernitratlösung gemacht. Ein Niederschlag von Schwefelsilber konnte nicht beobachtet werden, auch ganze Rübenstücke zeigten nach Einbringen in die Lösung keinerlei Verfärbung. Ein deutlicher schwarzer Niederschlag konnte dagegen bei Verwendung einer wässrig-ammoniakalischen Lösung statt der alkoholischen erzielt werden; ganze Rübenstücke wurden in der wässrigen Lösung auch deutlich schwarz gefärbt. Vergleichende Untersuchungen an Zuckerrüben, die keine Senföle enthalten, zeigten, daß sie bei Behandlung mit wässrig-ammoniakalischer Silbernitratlösung nicht schwarz gefärbt wurden.

Die Verfärbung der Stoppelrübenstücke erfolgt ziemlich schnell. Schon nach 20 Minuten sind die Stücke fast schwarz, und zwar wird die Rinde, in der nach den Angaben von GUIGNARD (2) die Senfölglycoside besonders reichlich vorkommen, zuerst und am stärksten verfärbt, während die Gewebe des Zentralzylinders ihrem geringen Senfölgelhalt entsprechend nur langsam und schwach sich verfärben.

Da die Silbersulfidfällung bei Behandlung reinen Stoppelrübensenföles und auch ganzer Gewebestücke mit wässrig-ammoniakalischer Silbernitratlösung schnell und eindeutig erfolgt, ist es möglich, auf ihr ein Verfahren zur Massenauslese auf senfölfreie Rüben aufzubauen. Auf Grund der verschiedenen Färbungsintensitäten lassen sich sogar Rüben mit verschieden hohem Senfölgelhalt unterscheiden, wie ja auch die stark senföhlaltige Rindenschicht von dem senfölarmeren Gewebe des Zentralzylinders deutlich

zu unterscheiden ist. Bei der Behandlung der Rübenstücke mit der Silbernitratlösung ist zu beachten, daß Silbernitrat bei Berührung mit organischen Stoffen, die Chlor enthalten, Silberchlorid bildet, das am Licht zu metallischem Silber reduziert wird. Daher wurden bei den Untersuchungen die Proben immer in der Dunkelkammer in die Lösung eingelegt, und nur die Feststellung der Reaktion erfolgte am Tageslicht. Im einzelnen wurden die Untersuchungen folgendermaßen durchgeführt: aus dem Rübenhals wurden mit einem geeigneten Spatel prismatische Stücke von 1—2 cm Länge und 1 cm Dicke herausgeschnitten, einzeln in Reagensgläser getan und im Dunklen dann mit je 3 ccm Silbernitratlösung übergossen. Die verwendete Silbernitratlösung war 1%ig. Nach 30 Minuten wurden die Proben auf ihren Färbungsgrad hin durchgesehen. Auf diese Weise können 2 Personen an einem Tage 800—900 Rüben auf ihren Senfölgelhalt hin untersuchen.

Grundsätzlich lasen wir nur solche Rüben aus, die keine Reaktion gegeben hatten. Es ist nämlich über die Abhängigkeit des Senfölgelhaltes von Umwelteinflüssen noch sehr wenig bekannt. GOLDONI (1) und WESTER (4) aber beobachteten, daß durch Düngung mit Schwefel-, Stickstoff-, Phosphor- oder Kaliumverbindungen der Senfölgelhalt erhöht wird.

Es gelang uns, mit Hilfe der beschriebenen Methode 6 Stoppelrüben zu isolieren, die auch bei mehrfach wiederholten Untersuchungen sich immer wieder als senfölfrei erwiesen. Auch im Geschmack unterschieden sie sich deutlich von senföhlaltigen Rüben. Zur Zeit werden an Kreuzungsnachkommenschaften dieser senfölfreien Stoppelrüben mit senföhlaltigen Untersuchungen über den Erbgang des Senfölgelhaltes durchgeführt. Spätere Untersuchungen werden sich der von ROCHLIN (5) aufgeworfenen Frage nach der Beziehung zwischen dem Senfölgelhalt und der Widerstandsfähigkeit gegenüber *Plasmodiophora brassicae* zuwenden.

Literatur.

1. GOLDONI, R.: Riv. It. delle essence 5, 87, (1923).
2. GUIGNARD: Compt. rend. 1890, III, 249, 920.
3. SCHMALFUSS, H., u. H. P. MÜLLER: Forschungsdienst 6, 83—94 (1938); dort siehe weitere Literatur.
4. WESTER, D.: Ber. dtsh. pharmaz. Ges. 24, 123 (1914).
5. ROCHLIN, E.: Phytopathologische Z. 5, 381 bis 406 (1933).