

Puccinia triticina Eriksson. I. Methoden und Ergebnisse bei der Bestimmung seiner physiologischen Formen (Biotypen). Arb. Biol. Reichsanst. 16, 4 (1928).

13. SCHEIBE, A.: Die Bedeutung der Spezialisierungsfrage bei den Getreiderostpilzen für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Züchter 1, 165—171 (1929).

14. STAKMAN, E. C., u. M. N. LEVINE: The de-

termination of biologic forms of *Puccinia graminis* on *trit.* sp. Univ. Minnesota Agr. Exp. Sta., Techn. Bull. 8, 1922.

15. STRAIB, W.: Die Bewertung und Bedeutung künstlicher Rostinfektionsversuche für die Pflanzenzüchtung mit besonderer Berücksichtigung des Gelbrostes. Züchter 1, 217—223 (1929).

16. WILHELM, P.: Dissertation, noch nicht veröffentlicht.

(Aus dem Institut für landwirtschaftliche Botanik Braunschweig-Gliesmarode. Arbeitsgemeinschaft Biologische Reichsanstalt—Botanisches Institut Braunschweig.)

Die künstliche Rostinfektion von Freilandpflanzen und ihre Bedeutung für den Pflanzenzüchter.

Von **G. Gaßner** und **W. Straib**.

Lange Zeit hat sich die Züchtung rostwiderstandsfähiger Getreidesorten ausschließlich auf die Feststellung der Feldresistenz gestützt; auch die Erbliehkeitsuntersuchungen von BIFFEN (2), NILSSON-EHLE (10), ARMSTRONG (1) u. a. sind an Pflanzen durchgeführt, deren Infektion durch die auf natürlichem Wege heranwehenden Sporen erfolgte. Auf die Nachteile solcher Feldbeobachtungen haben wir bereits mehrfach hingewiesen (GASSNER und STRAIB, 4; STRAIB, 12). Bekanntlich ist nicht jedes Jahr ein Rostjahr, in welchem wir mit einem genügend starken und gleichmäßigen Befall der Parzellen rechnen können. Vor allem aber werden vielfach Störungen dadurch verursacht, daß der Rost lokal verschieden stark auftritt. So war z. B. im Frühjahr 1930 derjenige Teil des Zuchtgartens der Saatzuchtwirtschaft STRUBE in Schlanstedt verhältnismäßig stark befallen, in dem eine Überwinterung des Gelbrostes stattgefunden hatte, während ein anderer Teil erst sehr spät und ungleich schwächer Rost aufwies.

Aus diesem Grunde mußte der Gedanke nahe liegen, die Feststellung des Rostverhaltens durch Gewächshausversuche vorzunehmen, die nicht nur bezüglich der Gleichmäßigkeit in der Infektion, sondern auch in anderer Weise Vorteile bieten. Sie gestatten die Verwendung reiner Roststämme und ermöglichen weiter auch einen Einblick in die Frage, in welcher Weise das Rostverhalten durch Außenfaktoren, insbesondere durch die Temperaturverhältnisse bestimmt wird (GASSNER und STRAIB 4).

Die Ergebnisse von Feldbeobachtungen und Infektionsversuchen im Gewächshaus stimmen, wie aus den Ausführungen von RUDORF (11) und unseren eigenen Untersuchungen (GASSNER und STRAIB 4) hervorgeht, weitgehend überein. Insbesondere sind Sorten, die gegen Gelbrost im Gewächshaus bei nicht zu hohen Tem-

peraturen resistent sind, gegen dieselbe physiologische Form auch im Felde widerstandsfähig. Andererseits lassen sich gewisse feinere Unterschiede im Rostverhalten anfälliger Sorten unter den üblichen Bedingungen des Gewächshausversuches nicht immer erfassen; Sorten, die im Gewächshaus stark befallen werden, sind im Felde oft weniger anfällig als andere Sorten, die im Gewächshaus genau dasselbe Verhalten aufweisen. Die Weizen Crieuener 104 und RIMPAUS Bastard zeigen im Gewächshausversuch starken, im Freiland dagegen schwächeren Gelbrostbefall. Zwischen anfälligen Dickkopf-Weizen und gewissen hoch anfälligen amerikanischen Weizensorten, wie Michigan Bronze, liegen im Felde beträchtliche Unterschiede des Rostbefalls vor, die uns im Gewächshausversuch nicht entgegentreten oder nur durch besondere Versuchsanstellung, vor allem durch Anwendung verhältnismäßig hoher Temperaturen erfaßt werden können. Bestimmte *monococcum*-Varietäten lassen sich im Gewächshaus bei tiefen Temperaturen mitunter gut infizieren, sind jedoch im Felde praktisch immun, auch wenn der gleiche Gelbroststamm in den benachbarten Weizenparzellen vorliegt. Die vorstehenden Ausführungen gelten für *Gelbrost*; für den Schwarzrost des Weizens haben amerikanische Forscher entsprechende Beobachtungen gemacht, weshalb z. B. GOULDEN (7) vorschlägt, unter Berücksichtigung der Spezialisierung der jeweils vorliegenden Rostformen auf Feldresistenz zu züchten, zumal hierbei die Bedeutung des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze mit erfaßt werden kann.

Im folgenden beschränken wir uns zunächst auf den *Gelbrost* des Weizens, der für mitteleuropäische Verhältnisse die wichtigste Rolle spielt. Wir hatten gesehen, daß vielfach Sorten im Gewächshaus stark infiziert werden, die im

Felde nur einen mittleren oder gar mäßigen Befall zeigen. Der Gewächshausversuch stellt also einen wesentlich strengeren Prüfungsmaßstab dar als der Feldversuch, so daß es unter Umständen für die Zwecke der Züchtung wertvoll ist, neben den Ergebnissen der Gewächshausversuche auch das Rostverhalten der Stämme unter den üblichen Anbaubedingungen im Freiland festzustellen. Wir werden daher Freilandprüfungen für die Zwecke der Züchtung niemals ganz entbehren können.

Mit dieser Erkenntnis ergibt sich die Notwendigkeit, der Technik solcher Feldversuche, welche der Bestimmung des Rostverhaltens im Felde dienen, erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden und insbesondere die bei natürlicher Infektion vorliegenden Fehlerquellen und Ungleichmäßigkeiten nach Möglichkeit auszuschalten. Es handelt sich also darum, ein Sortiment oder die Kreuzungsnachkommenschaften bzw. Zuchtstämme rechtzeitig und gleichmäßig mit einer bestimmten Rostform zu infizieren. Hierzu stehen uns verschiedene Wege zur Verfügung, die wir im Laufe der verflossenen Jahre im einzelnen geprüft haben.

Amerikanische Forscher haben die Infektion der Parzellen vielfach in einfachster Weise durch Bespritzen mit Sporenaufschwemmungen vorgenommen. Auch bei Gelbrost lassen sich auf diesem Wege gute und gleichmäßige Infektionserfolge erzielen. Jedoch ist es zweckmäßig, die Infektion im Abstand von mehreren Tagen zu wiederholen. Die Fruktifikationsdauer des Gelbrostes beträgt im Freiland mindestens 10 bis 15 Tage, unter Umständen wesentlich mehr. Wird die Infektion nur einmal vorgenommen, so kann die weitere Verbreitung des Rostes naturgemäß erst nach dem Erscheinen der ersten Uredolager einsetzen, so daß also mehrere Wochen vergehen können, bevor überhaupt eine Ausdehnung des Rostes möglich ist. Bei nur einmaliger Infektion bleiben also zunächst alle in der Zwischenzeit neu gebildeten Blätter rostfrei. Auf Grund unserer Beobachtungen ist mit einer gleichmäßigen und schnellen Verbreitung des Rostes nur dann zu rechnen, wenn das Bespritzen der Parzellen in regelmäßigen Abständen von etwa einer Woche mehrfach wiederholt wird. Da der Infektionserfolg naturgemäß weitgehend von Zufälligkeiten abhängt, erscheint auch im Hinblick auf das etwaige Versagen einer Bespritzung eine mehrfache Wiederholung der Infektion unbedingt notwendig.

Für größere Parzellen verwendeten wir mit gutem Erfolg eine HOLDER-Spritze, für kleine

Beete genügt auch ein gewöhnlicher Zerstäuber. Verspritzt wird eine orangefarbene Sporenaufschwemmung, die in einfacher Weise durch Schütteln rostiger Blätter mit Wasser erhalten wird. Statt Wasser läßt sich mit noch besserem Erfolg eine 0,1% ige Agarlösung verwenden, die an den Blättern besser haftet als reines Wasser. Das Spritzen wird am besten bei ruhigem Wetter und am späten Nachmittag vorgenommen, damit die Sporen im Tau der darauffolgenden Nacht auskeimen und die Keimschläuche in die Blätter eindringen können. Ein Bedecken der geimpften Pflanzen braucht im Gegensatz zu Gewächshausversuchen nicht vorgenommen zu werden, da die nächtliche Feuchtigkeit in der Regel für das Eintreten der Sporenkeimung genügt. Nur bei jungen Pflanzen kann unter Umständen — vor allem bei trockenem und windigem Wetter — ein vorübergehendes Bedecken der Pflanzen vorteilhaft sein. Für die Infektion größerer Parzellen kommt dies naturgemäß schon aus praktischen Gründen nicht in Frage. Im übrigen zeigten uns mehrjährige vergleichende Versuche, daß dem Bedecken der Freilandpflanzen für das Zustandekommen guter Rostinfektionen nicht die von anderer Seite (ISENBECK 9) angegebene Bedeutung zukommt. Sollten Bedenken dahin vorliegen, daß die Luftfeuchtigkeit in der auf die Impfung folgenden Nacht nicht die erforderliche Höhe erreicht, empfiehlt es sich, die Parzellen vorher gut zu wässern.

Das Bespritzen der zu infizierenden Feldteile mit Sporenaufschwemmungen läßt sich ohne große Mühe durchzuführen. Bei der Prüfung einzelner Pflanzen einer Nachkommenschaft kann man naturgemäß auch die Blätter mit starken Sporenaufschwemmungen, am besten in 0,1% igem Agar, bestreichen. Wenn es sich aber darum handelt, größere Flächen schnell und gleichmäßig zu infizieren, so scheidet dieses Verfahren naturgemäß aus.

Dagegen haben wir eine überaus starke und gleichmäßige Infektion von Freilandparzellen außer durch Bespritzen noch durch Einpikieren rostiger Pflanzen erzielt. Dieses Verfahren wurde in größerem Umfange bereits von dem ersten der Verfasser (GASSNER, 3) bei seinen südamerikanischen Rostuntersuchungen mit bestem Erfolg verwendet und später auch von HUNGERFORD (8) und anderen amerikanischen Forschern benutzt. Es ist naturgemäß nur anwendbar, wenn es sich um die Infektion von Parzellen mit nicht zu hohen Getreidepflanzen handelt. Für eine gleichmäßige Infektion genügen je Quadratmeter etwa zehn rostige Pflanzen, die nach

eingetretener Infektion wieder entfernt werden können. Die Pflanzen werden am besten unter natürlichen Bedingungen herangezogen, weil Gewächshauspflanzen vor allem bei Eintreten trockener Witterung zu empfindlich sind. Die Infektion der einzupikierenden Pflanzen erfolgt nach Erscheinen des zweiten Blattes, die Verpflanzung in die Versuchspartzen bei beginnendem Pustelausbruch. Die Anzucht solcher Infektionspflanzen ist auch für den Züchter leicht durchzuführen, wenn ihm ein kleines Gewächshaus oder auch ein Mistbeet zur Verfügung steht.

Mit der vorstehend beschriebenen Einpflanzungsmethode haben wir in den letzten Jahren ausgezeichnete Erfolge gehabt und auch größere

weizenparzellen muß ebenfalls ziemlich zeitig erfolgen, am besten nach Erscheinen des zweiten Blattes.

In vielen Fällen wird es vorteilhaft sein, nicht die Sorten oder Zuchtstämme selbst zu infizieren, sondern in unmittelbarer Nähe der Partzen besonders hoch anfällige Weizensorten in geeigneter Anordnung und Verteilung zur Aussaat zu bringen, von denen aus sich dann in gleichmäßiger und natürlicher Weise die Infektion der einzelnen Sorten und Kreuzungsnachkommenschaften vollzieht. Dadurch wird einmal die Infektionsarbeit selbst außerordentlich erleichtert, da diese hoch anfälligen Sorten sich besonders gut infizieren lassen. Unter Umständen wird man überhaupt von einer künstlichen

Infektion Abstand nehmen können, wenn auf diesen Sorten in natürlicher Weise reichlich Gelbrost auftritt. Als besonders geeignete Träger des Gelbrostes konnten wir von Winterweizen die amerikanischen Sorten: Michigan Bronze, Gold coin, Michigan Amber, Hopetown, Buffum, Minhardi u. a. feststellen. Als gegen Gelbrost besonders anfällige Sommerweizensorten lassen sich Oregon, Vehanti, Rosafé-Weizen, sowie einige von dem ersten der Verfasser aus Südamerika mitgebrachte Sorten: Chacra II, Universal II, Fideos und San Martin mit Vorteil

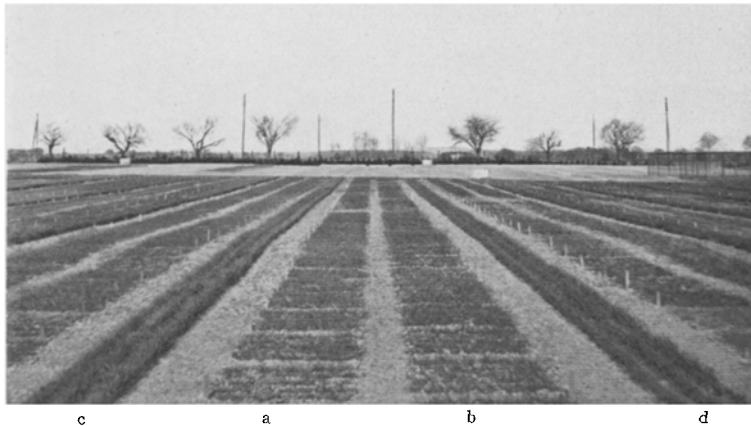


Abb. 1. Einfassung der Weizensortimentsbeete (a, b) durch Infektionsstreifen aus einer hochanfälligen Weizensorte (c, d).

Flächen gleichmäßig infiziert. Der Vorteil dieser Methode gegenüber dem Spritzen liegt vor allem darin, daß diese Pflanzen Dauerinfektionsquellen darstellen, von denen aus eine gleichmäßige Infektion für die nächsten Tage und Wochen gewährleistet ist. Der Arbeitsaufwand ist zudem durchaus nicht größer als bei wiederholter Anwendung der Spritzmethode, zumal das Einpikieren von ungelernten Kräften vorgenommen wird.

Wenn es sich darum handelt, eine gleichmäßige Infektion mit Gelbrost auf Wintergetreide zu erzielen, wird man zweckmäßig die erste Infektion bereits im Herbst vornehmen und diese nur dann im Frühjahr wiederholen, wenn die Überwinterung des Rostes im Felde zu wünschen übrig läßt. Dies läßt sich schon meist Anfang April feststellen. Es genügt jedoch auch, die Winterweizen im *zeitigen* Frühjahr zu infizieren, um noch einen gleichmäßigen und starken Gelbrostbefall zu erzielen. Die Infektion der Sommer-

verwenden. Diese Sorten fanden wir an verschiedenen Stellen auch in Nichtrostjahren stets verhältnismäßig stark befallen.

Die Aussaat des ausschließlich zur Verbreitung des Gelbrostes bestimmten Weizens muß naturgemäß so erfolgen, daß *in allen Teilen des Zuchtgartens gleichmäßig gute Infektionsbedingungen durch Erzeugung reichlicher Sporenmassen vorliegen*. Es wird also zweckmäßig ein Netz von schmalen Infektionsstreifen geschaffen, innerhalb dessen die einzelnen Sorten und Zuchtstämme so zur Aussaat gelangen, daß jede Parzelle der Infektion ausgesetzt ist. Abb. 1 zeigt einen Teil des Sortiments auf unserem Versuchsfeld Gliesmarode, wo die einzelnen Sortenbeete gruppenweise gleichmäßig von Infektionsstreifen eingefasst sind.

Bei einer derartigen Anordnung werden vor allem ungleichmäßige Infektionen und dadurch bedingte Fehlschlüsse vermieden. Bei allen nicht besonders hoch anfälligen Sorten hängt

das Rostbild mit von der Stärke der Infektionsmöglichkeit ab. Liegen nun zwischen solchen Sorten stark befallene Parzellen, während an anderen Stellen nur geringe Sporenmassen entwickelt werden, so kommt es damit zu Ungleichmäßigkeiten in der Infektion und Stärke des Rostbildes auf den Prüfungssorten. Besonders stark sind diese Ungleichmäßigkeiten, wenn der allgemeine Rostbefall in einem Jahr nur schwach ist; dann sind die in der Nähe hoch anfälliger Parzellen liegenden Sorten einer ungleich stärkeren Infektion ausgesetzt als solche in weiterer Entfernung. Der einzige Ausweg, lokale Überstrahlungen durch hoch anfällige Sorten zu vermeiden, besteht darin, die allgemeinen Infektionsbedingungen im ganzen Sortiment oder Zuchtgarten gleichmäßig optimal zu gestalten, was durch entsprechende Anlage von Infektionsstreifen ohne weiteres möglich ist. Erst bei einer solchen Versuchsanstellung lassen sich Rostbeobachtungen an den einzelnen Sorten oder Nachkommenschaften als zuverlässig ansprechen.

Durch künstliche Infektion, insbesondere unter gleichzeitiger Zuhilfenahme von Infektionsstreifen, ist der Züchter in der Lage, alljährlich mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit feldmäßig seine Sorten und Zuchtstämme auf Rostverhalten zu prüfen. Wir haben in unserem Sortimentgarten auch in den letzten Jahren, in denen der Gelbrost sonst allgemein nur verhältnismäßig schwach auftrat, regelmäßig guten Gelbrostbefall erzielt und hatten so die Möglichkeit, auch in diesen Jahren das Gelbrostverhalten der verschiedenen Sorten und Linien einwandfrei zu prüfen.

Eine besondere Frage ist es nun, gegen welchen Gelbroststamm der Züchter prüfen soll. Bei rechtzeitiger künstlicher Infektion hat der Züchter die Wahl des Roststammes an sich in der Hand. Grundsätzlich wird die für das Verbreitungsgebiet der Sorte wichtigste Form zur Prüfung herangezogen werden müssen. Gewisse Anhaltspunkte bieten die von uns in einer besonderen Mitteilung zusammengestellten eigenen und von anderen Autoren erhaltenen Prüfungsergebnisse mit verschiedenen Gelbrostherkünften (GASSNER und STRAIB, 6). Im übrigen sind wir bereit, die Bestimmung von Gelbrostformen vorzunehmen und gegebenenfalls auch Sporenmaterial einer bestimmten Form zur Vermehrung abzugeben.

Genau wie beim Gelbrost läßt sich auch die feldmäßige Prüfung gegen die anderen Rostarten durch künstliche Infektion der Versuchspartellen verbessern und sicherer gestalten. Wir

haben in den letzten Jahren vor allem mit Schwarzrost und Braunrost des Weizens sowie mit Braunrost des Roggens, Kronenrost des Hafers und Zwergrost der Gerste Feldinfektionen mit gutem Erfolg durchgeführt, wobei die gleiche Infektionsmethodik zur Anwendung kam, wie sie im obigen für Gelbrost geschildert ist. Abweichungen liegen beim Schwarzrost noch insoweit vor, als eine Herbstinfektion wertlos ist und statt der Frühjahrsinfektion der Frühsommer als bester Zeitpunkt hierzu gewählt werden muß. Auf weitere Einzelheiten der mit den zuletzt erwähnten Rostarten durchgeführten Versuche und die damit im Zusammenhang stehenden Fragen braucht hier nicht näher eingegangen zu werden, da bei uns die praktische Bedeutung dieser Rostarten gegenüber dem zuerst behandelten Gelbrost zurücktritt.

Literatur:

1. ARMSTRONG, S. F.: The mendelian inheritance of susceptibility and resistance to yellow rust (*Puccinia glumarum* E. and H.) in wheat. J. Agricult. Sci. 12, 57 (1922).
2. BIFFEN, H. R. J.: Studies in the inheritance of disease resistance. J. Agricult. Sci. Cambridge 4, 21 (1912).
3. GASSNER, G.: Die Getreideröste und ihr Auftreten im subtropischen östlichen Südamerika. Zbl. Bakter. 44, Nr. 9/13 (1915).
4. GASSNER, G., u. W. STRAIB: Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten der Weizensorten gegen *Puccinia glumarum*. Phytopathology 1, 215 (1930).
5. GASSNER, G., u. W. STRAIB: Über das Auftreten einer neuen Gelbrostform auf Weizen. Der Züchter 1930, 313.
6. GASSNER, G., u. W. STRAIB: Untersuchungen zur Frage der biologischen Spezialisierung des Weizengelbrostes. Der Züchter 1931, H. 7.
7. GOULDEN, C. H.: Breeding rust resistance varieties of wheat. Fundamental aspects of the problem. Sci. Agric. 10, 258 (1929).
8. HUNGERFORD, CH. W., and C. E. OWENS: Specialized varieties of *Puccinia glumarum* and hosts for the variety tritici. J. agricult. Res. 25, 363 (1923).
9. ISENBECK, K.: Vererbungsstudien an einigen Weizenkreuzungen in bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber *Puccinia glumarum tritici* und *Puccinia triticina*. Z. Züchtung A 16, 82 (1931).
10. NILSSON-EHLE, H.: Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Lunds Universitets Arsskrift N. F. 7, Nr. 6 (1911).
11. RUDOLF, W.: Beiträge zur Immunitätszüchtung gegen *Puccinia glumarum tritici* (Streifenrost des Weizens). Phytopatholog. Z. 1, 465 (1929).
12. STRAIB, W.: Die Bewertung und Bedeutung künstlicher Rostinfektionsversuche für die Pflanzenzüchtung, mit besonderer Berücksichtigung des Gelbrostes. Der Züchter 1929, H. 7.