

wuchsneigung des Weizens. Z. f. Acker- u. Pflanzenb. **122**, 297–313 (1965). — 3. BISKUPSKIJ, M. M.: Zavismost' prodolžitel'nosti mosleuboročnogo dozreranija semjan ozimych pšenic ot uslovij vyrašćivaniya. Vestnik s.-ch. nauki **11**, 105–107 (1965). — 4. BOLLING, H., u. F. SPRINGER: Auswuchsgradbestimmungen bei Getreide. Ernährungsdienst **20**, 108 (1965). — 5. BOURDET, A.: L'activité alpha-amylasique des Blés seigle et germés. Techn. Measure **94**, 3–10 (1964). — 6. FEEKES, W.: De neiging tot schot van een Zestigal in Nederland in de praktijk verbouwde of in beproeving zijnde tarwerassen. Verslagen Techn. Tarwe Commissie, deel XI, Groningen **211–237** (1938). — 7. FREISTEDT, P.: Neue Zielsetzungen in der Gerstenzüchtung. Z. f. Züchtg. Reihe A: Pflanzenzüchtg. **20**, 169–209 (1935). — 8. HÄNSEL, H.: Bepaling van de schotresistentie van tarwe door middel van kieming in zand. Jaarboekje Stichting voor Coördinatie van Cultuur en Onderzoek van Broodgraan, Wageningen **5**, 31–36 (1955). — 9. HECKEL, R.: Ermittlung einer Qualitätszahl für Roggen. Lebensm. Ind., Leipzig, **13**, 50–54 (1966). — 10. LEMMERZAHN, J.: Neue Methode zur Erkennung von Auswuchsschäden. Mühle **92**, 443 (1955). — 11. LOCHOW, J. von: Versuche über Auswuchsfestigkeit von Weizen. Agri Hortique Genetica **10**, 113–140 (1952). — 12. MAES, E.: Vergleichende Versuche mit der Fallzahlmethode von Hagberg und der Dextrinwertmethode von Lemmerzahn. Getreide u. Mehl **2**, 23–24 (1963). — 13. MÜLLER, H. W.: Größere Ertragssicherheit durch den Anbau auswuchsfester Getreidesorten. Die Deutsche Landwirtsch. **8**, 76–80 (1957). — 14. NARZISS, L., und G. FRIEDRICH: Untersuchungen über den Gehalt

an präexistierenden Enzymen bei verschiedenen Roggensorten der Ernte 1965 sowie über die Steigerung der Enzymaktivität während der Keimung. Brauwissenschaft **19**, 401–414 (1966). — 15. OLERED, R.: Eine kinetische Methode zur Bestimmung der  $\alpha$ -Amylaseaktivität in Brotgetreide. Getreide und Mehl **9**, 49–52 (1959). — 16. OLERED, R.: Falltalsmethoden. Sver. Utsädesfören. Tidskr. **74**, 24–40 (1964). — 17. PERTEN, H.: Über die Amylaseaktivität in Getreide und Mehl; Bestimmung der „Fallzahl“. Getreide und Mehl **12**, 37–42 (1962). — 18. ROEMER, TH., und W. RUDOLF: Handbuch d. Pflanzenzüchtung (1959) Bd. 2, S. 25–27. Berlin u. Hamburg: Parey-Verlag 1959. — 19. SCHMIDT, E.: Experimentelle Untersuchungen über die Auswuchsneigung und Keimreife als Sorteneigenschaften des Getreides. Angew. Botanik **16**, 10–50 (1934). — 20. SCHNEEWEISS, R., und H. HERMES: Die Bestimmung des Auswuchsgrades mit Hilfe der Fallzahlmethode nach Hagberg. IGV-Mitteilungen **1**, 35–37 (1965). — 21. SCHNEEWEISS, R., u. G. CZUDNICHOWSKI: Die Qualitätsbewertung von Getreide auf der Grundlage der Fallzahlmethode nach Hagberg. IGV-Mitteilungen **1**, 33–34 (1965). — 22. STEPHAN, H.: Über die Beziehung zwischen Fallzahl und Backfähigkeit bei Roggenmehlen u. Roggen-Weizen-Mehlmischungen. Brot und Gebäck **20**, 163–167 (1966). — 23. SVENSSON, G., und G. LAGERSTRÖM: Bestimmung der Auswuchsresistenz bei Weizen, Gerste und Hafer. Agri Hortique Genetica, Landskrona, **24**, 11–47 (1966). — 24. WEL-LINGTON, P. S.: A method for assessing premature germination in the ear in wheat. Proc. Intern. Seed Testing Assoc. **18**, 232–238 (1953).

## Überempfindlichkeit gegen das S-Virus der Kartoffel in einem bolivianischen *Andigena*-Klon

MARIA-LUISE BAERECKE

Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Köln-Vogelsang

### Hypersensitivity to the S-Virus of Potato in a Bolivian *Andigena* Clone

**Summary.** 1. The clone P. I. 258 907 of *S. tuberosum*, subspec. *andigena* provokes a hypersensitive reaction to virus S. The origin of the clone is the Bolivian variety "huaca ñahui". Grafting S-carrying scions results in top-necrosis while trials with sap transmission fail to show any visible reaction in the leaf or multiplication of the virus. The clone also possesses high resistance to virus M.

2. The inheritance of hypersensitivity to virus S was tested in 3 combinations between the *Andigena*-clone and different susceptible partners on a total of 173 plants. 46.2% of the progeny were hypersensitive. This points to monogenic dominant inheritance. It is suggested that the gene for necrotic reaction to virus S be named Ns.

3. 679 plants of the progeny from Saco (S-field resistant)  $\times$  *Andigena* (S-hypersensitive) were tested. Compared with the expected 1:1 segregation the results give a significant surplus of hypersensitive plants. Following sap inoculation of very young seedlings the percentage of virus-free plants also was higher than expected. Difficulties for breeding programs resulting from the combination of two different forms of resistance are discussed.

Infolge der sehr starken Verseuchung der europäischen Kartoffelsorten mit dem S-Virus ist die Züchtung S-resistenter Sorten wichtig geworden, nicht so sehr, weil das Virus den Ertrag senkt, sondern weil die Sorge für S-freies Saatgut eine zusätzliche Erschwernis der Erhaltungszüchtung mit sich bringt. Nur mit einem erheblichen finanziellen Aufwand bei Testung und Anbau läßt sich S-freies Ausgangsmaterial unter dem gegebenen starken Infek-

tionsdruck herstellen. Resistente Sorten würden diese Ausgaben fast vollständig überflüssig machen. Um sie zu schaffen, müssen die am besten geeigneten Resistenzquellen gesucht werden.

Sieht man von einer mehr oder weniger ausgeprägten Widerstandsfähigkeit im normalen Feldbestand bei einigen Sorten ab, so ist hochgradige Resistenz gegen das S-Virus bisher nur von der amerikanischen Sorte Saco bekannt. Der hier vorliegende Resistenztyp ist zunächst als Immunität beschrieben worden (BAGNALL et al. 1956). Nach neueren Ergebnissen (BAGNALL 1965, BAERECKE 1967) vermehrt sich das Virus jedoch bei langdauernden Pfropfinfektionen in Saco und läßt sich in der Knollennachkommenschaft nachweisen. Doch ist es nie gelungen, das Virus durch Blatteinreibung in Saco zur Vermehrung zu bringen. Auch im Feldbestand ist Saco niemals spontan infiziert worden. Die Saco-Resistenz wird daher am besten als hohe Infektionsresistenz bezeichnet. Ihre Vererbung auf die  $F_1$ -Nachkommenschaft in Kreuzungen mit anfälligem Material ist ungünstig. Bei eigenen Versuchen traten in der  $F_1$  nur 10–13%, in denen von BAGNALL und YOUNG (1960) 18% und in solchen der Schottischen Pflanzenzüchtungsstation (ANON. 1964) keine Formen mit Saco-Resistenz auf. Man würde also bei der Benutzung von Saco als Kreuzungselter nur langsam vorankommen, wobei es fraglich bleibt, ob der Resistenzgrad nach zwei Kreuzungsschritten mit anfälligen Sorten noch der gleiche wie zu Beginn wäre.

Daher suchten wir nach einer besseren Ausgangsform für die S-Resistenz. Unter den Wildarten ist bisher keine resistente Art bekannt geworden (MACARTHUR 1956). Dagegen zeigte eine indianische Kulturform von *S. tuberosum* subsp. *andigena* eine Überempfindlichkeitsreaktion. Hierüber und über das Erbverhalten in der ersten Kreuzungsgeneration soll berichtet werden.

### Material und Methode

Die überempfindliche *Andigena*-Form wird als Klon P. I. 258907 bei der Inter-Regional Potato Collection in Madison, Wisconsin/USA, geführt. Der Klon ist bisher in dem Verzeichnis dieser Wildarten-Sammlung (R. ROSS und ROWE 1965) bei den *S. stenotomum*-Herkünften eingeordnet, muß aber wegen seiner Chromosomenzahl als ein *Andigena*-Klon angesehen werden. Er ist von M. CARDENAS nach Madison übersandt worden mit der Bezeichnung „huaca ñahui“, dem einheimischen Namen für eine Gruppe von indianischen Primitivsorten, die anscheinend in Bolivien weit verbreitet ist (CARDENAS, persönl. Mitteilung).

Das hier verwendete S-Virus stammte stets aus Hochzuchtmaterial der z. Z. latent verseuchten deutschen Sorte Clivia (Saatzucht Soltau-Bergen). Das nahe verwandte M-Virus kam von einem auf Tomaten gehaltenen Stamm, der ursprünglich aus der Kartoffelsorte Anett isoliert worden war. Er wurde uns dankenswerterweise durch Herrn Dr. BODE von der Biologischen Bundesanstalt, Braunschweig, zur Verfügung gestellt.



Abb. 1. Gleichaltrige Sämlinge aus der Kreuzung Saco  $\times$  *Andigena*-Klon P. I. 258907 etwa 5 Wochen nach Aufpfropfen eines S-haltigen Kartoffelreises. Links: Anfallige Pflanze mit starkentwickeltem Pfropfreis (links) und 2 Seitentrieben (Mitte und rechts), die sich nach Entfernen der Spitze gebildet haben. Rechts: Überempfindliche Pflanze mit schwacher Entwicklung des Reises und Topnekrosen an den frischen Seitentrieben der Unterlage. Die ältesten Fiederblätter zeigen (schwach erkennbare) Nekrosen.

Als Infektionsmethoden wurden Sproßpfropfungen und Blatteinreibungen angewandt:

1. Wir setzten das S-haltige Reis seitlich in eines der unteren Internodien einer möglichst jungen Pflanze ein. War das Pfropfreis nach etwa einer Woche angewachsen, wurde die Sproßspitze der Unterlage entfernt, so daß nur noch zwei Nodien über der Pfropfstelle erhalten blieben. Die frisch auswachsenden Achselknospen ober- und unterhalb der Pfropfstelle lieferten den Nachweis der Überempfindlichkeit, nämlich das Meristemabsterben (Topnekrose, Akronekrose), wesentlich besser und schneller als eine auf der Unterlage belassene Sproßspitze (Abb. 1).

2. Die Einreibung von Sämlingen erfolgte im 3-4-Blattstadium im Pikierkasten. Die Sämlinge wurden mit unverdünntem Preßsaft mit Hilfe von Schwämmchen und Carborundum infiziert und danach nicht abgespritzt. Die Einreibung wurde nach etwa einer Woche an frisch ausgewachsenen Blättern wiederholt.

Für serologische Tests benutzten wir das Serum der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig.

### Ergebnisse

#### 1. Das Resistenzverhalten des Klones P. I. 258907

Die Überempfindlichkeit gegen das S-Virus fand ich 1963 in USA in dem *Andigena*-Klon P. I. 258907. Ich deutete sie fälschlicherweise als Blattroll-Überempfindlichkeit (R. ROSS und ROWE 1965, S. 46/47), da sie bei Versuchen mit aufgepfropften Blattrollreisern auftrat, wobei ein zusätzlicher S-Befall nicht ausgeschaltet war. Bei Nachuntersuchungen in Deutschland mit Blattroll-Läuseinfektionen und durch Prüfung der Kreuzungsnachkommenschaften wurde der Irrtum 1965 aufgeklärt.

Wird der *Andigena*-Klon P. I. 258907 mit einem S-haltigen Reis gepfropft, so entstehen bei sommerlichen Gewächshaustemperaturen nach 2–3 Wochen auf den der Pfropfstelle benachbarten Fiederblättern Nekrosen. Diese Blätter sterben schnell ab; etwa gleichzeitig treten die ersten Topnekrosen an jungen Austrieben unter- und oberhalb der Pfropfstelle auf (Abb. 2). Die ganze Pflanze stirbt im Laufe von etwa 6 Wochen ab; der Zeitpunkt ist vom Alter der Pflanze bei der Pfropfung abhängig. Nur in drei Fällen konnten nach Pfropfinfektionen großer Pflanzen Knollen geerntet werden. Sie gingen jedoch während der Winterlagerung (bei +5 °C) an völliger Nekrotisierung zugrunde. Bisher haben wir daher den Nachbau einer durch Pfropfen S-infizierten Mutterpflanze nicht prüfen können.

Im Tastversuch stellten wir bereits 1965 fest, daß das S-Virus durch Saftinreibung nicht in den *Andigena*-Klon einzubringen ist. Bei der ausgesprochenen Kurztagreaktion des Klons und der dadurch bedingten mangelhaften Knollenbildung in unseren Breiten war es uns erst im Herbst 1966 möglich, den Nachweis an ausreichendem Material zu führen. Zu diesem Zweck wurden gleichmäßig entwickelte, etwa 50 cm hohe, einsprossige Stecklingspflanzen des Klons mit einer relativ großen Virusmenge durch Einreiben der 6 jüngsten, voll ausgewachsenen Blätter jeder Pflanze infiziert. Der Versuch bestand aus zwei Serien mit je 14 Pflanzen, von denen die Sproßspitzen 3 Wochen nach der Behandlung oberhalb der

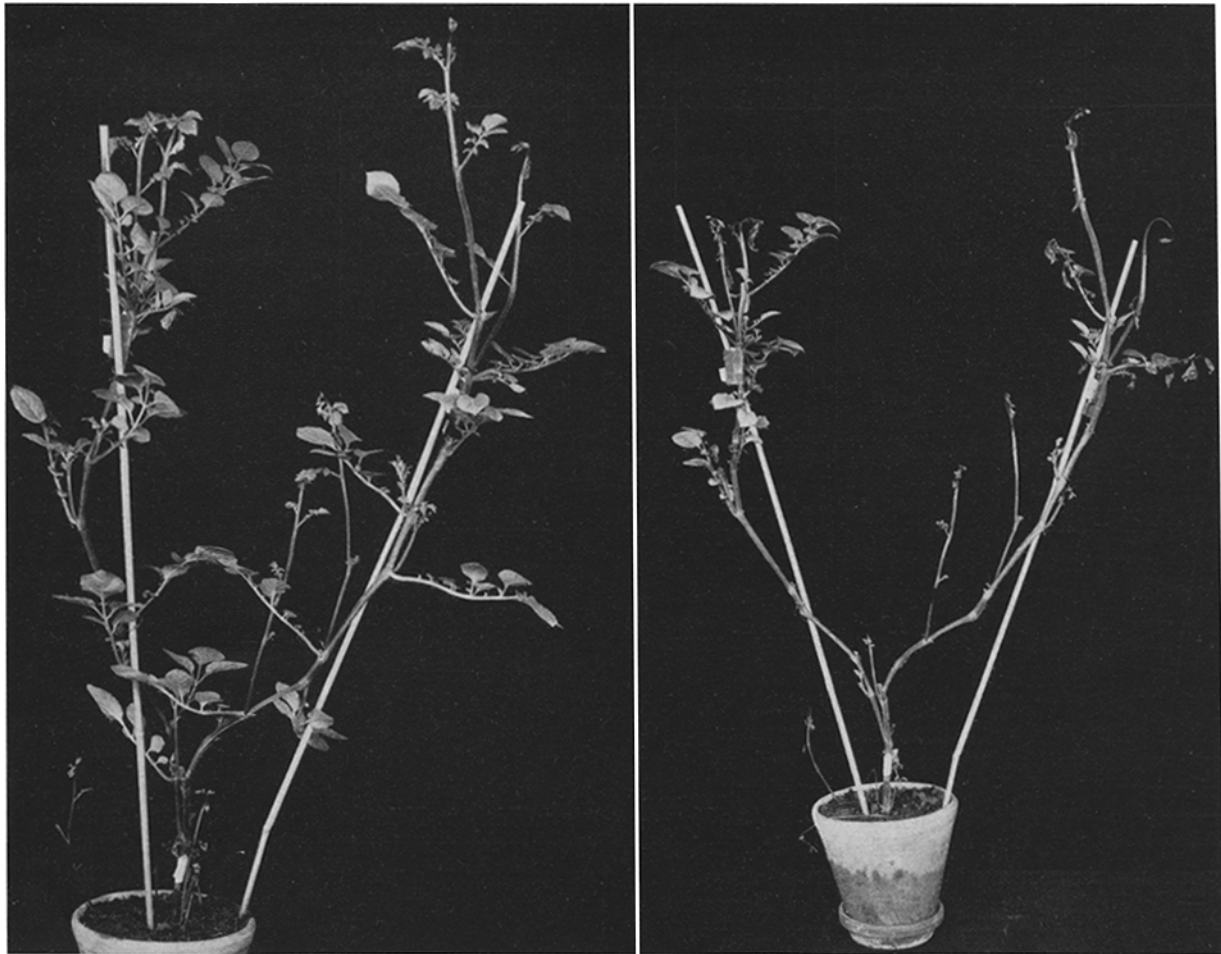


Abb. 2. *Andigena*-Klon P. I. 258907. Links: Beginnende Topnekrosen 3 Wochen nach Aufpfropfen von 2 S-haltigen Kartoffelreisern. Rechts: Topnekrosen an allen Sproß- und Stolonenspitzen sowie Verlust aller alten Blätter. Etwa 6 Wochen nach der Pflanzung.

Einreiberegion entfernt wurden. Die Infektionen wurden Ende Juli und Anfang September vorgenommen. Die Pflanzen entwickelten sich im Gewächshaus außerordentlich üppig. 3–7 Wochen nach dem Einreiben pflanzten wir die Spitzen ausgewachsener Seitensprosse jeder Pflanze auf weitere gesunde Stecklinge des *Andigena*-Klons. In keinem Fall wurden Topnekrosen beobachtet, während zur gleichen Zeit mit *Clivia*-Reisern gepfropfte Kontrollpflanzen nach 4 Wochen typische Topnekrosen zeigten und abstarben. Auch die serologischen Tests blieben negativ. Aus diesen Ergebnissen ist zu schließen, daß das S-Virus durch Einreiben nicht in die *Andigena*-Pflanzen einzubringen ist. Für den endgültigen Beweis fehlt uns noch das Nachbauergebnis. Wir können es 1967 erwarten, da fast alle Versuchspflanzen Knollen bildeten.\*

Auch die Reaktion gegen das dem S-Virus nahe verwandte M-Virus wurde zur Orientierung geprüft. Parallel zu dem vorgenannten Versuch wurden an Stecklingen gleicher Entwicklungsstufe Einreibungen mit M-haltigem Preßsaft durchgeführt sowie mit einem Gemisch von S- und M-haltigem Preßsaft im Verhältnis 1:1. Die serologischen Tests zeigten 6 bis 8 Wochen nach der Infektion negative Reaktion, woraus sich vorläufig schließen läßt, daß die Pflanzen

virusfrei geblieben waren. Erst auf Grund des Knollennachbaus ist endgültig zu entscheiden, ob das M-Virus zur Vermehrung gekommen ist oder nicht.\*

Da bei Pflanzungen des *Andigena*-Klons mit M-haltigen Tomatenreisern bisher niemals eine Topnekrose beobachtet wurde, ist zu erwarten, daß die Abwehrreaktionen gegen S und M nicht gleichartig sind. Die älteren Blätter verfärbten sich nach M-Infektion durch Anthozyanreicherung, stellten sich steil, vergilbten und starben ab. Sie zeigten damit eine graduell verstärkte Reaktion im Vergleich mit den Symptomen von M-Infektionen auf einigen deutschen Kartoffelsorten. Blattnekrosen wurden nur sehr selten gebildet. Einige Pflanzen gingen innerhalb von 6 Wochen ganz ein. Die meisten Pflanzen entwickelten jedoch nach dieser Zeit frische Seitensprosse, die zunächst starke mosaikartige Symptome zeigten, dann aber im Laufe von 3–4 Wochen völlig symptomlose Blätter bildeten. Ob es sich bei dieser Reaktion um eine abgeschwächte Überempfindlichkeit handelt, läßt sich zur Zeit noch nicht sagen. Insbesondere fehlen noch Versuche zur Läuseübertragung des M-Virus auf den Klon.

Der Klon P. I. 258907 besitzt einen rot bis violett gefärbten Stengel, relativ große Blätter und mittelgroße, rotschalige Knollen. Das Fleisch ist gelb, der Geschmack gut, die Form unregelmäßig rund mit mitteltiefen Augen. In Kreuzungen mit der rein grünen, gelbschaligen Saco traten etwa 50% rotstenglige und rotschalige Nachkommen auf, die be-

\* Zusatz bei Korrektur: Alle 51 Nachbaupflanzen waren frei von S-Virus. Dagegen enthielten 33 von insgesamt 40 Nachbaupflanzen des M-infizierten Versuches das M-Virus, 7 Pflanzen waren M-frei.

Tabelle 1. Aufspaltung in Kreuzungen mit dem überempfindlichen *Andigena*-Klon P. I. 258907.

| Nr.      | Kombination                          | Infektions-<br>methode             | infixiert<br>n | überempf. | virusfrei | anfällig | ?<br>unspez. | $\chi^2$ für<br>1:1-Spaltung |
|----------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|----------|--------------|------------------------------|
| 65.118   | <i>Andigena</i> × anfäll.<br>Klon/1* | Pfropfung                          | 86             | 35        |           | 46       | 5            | 1.492                        |
| 65.204   | anfäll. Klon/2 ×<br><i>Andigena</i>  |                                    | 42             | 12        |           | 20       | 10           | 2.0                          |
| 66.62    | <i>Andigena</i> × P. I.<br>258 910   |                                    | 20             | 13        |           | 4        | 3            | 4.764                        |
| 65.353   | Saco × <i>Andigena</i>               |                                    | 255            | 137       |           | 107      | 11           | 3.688                        |
| Kontr.** | Saco × anfäll. Klon/4                | Saftrein-<br>bung bei<br>Sämlingen | 390            |           | 58***     | 332      | —            | —                            |
| 66.43    | anfäll. Klon/3 ×<br><i>Andigena</i>  |                                    | 45             |           | 25        | 18       | 2            | 1.138                        |
| 65.25    | Saco × <i>Andigena</i>               |                                    | 298            |           | 171       | 124      | 3            | 7.488                        |
| 66.44    | Saco × <i>Andigena</i>               |                                    | 126            |           | 74        | 42       | 10           | 8.826                        |
| Kontr.** | Saco × anf. Klon/4                   |                                    | 114            |           | 9         | 99       | 6            | —                            |

\* Anfälliger Klon/1 = S-anfälliger MPI-Klon, der mit den anfälligen Elternklonen /2, /3 und /4 der Kombinationen 65.204, 66.43 und der Kontrollen nicht verwandt ist.

\*\* nach BAERECKE 1967.

\*\*\* Diese Zahl reduzierte sich im Nachbau auf 8 virusfreie Klone.

reits im Sämlingsstadium ausgesondert werden könnten. Überempfindlichkeit und Rotfärbung sind nicht gekoppelt.

## 2. Das Resistenzverhalten der Kreuzungsnachkommen-schaften

Die Vererbung der S-Überempfindlichkeit ließ sich bisher nur in der  $F_1$  von Kreuzungen der *Andigena*-Form mit S-anfälligen Klone und mit der S-infektionsresistenten Sorte Saco verfolgen. Selbstungssamen des *Andigena*-Klons wurden 1966 gewonnen, so daß Selbstungssämlinge erst in den kommenden Jahren zur Verfügung stehen.

Die Aufspaltungen in 5 verschiedenen Kreuzungsfamilien und einigen zugehörigen Kontrollen sind in Tabelle 1 angegeben. Die zusammenfassende Betrachtung der mit zwei sehr verschiedenen Infektionsmethoden gewonnenen Ergebnisse ist gerechtfertigt, weil sowohl Pfropfungen mit dem eindeutigen Symptom der Topnekrose als auch Sämlingsinfektionen mit jeder Unterbindung der Virusvermehrung bei überempfindlichen Formen eine klare Trennung zwischen Anfälligen und Resistenten ermöglichen. Der Sämlingsinfektion muß nach etwa 3 Wochen eine serologische Prüfung folgen, da sich die überempfindlichen Formen unter den vorhandenen Gewächshausbedingungen nicht durch Blattnekrosen oder Wachsanomalien zu erkennen gaben, wie das beispielsweise bei Material mit Überempfindlichkeit gegen das X- oder Y-Virus der Fall ist. Wir beobachteten nur bei etwa 3% der Sämlinge Blattnekrosen, und zwar sowohl bei Pflanzen, die nach dem serologischen Test S-haltig waren, als auch bei S-freien. Nekrosen konnten also nicht als Auslesekriterium dienen.

Bei allen Kombinationen fand sich ein gewisser Anteil nicht einstufbarer Typen, der in der vorletzten Tabellenspalte unter der Bezeichnung „unspezifisch“ aufgeführt wurde. Es handelte sich um etwa 7% der Pflanzen nach Pfropfung und etwa 3% nach Sämlingsinfektionen. Bei der Durchführung des  $\chi^2$ -Testes wurden diese unklaren Fälle außer acht gelassen; nur das Verhältnis der eindeutig anfälligen zu den überempfindlichen bzw. virusfreien Pflanzen ist betrachtet worden. Bei den Pfropfinfektionen fielen vor allem Klone aus, die Zusatzinfektionen mit anderen Kartoffelviren trugen, wie das insbesondere in der Kombination 65.204 der Fall war. Manche dieser pfropfinfizierten Klone hielten wochenlang

mit jeder weiteren Entwicklung inne und starben plötzlich ab. Bei den fraglich gebliebenen Formen der Sämlingsinfektion handelt es sich vor allem um solche, die auf Grund genetischer Eigenschaften schon in relativ jungem Stadium unspezifische Serumreaktionen verursachten.

In allen Kreuzungen zwischen dem *Andigena*-Klon und einem anfälligen Partner trat eine von einem 1:1-Verhältnis nicht signifikant unterscheidbare Aufspaltung zwischen anfälligen und überempfindlichen Nachkommen auf. Das spricht für einen monogen dominanten Erbgang der S-Überempfindlichkeit, wie er auch für die Überempfindlichkeit gegen die X-, X<sub>B</sub>-, A und Y<sub>C</sub>-Viren bekannt ist (CADMAN 1942, COCKERHAM 1943). In Analogie zu der von COCKERHAM eingeführten Benennung der Nekrose-Gene wird für das S-Überempfindlichkeitsgene die Bezeichnung Ns vorgeschlagen.

Die drei geprüften Nachkommenschaften des *Andigena*-Klons mit der S-infektionsresistenten Sorte Saco zeichneten sich durch einen Überschuß an resistenten Formen aus. Nur in der Kombination 65.353 sind die Spaltungszahlen noch mit einem 1:1-Verhältnis zu vereinbaren ( $\chi^2$  von 3,688). Nach Sämlingsinfektionen war der Überschuß jedoch signifikant höher. Die Kontrolle aus Saco × anfälliger Partner (letzte Reihe Tabelle 1) ergab etwa 8% virusfreie Nachkommen nach Sämlingsinfektion, wodurch der Überschuß in *Andigena*-Saco-Kreuzungen nicht allein zu erklären war. Es blieb die Frage, ob die virusfreien Sämlinge überempfindlich oder zu einem hohen Prozentsatz infektionsresistent wie Saco waren.

Wir prüften aus der Kombination 65.25 zwanzig bei der Sämlingsinfektion als anfällig ausgelesene Formen mit Hilfe nachfolgender Pfropfinfektionen und fanden sie ohne Ausnahme anfällig. Auf 134 S-freie Klone wurden ebenfalls S-haltige Reiser gepfropft. Bei 121 Pflanzen entstanden deutliche Topnekrosen, bei 9 Pflanzen ließ sich kein klares Ergebnis gewinnen, und 4 Pflanzen blieben symptomlos. Nur die letzten können demnach als infektionsresistente Formen vom Saco-Typ eingestuft werden. Die virusfreien Sämlinge waren also überwiegend überempfindlich. Ihr über das 1:1-Verhältnis hinausgehender Anteil kann nur durch die Beteiligung des Saco-Elters erklärt werden. Beobachtungen bei der Saco-Selbstung (BAERECKE 1967) deuteten bereits darauf hin, daß eine Komponente der S-Infektions-

resistenz dieser Sorte in einer gewissen Überempfindlichkeit bestehen könnte.

Es bleibt noch die Kombination 66.62 zu besprechen, die aus der Kreuzung des *Andigena* P. I. 258907 mit dem bolivianischen *Andigena*-Klon P. I. 258910 hervorgegangen ist. Der zweite Klon wird in dem Verzeichnis der Inter-Regional Potato Collection als „Papa leke“ angegeben. Der Samen dieser Kombination wurde uns dankenswerterweise von P. R. Rowe zur Verfügung gestellt. Ob der zweite Partner aus einer Primitivsorte oder einer nicht kultivierten *Andigena*-Form stammt, konnte noch nicht ermittelt werden. Die Kreuzungssämlinge waren im äußeren Habitus durchweg außerordentlich wild, brachten jedoch in Köln-Vogelsang spät im Jahr kleine Knollen. Nach Aufpfropfen von S-haltigen Reisern traten neben 13 überempfindlichen nur 4 anfällige Formen auf. Das könnte einem 3:1-Verhältnis entsprechen, wie es zu erwarten wäre, wenn jede der Elternformen das Ns-Gen besitzen würde. Träfe dies zu, so müßten in dieser Kombination auch 25% Pflanzen vorhanden sein, die das Ns-Gen in Duplex-Verteilung tragen. Dafür könnte eine besonders heftige, mit schnellem Absterben der ganzen Pflanze ablaufende Topnekrose-Reaktion bei einem Teil dieser Formen sprechen. Wir werden diese Beziehungen im kommenden Jahr an umfangreicheren Aussaaten dieser Kombination nachprüfen.

### Diskussion

Die Überempfindlichkeit gegen ein bestimmtes Virus verleiht einer Kartoffelsorte im Feldbestand einen absoluten Schutz gegen Infektionen. Sie ist praktisch der Immunität gleichzusetzen (COCKERHAM 1943, BLACK 1951). Das läßt sich seit über 20 Jahren an britischen Sorten wie Southesk (überempfindlich gegen X, A und Y<sub>c</sub>) und Craigs Royal (überempfindlich gegen X und A) verfolgen (HOWARD 1963, HOWARD und FULLER 1965) und ist auch bei deutschen und holländischen Sorten nachgewiesen worden (ROSS 1958). Überempfindliche Sorten brauchen in der Erhaltungszüchtung weder serologisch noch mit A<sub>6</sub>-Testen auf die Viren geprüft zu werden, gegen die die Überempfindlichkeit besteht. Damit ergibt sich eine wesentliche Einsparung in der Erhaltungszüchtung. Es besteht kein Grund zum Zweifel, daß dieses Resistenzprinzip in S-überempfindlichen Sorten in der gleichen Weise wirken würde. Die entsprechenden Feldversuche können wir aber erst in den nächsten Jahren bei Vorliegen von genügender Knollenmenge des F<sub>1</sub>-Materials durchführen.

Überempfindlichkeit gegen die verschiedenen Mosaikviren der Kartoffel ist unter Kultursorten und Wildarten weit verbreitet. So fand COCKERHAM (1943) in 26 Klonen aus 5 Arten und in *Tuberosum*-Sorten das Gen N<sub>x</sub>, das Überempfindlichkeit gegen alle Stämme des X-Virus mit Ausnahme des X<sub>B</sub>-Stammes bewirkt. Na, das Gen für Überempfindlichkeit gegen das A-Virus, war in 45 Klonen von 10 Arten der verschiedensten Verwandtschaftsgruppen vorhanden. Bei diesen Prüfungen ist auffällig, daß die 4 bekannten Nekrosegene (N<sub>x</sub>, N<sub>b</sub>, N<sub>a</sub> und N<sub>c</sub>) in Klonen von *S. tuberosum* subsp. *andigena* aufgefunden wurden; keine andere Art besitzt, soweit bekannt, diese vier ebenfalls. Die *Andigena*-Gruppe scheint dem-

nach eine Sonderstellung als Reservoir für Überempfindlichkeitsgene einzunehmen, wofür auch unser Befund spricht. Sollte sich der *Andigena*-Klon P. I. 258907 in Zukunft als nicht ausreichend resistent gegen alle Stämme des S-Virus und vor allem gegen die Stammgruppen des M-Virus erweisen, so wäre eine Suche nach weiteren Überempfindlichkeitsfaktoren in diesem Verwandtschaftskreis wohl am aussichtsreichsten.

S-überempfindliche Pflanzen entwickelten in den bisher von uns geprüften Kreuzungen keine spezifischen Nekrosen nach Saftreinreibungen, auch dann nicht, wenn jüngste Sämlingsstadien infiziert wurden. Allerdings haben wir Keimlinge im Kotyledonenstadium bisher nicht geprüft. Die Abwehrreaktion ist also nicht mit Nekrosen verbunden, die mit dem bloßen Auge sichtbar wären, wie das von der Resistenzzüchtung auf der Basis der Überempfindlichkeit gegen die Mosaikviren bekannt ist (ROSS 1958). Die Auslese bei der S-Überempfindlichkeitszüchtung kann bei jungen Sämlingen nur mit Hilfe serologischer Tests erfolgen, die etwa 3 Wochen nach der Infektion noch an Pflanzen im Pikierkasten durchgeführt werden können. Eine Wiederholung der Tests an den virusfreien, eingetopften Pflanzen nach weiteren 2 Wochen brachte bei etwa 5% der Pflanzen doch noch eine positive Reaktion. Die frühe Prüfung ist also nicht 100%ig verlässlich. Ob man nach 5 Wochen noch einmal testen sollte oder erst Augenstecklinge aus Sämlingsknöllchen im Herbst prüft, muß die Arbeitsmöglichkeit bei dem Züchter ergeben. In jedem Fall verteuert eine zweimalige serologische Testung das Ausleseverfahren beträchtlich, so daß sich Versuche zur Auslösung von sichtbaren Überempfindlichkeitsreaktionen bezahlt machen könnten. Möglicherweise lassen sich durch Licht- und Temperaturbehandlungen Außenbedingungen schaffen, unter denen Nekrosen gebildet werden (BAWDEN 1959). Für die Infektionen werden sich die bewährten, arbeitssparenden Verfahren mit Spritzpistolen anwenden lassen, die bei den Mosaikviren benutzt werden (WIERSEMA 1959, ROSS 1960).

Nach den Erfahrungen mit *Andigena*-Einkreuzungen bei der *Phytophthora*-, Blattroll- und Nematodenresistenzzüchtung läßt sich heute schätzen, daß zumindest drei Einkreuzungsschritte nötig sein werden, ehe das Ns-Gen in eine Sorte eingelagert ist, die brauchbare Qualitätseigenschaften besitzt. Man kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt schwer entscheiden, ob die S-Resistenzzüchtung von der Basis an auf der Kombination von Überempfindlichkeit und Saco-Infektionsresistenz aufgebaut werden sollte. Weil in den Kreuzungsfamilien mit Saco etwa 30% mehr überempfindliche und „resistente“ Formen, als wir nach einer 1:1-Spaltung erwartet haben, entstehen, könnte eine Kombination beider Resistenzeigenschaften günstiger erscheinen als die Verwendung der *Andigena*-Überempfindlichkeit allein. Hier ist indessen zu warnen. Einmal ist die Vererbung bei Kombinerung beider Resistenzen noch ungeklärt, und zum anderen würde man sich des Vorteils begeben, mit jeder resistenten Form eine sicher 1:1 spaltende Kreuzungsnachkommenschaft zu erhalten. Auch die sichere und schnelle Prüfung einer nach Saftreinreibung und serologischem Test zweifelhaften Form mittels S-Pfropfung würde nur bei überempfindlichen,

nicht aber bei infektionsresistenten Formen zur Klarheit führen.

### Zusammenfassung

1. *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* P. I. 258907 (aus Bolivien als Sorte „huaca ñahui“ erhalten) reagiert überempfindlich mit Virus S. Die Reaktion kommt bei Pfropfungen zum Ausdruck, während bei Saftreinreibungen das Virus ohne Bildung sichtbarer Nekrosen von jeder Vermehrung ausgeschlossen wird. Auch gegen das M-Virus zeigt der Klon eine hohe Resistenz.

2. Die Vererbung der S-Überempfindlichkeit in Kreuzungen zwischen dem *Andigena*-Klon und S-anfälligen Partnern wurde in 3 Kombinationen mit insgesamt 173 Pflanzen geprüft. 46,2% der Nachkommen waren überempfindlich, so daß ein monogen dominanter Erbgang vorzuliegen scheint. Für das S-Nekrosegen wird die Bezeichnung Ns vorgeschlagen.

3. Bei 679 Pflanzen aus der Kreuzung zwischen der S-infektionsresistenten Sorte Saco und dem S-überempfindlichen *Andigena*-Klon trat ein gegenüber einem 1:1-Verhältnis signifikanter Überschuß von überempfindlichen bzw. nach Sämlingsinfektion virusfreien Formen auf. Die möglichen Schwierigkeiten bei der Verbindung der beiden verschiedenartigen Resistenzprinzipien werden diskutiert.

Ich danke der National Science Foundation für ein Stipendium bei der Potato Introduction Station in Sturgeon Bay/Wisc. USA während der Jahre 1962–63. Dr. HOUGAS, Dr. ROWE und R. W. ROSS unterstützten die Untersuchungen in jeder Weise, insbes. auch durch Lieferung von Knollen- und Samenmaterial. Auch ihnen spreche ich meinen besten Dank aus.

### Literatur

1. ANONYM: Potato. Scott. Plant Breed. Stat. Ann. Rep., 5–12 (1964).
2. BAERECHE, M. L.: Versuche zur Resistenzzüchtung gegen das S-Virus der Kartoffel mit Hilfe der Sorte Saco. Eur. Potato J. **10**, im Druck (1967).
3. BAGNALL, R. H.: Saco potato infected with potato virus S by grafting. Phytopathology **55**, 707 (1965).
4. BAGNALL, R. H., R. H. LARSON, and J. C. WALKER: Potato viruses M, S, and X in relation to interveinal mosaic of the Irish Cobbler variety. Res. Bull. **198**, Univ. of Wisconsin, Madison, USA, 1–45 (1956).
5. BAGNALL, R. H., and D. A. YOUNG: Inheritance of immunity to virus S in potatoes. Am. Potato J. **37**, 311, Abstr. (1960).
6. BAWDEN, F. C.: The establishment and development of infection. In: Plant Pathology Problems and Progress 1908 to 1958, p. 503–510. Madison: University Wisconsin Press 1959.
7. BLACK, W.: Potato breeding in relation to disease resistance. Ann. Appl. Biology **38**, 306 to 307 (1951).
8. CADMAN, G. H.: Autotetraploid inheritance in the potato: some new evidence. J. Genet. **44**, 33–52 (1942).
9. COCKERHAM, G.: The reaction of potatoestoviruses X, A, B and C. Ann. Appl. Biol. **30**, 338–344 (1943).
10. HOWARD, H. W.: Potato varieties. J. Royal agric. Soc. England **124**, 115–136 (1963).
11. HOWARD, H. W., and J. M. FULLER: The inheritance of Top-necrosis to viruses X, A, B and C in *Solanum tuberosum*. Euphytica **14**, 189–195 (1965).
12. MACARTHUR, A. W.: Potato virus S. Scott. Plant Breed. Stat. Ann. Rep. **27**–36 (1956).
13. ROSS, H.: Resistenzzüchtung gegen die Mosaik- und andere Viren der Kartoffel. In: Handb. d. Pflanzenzüchtung, 2. Aufl. Bd. **3**, 106–125. Berlin: Verlag Parey 1958.
14. ROSS, H.: Die Praxis der Züchtung auf Infektionsresistenz und extreme Resistenz (Immunität) gegen das Y-Virus der Kartoffel. Eur. Potato J. **3**, 296–306 (1960).
15. ROSS, R. W., and P. R. ROWE: Inventory of tuber-bearing *Solanum* Species. Bull. **533**, Agric. Exper. Stat., Univ. of Wisconsin, Madison USA, 1–73 (1965).
16. WIERSEMA, H. T.: Het Kweken op virusresistentie bij de aardappel. Meded. van de N.A.K. **16**, nr. 8 (1959).

## Versuche zur Induktion von Pollensterilität bei den Selbstbefruchtern Sommergerste, Sommerweizen und Hafer

H. MEYER

Institut für Getreideforschung Hadmersleben der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

### Experiments on the Induction of Pollen Sterility in Self-Fertilizing Spring Barley, Spring Wheat, and Oats

**Summary.** In 1964 we tested 20 substances for their gametocidal action on spring barley, spring wheat, and oats. One year later we tested five of these again on wheat and barley, and four of them on oats. Only in wheat did it seem possible to achieve chemical castration by maleic hydrazide and Omnidel. The results of 1966 had no appreciable effect even when the two herbicides were used in combination. Thus it is not possible to use these substances as gametocides in the breeding of cereals.

Gibberellin, like most other chemicals, produced no clear reaction. Our results lead to the conclusion that the action of efficient substances is influenced by weather conditions.

### A. Einleitung

Mit der arbeitsaufwendigen „klassischen“ Kreuzungsmethode ist nur eine beschränkte Zahl Kreuzungen durchzuführen, da nur zuverlässige Facharbeiter eingesetzt werden können. Da sich auch in den Getreidezuchtbetrieben ein Mangel an ausgebildeten

Fachkräften bemerkbar macht und die Forderung an die neuen Sorten immer größer werden, die zu umfangreicheren Kreuzungen zwingen, ist es unumgänglich, nach neuen Kreuzungsmethoden zu suchen.

Wenn auch in Hadmersleben durch die Benutzung größerer Isolierungstüten (17 × 40 cm) und gemeinsames Eintüten von 5 Ähren der notwendige Arbeitsaufwand um 10–30% — in Abhängigkeit von der Zahl der Blütchen je Ähre bzw. Rispe — gesenkt werden konnte, so ist der für die Kreuzung notwendige Arbeitsaufwand noch zu hoch. Auch durch andere Hilfsmittel (KLEPPE 1964) könnte zwar eine Steigerung der Arbeitsproduktivität erzielt werden, aber auch dann wäre das Ergebnis noch unzureichend.

Wie die Veröffentlichungen von OLTMAN (1956) und SINGH und BLACKMON (1960) zeigten, war es prinzipiell möglich, die von MENGERSEN (1950) für Roggen entwickelte Schnittkastration auch bei den selbstbefruchtenden Getreidearten anzuwenden. Diese Kastrationsmethode setzte aber voraus, daß bei nur 0,4% Selbstungsansatz (OLTMAN 1956) nur absolut zuverlässige Personen den Rückschnitt vornahmen,