

(Aus der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan.)

## Über die physiologische Spezialisierung des Gerstenmeltaues als Grundlage für die Immunitätszüchtung.

Von **L. Honecker.**

I. Das Auftreten des Meltaues im Freiland und die dadurch verursachten Schädigungen der Gerste.

Über die durch Meltaubefall bei Gerste verursachten Schädigungen bestanden und bestehen zum Teil heute noch recht geteilte Meinungen. Es mag dies in der Hauptsache darauf zurückzuführen sein, daß die Stärke des Befalles gebietsweise stark wechselt, wodurch sich die jeweiligen Befallsbilder im Freiland ganz verschiedenen darstellen. In der Regel wird die Gerste nur in ihrem ersten Entwicklungsstadium befallen, wobei die Basalblätter vergilben und frühzeitig absterben, während die höher inserierten Blätter nur mehr unwesentlich befallen werden. Da die Ausbreitung des Befalles bei der jungen Gerstensaart durch Trockenperioden begünstigt und das Vergilben und Absterben der unteren Blätter beschleunigt wird, ist man gerne geneigt, die entstehenden Schäden auf das Konto der Trockenheit zu buchen. Daß die primäre Ursache des Gesamtschadens vielfach ein stärkerer Frühbefall durch Meltau ist, wird leicht übersehen. Unverkennbar ist aber der Schaden, der durch den Meltaubefall bei Gerste entsteht, wenn der Befall auch auf die höheren Blatinserktionen übergreift. In solchen Fällen werden die Blattflächen meist von einem dichten filzigen Mycelrasen überzogen, der zunächst reichliche Mengen an vegetativen Vermehrungsorganen (Konidien) erzeugt. Mit fortschreitender Reife der Gerste kommt es dabei mitunter zur Bildung der mit bloßem Auge als schwarze Punkte sichtbaren Perithezien mit den darin enthaltenen Ascosporen, als generativen Vermehrungsorganen.

Die beiden vorausgehend beschriebenen Erscheinungsformen des Meltaubefalles bei Gerste kommen natürlich in allen möglichen Übergängen vor. Für das Zustandekommen der sowohl jahrgangsweise als auch gebietsweise sehr verschiedenen Befallsstärke des Meltauvorkommens im Freiland scheint ein ganzer Ursachenkomplex bestimmend zu sein, über dessen einzelne Komponenten und deren Zusammenwirken, soweit

sie klimatischer Natur sind, noch wenig bekannt ist.

Als erwiesen kann dagegen gelten, daß der Pilz in der Konidienform auf Wintergerste überwintert, sich je nach dem Witterungscharakter der Wintermonate mehr oder weniger anreichert, um dann im Frühjahr die auflaufende Sommergerste, besonders verspätete Aussaaten, aufs neue stärker zu infizieren (PAPE u. RADEMACHER 9, HONECKER 4). Die junge Wintergerstensaart wird im Herbst besonders stark befallen, wenn dieselbe rechtzeitig, also im September gesät wird. Oktobersaaten von Wintergerste werden in der Regel nur mehr ganz schwach infiziert, da zu dieser Jahreszeit die klimatischen Voraussetzungen (vor allem genügende Wärme) für reichliche Infektion nicht mehr gegeben sind. Trotzdem hat sich durchaus nicht immer auf den im Herbst sehr stark befallenen Wintergerstenbeständen bis zum Frühjahr der Pilz am stärksten angereichert, da die bereits im Herbst stark befallenen Blätter der Wintergerste als Folge des Befalles vorzeitig vergilben und über Winter durch den Frost zum Absterben gebracht werden. Nach vieljährigen Beobachtungen reichert sich der Meltau auf Wintergerste bis zum Frühjahr am stärksten an, wenn der Herbstbefall nur mäßig war, so daß die befallenen Blätter den Unbilden des Winters standhalten und im zeitigen Frühjahr als erste Infektionsquellen dienen können. Durch die Einschaltung der Wintergerste in unsere Fruchtfolgen ist also ein ununterbrochener Kreislauf in der vegetativen Vermehrung des Meltaupilzes von der Sommergerste über Ausfallgetreide auf Winter- und Sommergerstestoppeln zur Wintergerste hergestellt und somit die wichtigste Voraussetzung für das Auftreten stärkerer Meltauepidemien geschaffen.

Daß dem gegenüber das noch wenig geklärte Zusammenwirken bestimmter klimatischer Faktoren zurücktritt, geht daraus hervor, daß der Meltauschaden bei Gerste in den letzten 4 bis 5 Jahren mit zunehmender Verbreitung des Wintergerstenanbaues stark angestiegen ist.

In verschiedenen Anbaugeländen Mittel- und Norddeutschlands, in denen der Wintergerstenbau schon früher stärker verbreitet war, macht sich die Anbauflächensteigerung der letzten Jahre durch die Verseuchung der Sommergerstenbestände mit Meltau recht unliebsam bemerkbar.

Eine direkte Bekämpfung des Meltaubefalles im Freiland durch chemische Mittel, wie sie bei Sonderkulturen mit Erfolg durchgeführt wird, kommt bei Getreide nicht in Betracht, da sie unlohndend wäre. Durch ernährungsphysiologische Beeinflussung der Wirtspflanzen (harmonische Düngung ohne einseitiges Überwiegen des Stickstoffes, Beidüngung von Bor als Spurenelement) können die Schäden bis zu einem gewissen Grade zwar vermindert, niemals aber in

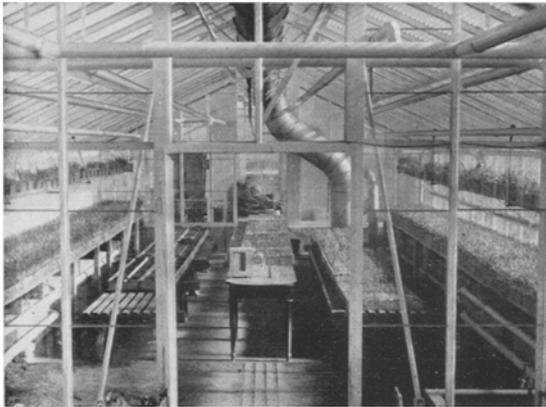


Abb. 1. Spezialgewächshaus mit Luftkühlung.

einer praktisch befriedigenden Weise ganz eingedämmt werden.

Erst die aus langjährigen Feldversuchen gewonnene Erkenntnis, daß erhebliche Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit der Gerstensorten gegenüber Meltau bestehen (HONECKER 3), wies uns einen praktisch gangbaren Weg in der Züchtung resistenter Sorten. Wenn auch das Vorhandensein von erblichen Unterschieden im Resistenzverhalten verschiedener Gerstenvarietäten die züchterische Bekämpfung des Meltaues erfolgsverheißend erscheinen läßt, so werden diese Erfolgsaussichten durch die Tatsache eingeschränkt, daß der Pilz in seinem pathogenen Verhalten nicht einheitlich ist.

## II. Infektionsmethoden und Infektionstypen.

In Jahren mit schweren Meltauepidemien lassen sich an Gerstensortimenten durch Beobachtung der Bestände im Freiland Unterschiede

im Befall feststellen. Aber nicht in allen Jahren und Gegenden treten die Abstufungen in der Anfälligkeit deutlich genug hervor. Durch einen verspäteten Anbau der Sommergerstensortimente, möglichst in der Nähe größerer Wintergerstenschläge, noch besser aber durch eine planmäßige Umrandung des als Sommergersten-Versuchsfeld vorgesehenen Feldes mit einem breiten Streifen Wintergerste, die im Herbst auf dem Feld durch Aufstellen von Kästen mit befallenen Pflanzen künstlich infiziert werden kann, gelingt es mit größerer Regelmäßigkeit, einen hinreichend starken Frühbefall der Sommergerste im Freiland zu provozieren, um verschiedene Befallsstärken bonitieren zu können. Wenn diese Methode der Feldinfektion auch reichlich unsicher ist, so stellt sie doch für den praktischen Züchter, der nicht über Gewächshäuser verfügt, eine willkommene Möglichkeit dar zur vorläufigen groben Sichtung seines Zuchtmaterials.

Eine planmäßige Arbeit größeren Stils ist jedoch auch bei der Meltauimmunitätszüchtung nur möglich, wenn die künstlichen Infektionen in Gewächshäusern vorgenommen werden können, so daß man von den Zufälligkeiten des jeweiligen Witterungscharakters unabhängig ist und die Versuche über das ganze Jahr, mit Ausnahme der Hochsommermonate, ausdehnen kann. Künstliche Infektionen gelingen beim Meltau zwar sehr leicht und innerhalb eines großen Schwankungsbereiches von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Belichtung, da die Befallsbilder, insbesondere bei den mittleren Infektionstypen, aber ziemlich variabel sind, können vergleichbare Ergebnisse nur erhalten werden, wenn die Infektionsbedingungen einigermaßen konstant gehalten werden. Bei meinen Arbeiten hat sich eine durchschnittliche Temperatur von etwa 20° C als geeignet erwiesen, wobei vorübergehende Schwankungen von  $\pm 5^\circ$  C die Befallsbilder nicht wesentlich verschieben. Diese Temperatur läßt sich im Winter durch entsprechende Heizung und auch während der Frühjahrs- und Herbstmonate durch Schattierung und Kühlung der Gewächshäuser hinreichend konstant halten. Direktes Sonnenlicht wird nach Möglichkeit durch Jalousien und weiße Stoffvorhänge abgehalten. Besonders hohe Luftfeuchtigkeit ist nicht erforderlich, da die Konidien sogar bei großer Trockenheit noch keimen.

Bei Masseninfektionen ziehen wir die Versuchspflanzen in quadratischen Zinkblechkästen (14 × 14 × 9 cm), wobei in 4 Reihen zu je 10 Pflanzen 40 Pflanzen je Kasten untergebracht werden können, so daß die Gewächshausfläche

gut ausgenutzt ist. Wesentlich ist, daß zur Anzucht der Versuchspflanzen nährstoffreiche Komposterde, gemischt mit Sand oder Moorerde, verwendet wird. Unerläßlich ist eine ausreichende Stickstoffernährung der Pflanzen.

Die Impfung der Versuchspflanzen erfolgt bei vergleichenden Untersuchungen verschiedener Pilzrassen durch Aufstreichen von Konidienaufschwemmungen mittels Haarpinsels. Die geimpften Pflanzen müssen dabei zur Vermeidung von Fremdinfectionen unter Glasglocken gehalten werden. Bei Masseninfectionen von größeren Sortimenten, sowie bei erbanalytischen Untersuchungen umfangreicher Kreuzungsnachkommenschaften, die jeweils nur mit einer einzigen Pilzrasse zu infizieren sind, erzielt man durch Aufstellen von Töpfen mit stark befallenen Pflanzen über den Gewächshaustischen, durch Abstäuben sehr gute und gleichmäßige Infektionserfolge (Abb. 1). Das dabei erforderliche Konidienmaterial muß für jede Versuchsreihe durch Vermehrung von Einsporkulturen auf einer stark anfälligen Gerstensorte herangezogen werden. Es ist auf längere Dauer sogar in einem getrennt liegenden Gewächshaus unmöglich, eine Rasse vollkommen rein zu erhalten. Früher oder später machen sich unfehlbar Verunreinigungen der Pilzrasse bemerkbar, die natürlich immer nur auf immunen Sorten zunächst in Spuren feststellbar sind, sich aber rasch auf diesen Sorten anreichern, ganz besonders wenn man die Versuche überständig werden läßt, so daß die von der Hauptrasse stark befallenen Gerstensorten mehr oder weniger vernichtet werden und diese sich selbst den Nährboden entzieht. Sobald erste Anzeichen für derartige Unstimmigkeiten erkannt werden, empfiehlt es sich, mehrere Pilzklone rein zu züchten, auf dem Testsortiment zu prüfen und einen einzigen Klon nebenher zu vermehren, mit dem dann die mittlerweile abgebrochenen Versuche nach gründlicher Desinfektion des Gewächshauses wieder neu aufgenommen werden können.

Während bei natürlicher und künstlicher Feldinfection nur nach Befallsstärken bzw. nach der verschieden starken Schädigung der Sorten durch den Befall bewertet werden kann, erfolgt die Bonitierung der Gewächshausinfections-Ergebnisse durch den Infektionstypus. Bei der Charakterisierung der Infektionstypen legen wir die Beurteilungsvorschläge von MAINS und DIETZ (7) zugrunde, wie sie in ähnlicher Weise auch zur Bonitierung der Befallsbilder bei den Getreiderosten verwendet werden. Wir benutzen dieses Schema mit den durch die Besonderheiten

des Meltaubefalles bedingten Abänderungen in nachfolgendem Sinne:

Typus i = immun. Blatt vollständig gesund, makroskopisch kein Infektionserfolg sichtbar.

Typus oo = fast immun. Vereinzelt winzige chlorotische bzw. nekrotische Tüpfel, makroskopisch kein Mycel sichtbar.

Typus o = hochresistent. Chlorotische bzw. nekrotische Blattverfärbungen von verschiedener Art und Größe, mitunter auch Vergilben, Verwelken und Vertrocknen des Blattes, Mycel in der Regel nicht sichtbar, keine Fruktifikation.

Typus I = resistent. Chlorotische bzw. nekrotische Blattverfärbungen ähnlich wie bei Typus o. Mycelbildung verbunden mit geringer Fruktifikation.

Typus II = mäßig resistent. Ähnlich wie bei Typus I, Chlorosen und Nekrosen meist etwas schwächer, dafür zunehmende Fruktifikation.

Typus III = ziemlich anfällig. Mäßige bis reichliche Fruktifikation, verbunden mit schwachen Chlorose- bzw. Nekroseerscheinungen.

Typus IV = stark anfällig. Kräftige, erhabene, scharf gegeneinander abgesetzte und üppig fruktifizierende Conidienlager, deren Zahl allerdings von der jeweiligen Infektionsdichte abhängig ist, zunächst ohne jegliche Blattverfärbung. Nur in weiter vorgeschrittenem Stadium schwache Chlorosen als sekundäre Absterbeerscheinungen.

Die vorausgehend angeführten Infektionstypen sind nicht immer scharf gegeneinander abgegrenzt, es besteht vielmehr ein gleitender Übergang vom höchsten Resistenzgrad (i) bis zur stärksten Anfälligkeit (IV), so daß vielfach Zwischennoten erforderlich werden. Als wesentlich muß hervorgehoben werden, daß für die Beurteilung nach Infektionstypen bei Gerstenmeltau in erster Linie das qualitative Gesamtbild ausschlaggebend ist, das sich aus Art und Umfang der Blattverfärbungen in Verbindung mit dem dadurch mehr oder weniger gehemmten Wachstum des Pilzes zusammensetzt. Die quantitative Beurteilung der Fruktifikation des Pilzes allein oder etwa der Schädigung der Wirtspflanze ist für die Bestimmung der Infektionstypen von nebensächlicher Bedeutung. Dies gilt besonders für die Unterscheidung der mittleren Anfälligkeitsgrade I, II und III von dem höchsten Anfälligkeitsgrad IV. Ein charakteristischer Unterschied zwischen „stark anfällig“ (IV) einerseits sowie „ziemlich anfällig“ (III) und „mäßig resistent“ (II) bis „resistent“ (I) andererseits besteht in der Regel auch darin, daß bei Typus IV die einzelnen Konidienlager kräftig, erhaben und scharf abgegrenzt sind („Vollinfection“) (Abb. 2), während besonders bei den Infektionstypen I und II das Mycel in flächhafter Ausbreitung nur als hauchartiger Pilzrasen über größere Zonen der Blattfläche dahinzukriechen scheint („Subinfection“) (Abb. 3).

Während durch die beiden extremen Infek-

tionstypen I und IV die betreffenden Befallsbilder eindeutig festgelegt werden können, ist bei den mittleren Infektionstypen 0 — III eine nähere Umschreibung der sehr verschiedenen Erscheinungsformen durch ergänzende Bemerkungen in Form der nachfolgenden Abkürzungen zweckmäßig:

C = chlorotische Verfärbung (Vergilben) größerer Teile des Blattes, die allmählich flächenhaft zusammenlaufen; meist erfolgt dieses Vergilben von der Blattspitze her.

c = kleinere chlorotische Flecken.

cc = sehr zahlreiche und kleine chlorotische Tüpfel im Blattgewebe (mitunter nur gegen das Licht sichtbar).

n = nekrotische (braune) Stellen von mäßiger Zahl und Ausbreitung.

nn = zahlreiche kleinere nekrotische Punkte.

N = große, unregelmäßig geformte und an Ausdehnung

rasch zunehmende nekrotische Zonen, in denen das Blattgewebe seinen Turgor verliert, so daß die Cuticula an den betreffenden Stellen einsinkt und vertieft erscheint (Abb. 4).

W = rasches Verwelken (als Folgestadium von C)

bzw. Vertrocknen (als Folgestadium von N) des ganzen Blattes von der Spitze her (Abb. 5 — mittlere Blätter).

Die verschiedenen der hier beschriebenen Farb- und Strukturveränderungen des normalen Blattgewebes, wie sie in Verbindung mit den mittleren Infektionstypen 0, I, II und III als Reaktionsweisen auf die Infektion durch die verschiedenen Meltaurassen zustande kommen, sind als sekundäre Resistenzmerkmale der betreffenden Gerstenvarietät aufzufassen. Sobald der Pilz durch seine Haustorien die Zellen der Wirtspflanze angreift, erfolgt bei mäßig resistenten Sorten eine von Fall zu Fall ganz spezifische Abwehrreaktion, die sich bei großen Infektionsdichten in einem chlorotischen oder nekrotischen Zerfall ganzer Zellkomplexe äußert. Durch diese Veränderung des Blattgewebes wird

bei sehr schwacher Infektion der Pilz zwar in der Regel „eingekapselt“ und je nach Sorte mehr oder weniger vollkommen abgewehrt, bei größeren Infektionsdichten, wie sie bei künstlichen Gewächshausinfektionsversuchen zur Anwendung gelangen, wird aber die Wirtspflanze selbst durch diese Reaktion stark in Mitleidenschaft gezogen, unter Umständen sogar ebenso stark wie eine anfällige Pflanze durch die Folgen des starken Befalles. Es erhebt sich demnach die Frage, ob die mit den beschriebenen nekrotischen oder chlorotischen Veränderungen des Blattes verbundenen mittleren Resistenzgrade für die praktische Züchtung überhaupt von Bedeutung sind. Nachdem wir bei stärkerem Befall auch im Freiland bei den in Frage stehenden Varietäten stärkere Blattnekrosen oder -chlorosen feststellen konnten, halten wir es für angebracht, alle Formen von der praktischen Züchtung auszuschalten, die bei der Infektion im Gewächshaus auffallend stark durch Chlorosen oder Nekrosen reagieren, was sich in einem frühzeitigen und schnellen Vergilben, Verwelken oder Vertrocknen der ganzen Blattfläche oder größerer Teile zu erkennen gibt (Abb. 5 — Sorte 4, 5, 6).

III. Die physiologische Spezialisierung des Gerstenmeltaues (Biotypenfrage).

Wie bei vielen anderen Erregern parasitärer Pilzkrankheiten, die man durch Resistenzzüchtung zu bekämpfen sucht, haben wir auch beim Getreidemeltau zunächst mit einer Aufteilung der Pilzart in die formae speciales (f. sp.) *secalis*, *avenae*, *tritici* und *hordei* zu rechnen, also mit Unterarten des Pilzes, die an die entsprechenden 4 Getreidearten angepaßt und gebunden sind. Ein Übergang einer dieser 4 f. sp. von der ihr zugehörigen auf eine andere Getreideart, wie er von HAMMARLUND (2) für die f. sp. *tritici* auf *Hordeum* beobachtet wurde, konnte nach unseren Versuchen unter Gewächshausbedingungen bis jetzt nicht festgestellt werden, so daß wir zeitweise schon mit den f. sp. *hordei* und *tritici* im gleichen Gewächshaus gearbeitet haben, ohne daß wir Anzeichen gegenseitiger Beeinflussung wahrgenommen hätten. In dieser Hinsicht stellen sich also der Meltauresistenzzüchtung keine Schwierigkeiten in den Weg. Noch nicht geklärt ist allerdings die Frage, ob in der Natur

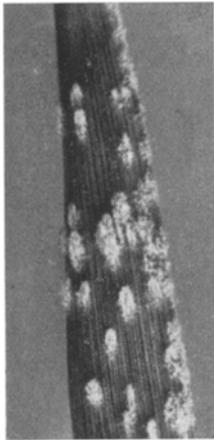


Abb. 2.  
„Vollinfektion“ (Typus IV).



Abb. 3.  
„Subinfektion“ (Typus I—II,  
S, C).



Abb. 4. Gewebezerrfall  
durch Nekrose (Typus  
O (—I) N, W).

Übergänge der an die Getreidearten sowie ihre Primitiv- und Wildformen angepaßten f. sp. auf bestimmte Arten anderer wildwachsender Gramineen möglich sind.

Von grundlegender Bedeutung für die Meltauimmunitätszüchtung ist dagegen die Tatsache, daß die f. sp. der Art *Erysiphe graminis*, ähnlich wie dies für die Getreideroste schon seit längerer Zeit bekannt ist, weiter in „physiologische Rassen“ (sogen. Biotypen) als kleinste systematische Einheiten des Pilzes aufgespalten sind. Vorläufig ist das Vorkommen physiologischer Rassen für die f. sp. hordei und tritici nachgewiesen. Auf Grund umfangreicher Versuche (MAINS u. DIETZ 7, MAINS u. MARTINI 8, HONECKER 4, 5, 6, TIDD 11) wurden in Amerika bis jetzt insgesamt 7 Rassen (1—7), in Deutschland 9 Rassen (A bis J) isoliert und beschrieben. Da zur Bestimmung der amerikanischen und deutschen Meltaurassen verschieden zusammengesetzte Testsortimente herangezogen wurden, läßt sich eine Identität dieser Rassen nicht nachweisen. Im Interesse der weiteren Forschung wäre bei *Erysiphe graminis hordei* eine internationale Einigung bezüglich des zu verwendenden Testsortiments anzustreben.

Durch langjährige umfangreiche Infektionsversuche an einem insgesamt etwa 600 Varietäten umfassenden Gerstensortiment habe ich nach vorausgehenden Tastversuchen (HONECKER 4, 5) ein Testsortiment von 5 Grundsorten und 3 Ergänzungssorten aufgestellt, das vorläufig unseren Anforderungen gerecht wird (HONECKER 6). Aus der Übersicht 1 ist die Reaktion dieses Standardsortiments auf eine zu gleicher Zeit im gleichen Gewächshaus bei 15—20°C erfolgte Infektion mit den bisher ermittelten Meltaurassen ersichtlich. Die Impfung erfolgte dabei durch Aufstreichen der Konidien suspensionen mittels Haarpinsels auf beide Seiten des Keimblattes der Versuchspflanzen, wobei der Wachselag, um gleichmäßige Benetzung zu erzielen, zwischen den Fingern abgerieben wurde.

In der Übersicht 1 sind die 9 Rassen in drei Gruppen angeordnet, und zwar auf Grund ihrer Aggressivität gegenüber den Testsorten Hohenfinower vierzeilig, Weihenstephaner CP 127422 und *Hord. spont. nigr.* Die Gruppe 1 umfaßt die Meltaurassen A, H, J, D und ist in erster Linie durch den starken Befall der Hohenfinower vierzeil. gekennzeichnet. Die Gruppe 2 enthält die Rassen B, G, E, C, welche neben der für sämtliche Rassen stark anfälligen Sorte Hohenfinower auch die Weihenstephaner CP stark zu infizieren vermögen, während *Hord. spont. nigr.* mit Infektionstypus 1 reagiert. Die Gruppe 3

wird vorläufig nur durch die Rasse F repräsentiert und ist durch starken Befall der drei ersten Standardsorten gekennzeichnet. Innerhalb der beiden Gruppen 1 und 2 sind die jeweiligen vier zusammengehörigen Rassen wieder nach aufsteigender Pathogenität gegenüber der Varietät Dalmatinische Ragusa geordnet.

Die 9 physiologischen Rassen der Übersicht 1 wurden im Laufe mehrjähriger Untersuchungen aus einer großen Anzahl von Meltauerkünften isoliert, welche aus den verschiedenen Gegenden Deutschlands und angrenzender Länder gesammelt wurden. In sämtlichen Herkünften wurde die Rasse A entweder ausschließlich oder doch in weitaus überwiegendem Anteil vorge-

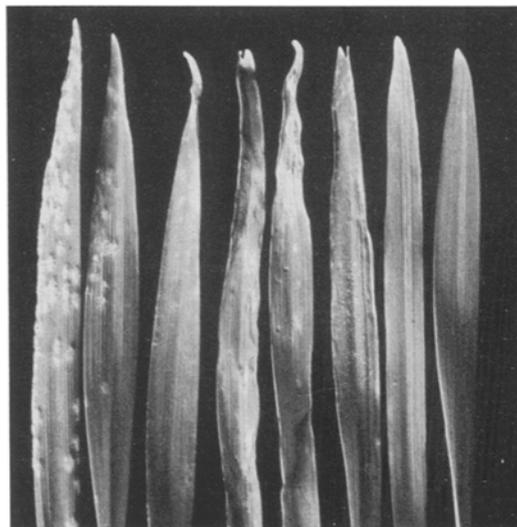


Abb. 5. Charakteristische Infektionstypen.

funden. Sie stellt also die Haupttrasse dar, welche die bisherigen von Jahr zu Jahr mehr oder minder schweren Schädigungen unserer Gerstenbestände fast ausschließlich verursacht hat. Die mengenmäßige Vorherrschaft der Haupttrasse A ist sehr groß und läßt sich zahlenmäßig auch nicht annähernd schätzen. Würde man von befallenen Pflanzen der heute in Deutschland zum Großanbau zugelassenen Winter- oder Sommergerstensorten, die durchwegs stark anfällig für A sind, wahllos Einsporkulturen isolieren, so würde wohl kaum eine andere Rasse als A getroffen werden. Die weiteren 8 Meltaurassen B—J konnten denn auch nur mittels der von uns angewandten „Fangsorten-Methode“ erfaßt werden, die darauf beruht, daß man in zahlreiche Anbauggebiete inmitten großer und nach Möglichkeit stark von der Haupttrasse befallener Gerstenbestände bestimmte Gerstensorten in

kleineren Parzellen anbaut, die A-immun sind, den übrigen Meltaurassen gegenüber aber ein stark divergierendes Verhalten zeigen (Fangsorten).

Wenn nun mit der Hauptrasse A auf den stark von A befallenen Pflanzen des Großanbaues andere Rassen in so verschwindend geringem Verhältnis vorkommen, daß ein direktes Erfassen praktisch aussichtslos ist, so werden diese Rassen je nach ihrer Pathogenität auf einer der Fangsorten nach einer gewissen Zeit einen, ihrem Mischungsverhältnis mit der Hauptrasse A entsprechenden, mehr oder minder schwachen Befall erzeugen. Die auf stark A-anfälligen Gerstensorten des Großanbaues im Verborgenen neben der Hauptrasse A vorkommenden Rassen werden also auf den Fangsorten, bei denen die Konkurrenz mit der offenbar sehr virulenten Hauptrasse A ausgeschaltet ist, sichtbar und können nun mit Leichtigkeit isoliert werden.

Als geeignete Fangsorte stand uns zuerst nur die Weihenstephaner meltauresistente Sommergerste (CP 127422) zur Verfügung, die nach Übersicht 1 gegen die seinerzeit nur allein bekannte Meltaurasse A immun ist. Mit ihrer Hilfe wurde 1932 (HONECKER 4) ganz folgerichtig die Rasse B „eingefangen“. Die zunächst sehr schmerzliche Tatsache, daß die Weihenstephaner meltauresistente für B stark anfällig ist (siehe Übersicht 1), zwang uns nach B-resistenten Gerstenvarietäten Umschau zu halten, um die B-Immunität mit den übrigen wertvollen Eigenschaften unserer Neuzüchtung zu kombinieren. Aus einer Dalmatinischen Landgerste (Ragusa) konnten auf Grund von Sortimentprüfungen mit der neuen Meltaurasse B bald verschiedene Linien mit den gewünschten Resistenzmerkmalen durch Formentrennung isoliert werden. Verschiedene dieser Ragusa-Stämme waren A- und B-immun und nach den obigen Ausführungen wie geschaffen, um als weitere Fangsorte in unseren Meltauherkunftsprüfungen verwendet zu werden.

1934 wurde in Weihenstephan und Umgebung eine neue Meltaurasse D durch die Fangsorte Ragusa in 3 Fällen isoliert, nachdem kurz zuvor bereits Rasse C ebenfalls durch Ragusa aus einem auf CP 127422 in Irlbach eingefangenen Befall, der vorwiegend die Rasse B verkörperte, sichtbar gemacht und rein gezüchtet worden war. Im darauffolgenden Jahr 1935, in dem sowohl CP 127422 als auch Ragusa als Fangsorten an zahlreichen über ganz Deutschland verteilten Orten angebaut waren, konnte Rasse B 10 mal und Rasse D 7 mal, also zwar schon ziemlich oft, aber, was bemerkenswert ist, immer

nur in ganz geringen Spuren mit der Hauptrasse A vergesellschaftet gefunden werden. Auch im Jahre 1936 konnte B häufiger (14 mal) als D (7 mal) eingefangen werden. Wenn auch die Aggressivität der beiden Rassen B und D grundlegend verschieden ist (siehe Übersicht 1), so rechnen wir doch diese beiden Rassen auf Grund ihres ähnlichen Vorkommens und ihrer Verbreitungsweise zur gleichen Kategorie und bezeichnen sie im Gegensatz zur Hauptrasse A als „Nebenrassen“.

Rasse C wurde erstmals 1934 aus der Herkunft Ackermann-Irlbach und ein zweites Mal 1936 aus der Herkunft Heine-Hadmersleben isoliert.

Rasse E konnte 1935 in der Herkunft Münchenberg-Mark festgestellt werden.

Rasse G war 1936 in der Meltau population Braunschweig-Gliesmarode enthalten.

Rasse H wurde 1936 aus der Herkunft Heine-Hadmersleben gewonnen.

Rasse J stammt aus der Herkunft Breslau-Schwoitzsch.

Rasse F ist in einem Weihenstephaner Gewächshaus aus einem Ramsch verschiedener Meltauherkünfte, vermutlich durch Mutation, neu entstanden (HONECKER 6).

Die Rassen C, E, G, H, J, denen vorläufig für die praktische Züchtung keine Bedeutung zukommt, fassen wir ebenfalls in einer besonderen Kategorie zusammen und bezeichnen sie, da sie zum Unterschied von den häufiger anzutreffenden Nebenrassen B und D nur ganz vereinzelt zufällig gefunden wurden, als „Zufallsrassen“. Als eine weitere gemeinsame Besonderheit dieser Zufallsrassen ist bemerkenswert und sicher auch charakteristisch, daß sie aus Pilzpopulationen isoliert wurden, die von wissenschaftlichen Instituten oder von namhaften Gerstenzüchtern eingesandt wurden, also von Versuchsfeldern, auf denen ständig umfangreiche Gerstensortimente der verschiedensten systematischen Stellung angebaut werden. Diese Befunde weisen, in Übereinstimmung mit den diesbezüglichen Verhältnissen beim Gelbrost (GASSNER und STRAIB 1) darauf hin, daß die Möglichkeit zu einer weitgehenden Rassendifferenzierung der parasitischen Pilze besonders dann gegeben ist, wenn ein möglichst umfangreicher und genetisch verschieden veranlagter Wirtspflanzenkreis zur Verfügung steht.

Umgekehrt bestehen zwischen der Ausdehnung bestimmter Gerstensorten im Großanbau und deren näherer oder entfernterer Verwandtschaft offensichtliche Beziehungen zur Verbreitung der Meltaurassen. Nach den obigen Feststellungen in Sortimentsgärten kann ange-

nommen werden, daß ursprünglich in den Gentren bei der dort bestehenden Formenmannigfaltigkeit der Gerste auch eine vielfältig differenzierte Rassenflora des Meltaues bestanden hat. Diese Klonpopulationen des Pilzes mußten aber im Laufe längerer Zeiträume in ihrer Pathogenität um so einheitlicher geworden sein, je mehr die Formenfülle der Wirtspflanzen zurückgegangen ist. Daß wir es gegenwärtig beim Meltau der Gerste praktisch nur mit einer einzigen Rasse, der Hauptrasse A, zu tun haben, hängt offensichtlich mit der weitgehenden Formenverarmung der heute im Großanbau befindlichen Sorten zusammen.

Dieser angedeutete Entwicklungsverlauf setzt allerdings voraus, daß die gegenwärtige Hauptrasse A, an die zur Zeit im Großanbau befindlichen Gerstensorten in jeder Hinsicht besser angepaßt ist wie die übrigen Rassen. Wenn auch sämtliche 9 bis jetzt gefundenen Meltaurassen als Reinkulturen unter Gewächshausbedingungen die Mehrzahl der heutigen Marktorten stark bis sehr stark befallen, so kann ihre Anpassung trotzdem eine sehr verschiedene sein. Es ist hier zu scheiden zwischen der konstanten parasitischen Befähigung oder Reichweite (Aggressivität) der Pilzrassen, wie sie durch die im Gewächshaus ermittelten Infektionstypen ausgedrückt wird und ihrer im Konkurrenzkampf mit der jeweiligen Wirtspflanze und anderen evtl. gleichzeitig anwesenden Pilzbiotypen unter wechselnden Umweltbedingungen im Freiland von Fall zu Fall verschiedenen Virulenz.

Die bessere Anpassung der Hauptrasse A, die sich in ihrem weitaus überwiegenden Vorherrschen dokumentiert, könnte auch klimatisch durch eine unterschiedliche Kälteresistenz der einzelnen Meltaurassen bedingt sein, in der Weise, daß die Hauptrasse in der vegetativen Phase als Mycel oder Konidien auf Wintergerste die Unbilden kälterer Winter besser übersteht wie die anderen Rassen. Die von Jahr zu Jahr wechselnde Häufigkeit des Vorkommens der beiden Nebenrassen B und D läßt vermuten, daß dieselben nach strengen Wintern immer wieder zurückgedrängt werden. Die Zufallsrassen scheinen, entsprechend der Seltenheit ihres Auftretens, zur Erhaltung ihrer Art durch Überwinterung im Freiland sogar weitgehend auf generative Fortpflanzung durch Perithezien angewiesen zu sein, welche letztere wiederum sehr selten und nur unter ganz bestimmten uns noch unbekanntem Bedingungen ausgebildet werden. Die hier angeschnittenen physiologischen Probleme, die aufs engste mit der bei

*Erysiphe graminis* noch vollkommen ungeklärten Sexualität in Zusammenhang stehen, harren allerdings noch der wissenschaftlichen Beweisführung.

Unter Berücksichtigung der vorausgehend erörterten Eigenart der bis jetzt gefundenen Rassen und ihrer mengenmäßigen Verbreitung stellt sich die Spezialisierung des Gerstenmeltaues, vom Standpunkt der praktischen Resistenzzüchtung gesehen, verglichen mit den diesbezüglichen Verhältnissen bei den Getreiderosten, vorläufig als relativ einfach dar. Wenn die gegenwärtig durch Meltaubefall verursachten Schäden auch fast ausschließlich durch die Hauptrasse A hervorgerufen werden, so muß bei der Resistenzzüchtung doch die Möglichkeit in Rechnung gestellt werden, daß mit der Verbreitung A-immuner Neuzüchtungen eine der beiden Nebenrassen die Rolle der jetzigen Hauptrasse übernimmt. Durch unsere Meltauherkunftsprüfungen haben wir nachgewiesen, daß diese Nebenrassen, wenn auch vorläufig nur in Spuren, mit A vermischt, so doch immerhin schon weitverbreitet sind. Nach den Erfahrungen bei der züchterischen Bekämpfung anderer Pilzkrankheiten (*Phytophthora* der Kartoffel, Getreideroste) wissen wir, daß die Verbreitung resistenter Neuzüchtungen im Großanbau und das Verschwinden älterer anfälliger Sorten auch starke Verschiebungen in der Rassenzusammensetzung der Krankheitserreger im Gefolge haben kann, so daß mitunter die schon greifbaren Erfolge jahrelanger Züchtungsarbeit wieder in Frage gestellt werden. Nachdem in dieser Hinsicht die Resistenzzüchtung nachgerade genug bittere Enttäuschungen erfahren hat, müssen wir bei den zukünftigen Arbeiten von vornherein durch gründliches Studium der Spezialisierungsverhältnisse und deren fortlaufende Kontrolle bestrebt sein, dieser Gefahr möglichst vorzubeugen. In der Meltauresistenzzüchtung bei Gerste haben wir demzufolge neben der Hauptrasse A in erster Linie die beiden Nebenrassen B und D zu berücksichtigen. Einen Sicherheitsfaktor wird es darstellen, von den Zufallsrassen noch die Rasse C wegen ihrer großen Aggressivität beizeiten ins Auge zu fassen.

#### IV. Sortenverhalten und Vererbungsverhältnisse.

Das Weihestephaner Gerstensortiment umfaßt etwa 600 Sommer- und Wintergersten-Varietäten der verschiedensten systematischen Stellung und Herkunft. Dabei sind die neuerdings von der Deutschen Hindukusch-Expedition gesammelten Proben, welche zum größten

Teil, wenigstens in physiologischer und pathologischer Hinsicht, Populationen darstellen, nicht einbegriffen. Im Laufe der letzten 3 Jahre habe ich das ganze uns zur Verfügung stehende Sortenmaterial planmäßig unter den bereits beschriebenen Gewächshausbedingungen mit verschiedenen Meltaurassen, die ich nach und nach für Deutschland festgestellt habe, infiziert und ihr Verhalten geprüft. Diese Sortimentsprüfungen mußten neben den zur Klärung erbanalytischer Fragen sowie der praktischen Züchtung dienenden Infektionsversuchen durchgeführt werden. Ein gleichzeitiges Arbeiten mit verschiedenen Meltaubiotypen im großen hat sich wegen der außerordentlichen Vermischungsgefahr als unmöglich erwiesen. Die Sortimentsuntersuchungen erstrecken sich aus diesem Grunde über mehrere Jahre und mußten auch zu verschiedenen Jahreszeiten vorgenommen werden. Da sich dabei die Temperatur- und vor allem die Belichtungsverhältnisse nicht für alle Versuchsreihen absolut gleich gestalten ließen, sind bei den mitunter etwas labilen mittleren Infektionstypen kleinere Verschiebungen nach unten oder oben möglich.

Beim Vergleich der in den Übersichten 1 und 2 zusammengestellten Infektionsergebnisse ist ferner zu berücksichtigen, daß bei der Bestimmung physiologischer Rassen (Tabelle 1) die Versuchspflanzen im Einblattstadium einer einmaligen starken Infektion durch Aufstreichen einer Konidienaufschwemmung unterworfen wurden, während bei Sortimentsuntersuchungen (Tabelle 2) die Infektion durch Abstäuben stark befallener Pflanzen, die über den Gewächs-

haustischen aufgestellt sind, erfolgt. Um dabei rechtzeitig einen genügend dichten Befall zu gewährleisten, muß das Bestäuben mit Konidien bereits beim Auflaufen der Gerste einsetzen und bis zum Zeitpunkt der Beurteilung fortgesetzt werden. Durch die verschiedenartigen Infektionsmethoden können bei der gleichen Sorte in den Tabellen 1 und 2 gewisse Abweichungen, besonders bei mittleren Infektionstypen bedingt sein.

Die untersuchten Varietäten kann man nach ihrem Resistenzverhalten in folgende Anfälligkeitsgruppen einteilen:

1. Für sämtliche Rassen stark anfällig (etwa 71% aller Sorten).

2. Für die Mehrzahl der Rassen stark anfällig, für einzelne Rassen schwächer anfällig bis mäßig resistent (16%).

3. Für alle Rassen schwach anfällig bis mäßig resistent (3,5%).

4. Für alle Rassen mäßig resistent (2,5%).

5. Für alle Rassen sehr resistent (0,7%).

6. Für einzelne Rassen immun oder höchstresistent, für andere stark anfällig (6,3%).

(Die Tabellen 1 und 2 enthalten typische Vertreter der einzelnen Gruppen.)

Eine ausführliche Wiedergabe von Einzelergebnissen ist im Rahmen vorliegender Arbeit nicht möglich. Als Kreuzungseltern für die Meltauresistenzzüchtung kommen überdies nur einzelne Sorten in Betracht, deren Verhalten im folgenden näher beschrieben werden soll. Es muß vorausgeschickt werden, daß das letzte Ziel der Resistenzzüchtung, die Kombination einer möglichst vielseitigen Resistenz mit sämtlichen

Tabelle 1.

Testsorte	Meltaurasse:								
	A	H	J	D	B	G	E	C	F
1. Hohenfinower 4 zlg. Som.-Gerste . . . . .	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
2. Weihenstephaner CP 127 422 (2 zlg. Som.-Gerste).	i	i(-I)	i	i	IV	IV	IV	IV	IV
3. <i>Hordeum spontaneum nigrum</i> (H. 204 Münchebg.)	i	i	i	i	i	i	i	i	IV
4. Gopal C. J. 1091 (2 zlg. viol. Nacktg.) . .	O n, C	O n, C	O n, C	O n, C	O n, C	O n, C	O n, C	O n, C	O n, C
5. Dalmat. Ragusa D R 34-40 (4 zlg. Wechselgst.)	i(-O) (n)	II-III (n) S	III (cc) S	IV(-III) (n) S	O (n)	O-I (nn)	I-II (n) S	IV(-III)	i-O (nn)
6. Schweden 860 (2 zlg. Som.-Gerste . . .	IV	II (n-C) S	IV	IV	IV	IV	IV	IV	II-III (n-C) S
7. Samaria (4 zlg. Som.-Gerste) . . .	I-II n	III n	I-II n-N	II n	II nn	III n-C	I-II n	III n	II n
8. Peruvian C. J. 939/d (4 zlg. Som.-Gerste . . .	I-II (n) S	IV	IV	IV	IV	II (n) S	IV	I-II (n) S	I-II (n) S
Rassengruppe	1			2			3		

anderen Ertrags- und Qualitätsmerkmalen sehr schwer und in der Regel nur schrittweise zu erreichen ist. Von resistenten Neuzüchtungen muß verlangt werden, daß sie auch in Jahren ohne nennenswertes Krankheitsauftreten mit den derzeitigen Spitzensorten Schritt halten können. Es hieße ferner vom Regen in die Traufe kommen, wenn z. B. die Meltauresistenz auf Kosten einer höheren Rostanfälligkeit ginge. Um den praktischen Gerstenzüchtern Fingerzeige zur Erreichung der vorausgehend angedeuteten Zuchtziele zu geben, soll bei der nachfolgenden Sortencharakteristik auch das Meltauverhalten verschiedener Gerstenvarietäten berücksichtigt werden, die als Kreuzungseltern zur Kombination der Meltauresistenz mit den bei Gerste zu beachtenden Rostarten, Zwergrost (*Puccinia simplex*) und Gelbrost (*Puccinia glumarum*), in Betracht kommen (vgl. auch STRAIB 10).

Für die praktische Resistenzzüchtung gegen Meltau kommen als Kreuzungseltern nur wenig Gerstensorten in Frage, wobei je nach Zucht- richtung — ob Sommer- oder Wintergerste, Brau- oder Futtergerste — jeweils nur Kreuzungen mit ganz bestimmten Varietäten in absehbarer Zeit einen praktischen Züchtungserfolg versprechen. So können beispielsweise die Sorten 1—8 in erster Linie für die Braugerstenzüchtung empfohlen werden, während für die Wintergerstenzüchtung, entsprechend ihrer systematischen Stellung und physiologischen Eigenart, hauptsächlich die Varietäten 10—12 in Betracht zu ziehen wären. Bei Kreuzungen der vorgenannten Sorten mit geeigneten Kreuzungspartnern aus der zugehörigen Gebrauchsrichtung ist das jeweilige primäre Zuchtziel, im einen Fall also eine meltauresistente Braugerste, im andern Fall eine meltauresistente Wintergerste in einem Kreuzungsgang erreichbar. Die auf diese Weise erzielten Neuzüchtungen werden selbstverständlich immer nur gegen eine beschränkte Anzahl von Meltaurassen resistent sein, entsprechend dem Verhalten des jeweiligen resistenten Kreuzungselterns. Resistenz gegenüber allen Meltaurassen läßt sich nur durch wiederholtes Einkreuzen bestimmter Gerstenvarietäten erreichen.

Gegen alle oder fast alle Meltaurassen immune bzw. mehr oder weniger weitgehend resistente Nachkommen sind theoretisch aus Kreuzungen mit den Varietäten *Hord. spont. nigr.*, Gopal C. J. 1093, Nigrate C. J. 2444, Arlington C. J. 702, Sulu C. J. 1022 und Austral 22 zu erwarten. Diese Varietäten weichen aber in morphologischer und physiologischer Hinsicht in sehr zahlreichen Merkmalen von unseren heutigen Kulturgersten ab, so daß es auch hier praktisch un-

möglich ist, in einem Kreuzungsgang sämtliche Ertrags- und Qualitätseigenschaften mit den verschiedenen Resistenzfaktoren zu kombinieren. Es bleibt hier als gangbarer Weg auch nur eine wiederholte Rückkreuzung der relativ brauchbaren resistenten Kreuzungsnachkommen mit wertvollen Kultursorten. Von Rückkreuzungen der  $F_1$ -Bastarde mit Kultursorten muß abgeraten werden. Wenn dieses Verfahren auch aus Gründen der Zeitgewinnung verlockend sein mag, so wird es gerade in diesem Fall als zu wenig planmäßig in der Regel nicht zum Ziele führen.

Die übrigen in der Tabelle 2 enthaltenen gegen alle Meltaubiotypen resistenten bis höchstens schwach anfälligen Gerstensorten kommen zwar für die Meltauresistenzzüchtung gegenüber den früher genannten erst in zweiter Linie in Frage. Da diese Varietäten aber gegen verschiedene Rassen der beiden Rostarten *Puccinia simplex* und *Puccinia glumarum*, welche Gerste stark befallen und schädigen können, mehr oder weniger widerstandsfähig sind, können Einkreuzungen dieser Sorten sich als notwendig oder wünschenswert erweisen. Sonderbarerweise besitzen gerade die als Kreuzungseltern für die Meltauresistenzzüchtung am wertvollsten erscheinenden Gerstensorten eine besonders hohe Anfälligkeit für bestimmte Roststrassen. Dies gilt vor allem für den Gelbrost, dessen Rasse 23 als typische Gersten-Gelbroststrasse sich in den letzten Jahren in Deutschland stärker ausgebreitet hat.

Unter den Sommergersten steht eine große Auswahl an praktisch gelbrostimmunen Kultursorten zur Verfügung, so daß jedem Gerstenzüchter, der sich mit der Meltauresistenzzüchtung befaßt, dringend geraten sei, gleichzeitig die Resistenz gegen die Gelbroststrasse 23 zu beachten. Wenn auch anfänglich aus der starken Gelbrostanfälligkeit der meisten meltauresistenten Gersten auf eine Koppelung dieser beiden Eigenschaften geschlossen wurde, so konnten wir in verschiedenen unserer Kreuzungen doch nachweisen, daß Meltau- und Gelbrostresistenz sich ohne besondere Schwierigkeiten vereinigen lassen.

Die bekannten Wintergersten sind im Gewächshaus und im Jugendstadium nach der Herbstsaat auch im Freiland stark gelbrost-anfällig. Die meltauresistenten Ragusa-Winterformen sind sogar im Hochsommer stark feld-anfällig, während die meisten bekannten Wintergersten im Freiland eine gewisse Sommerresistenz besitzen. Nur eine einzige Wintergerstenvarietät, eine Weihenstephaner zweizeilige Winterbraugerste HFT 374 02, aus einer Kreuzung

Tabelle 2. Das Verhalten verschiedener Gerstensorten gegenüber den Meltaurassen A—J sowie gegenüber der Gelbrostrasse 23 und der Zwergrostrasse 15, geprüft an Keimpflanzen im Gewächshaus.

Lfd. Nr.	Hordeum-Varietät (nach ATTERBERG)	Sortenbezeichnung	Meltaurassen										Puccinia		
			A	H	J	D	B	G	E	C	F	glum. R 23	simpl. R 15		
1.	<i>Horv. com. alb. dist. mut. A</i>	Goldfoil C. J. 928	O cc	i	i	i	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
2.	" " " "	Hanna C. J. 906	O cc	i	i	i	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
3.	" " " "	Pflugs Intensiv	i	i	i	i	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
4.	" " " "	Weihenstephan. CP 127 422	i	i	i	i	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
5.	" " " "	" CP 103 21	O cc—C	i	i	i	IV—III C, n, S	IV	IV	IV	IV	III (S)	IV	IV	IV
6.	" " " "	" PH 119 112	O cc	O cc	i	i	IV—III C, n, S	IV	IV	IV	III cc	II—III cc	IV	IV	IV
7.	" " " "	" HP 221 122	O cc	OO (n)	i	i	III—IV (n)	IV	IV	IV	IV	III—IV (cc)	i	IV	IV
8.	" " " "	" HP 239 310	O cc—C	OO (n)	i	i	III—IV (n)	IV	IV	IV	IV	III (cc)	O	IV	IV
9.	" " " "	Ragusa a (DR 350)	O (nn)	i	i	i	II—III (nn, S)	III S	II	II	O—I	O—I	III	III—IV	IV
10.	" " " "	Ragusa (DR 6—9)	i(—O)	I S(nn)	I	I—II	O	I—II (C)S	O—I	O—I	I—II	i	IV	IV	IV
11.	" " " "	Ragusa (DR 14)	i(—O)	II n(S)	II	II—III	i—O (nn)	O(—I) (nn)	O—I	O—I	IV	i(—I)	IV	IV	IV
12.	" " " "	Ragusa b (DR 34—40)	O (nn)	II (n)S	III(—IV)	III—IV	i—OO (nn)	O(—I) (nn)	O—I	O—I	IV	I cc	IV	IV	IV
13.	" " " "	H 204 (Müncheberg)	i	i	i	i	i	i	i	i—O	III(—IV)	III—IV	IV	IV	IV
14.	" " " "	Gopal C. J. 1091 (violett)	O n, C	O(—I) n(C)	O n, C	O n, C	O n(C)	O C, n	O C, N—n	O n, C	O n, C	O n, C	O	III—IV	IV
15.	<i>Horv. intermed. murtoni nigricansum</i>	Nigrate C. J. 2444	O(—I) n	I (n, S)	O—I (nn)	O—I (nn)	I (n)	O(—I)	O—I n	O(—I) (nn)	O(—I) (nn)	III—IV	III—IV	IV	IV
16.	" " " "	Arlington awnless CJ 702	I N, C	III—II C, n	I (n, C)	I (S, cc, nn)	II—III C, n	I (C), S	I—II n	I (S) cc, n	I (—II) C, n	I—II	I—II	III—IV	IV



zung Heils Franken  $H_1 \times$  Friedrichswerther Berg  $\times$  Tschermaks zweizeilige, hat von ihrem Sommergerstenelter Heils  $H_1$  die Gelbrostimmunität übernommen, so daß dieser Züchtung für die Gewinnung gelbrostresistenter Wintergersten Bedeutung zukommt.

Der Zwergrost (*Puccinia simplex*) setzt der züchterischen Bekämpfung wesentlich größere Schwierigkeiten entgegen. Während beim Gelbrost auf Gerste in Deutschland bisher nur die Rasse 23 im Freiland gefunden wurde (STRAIB 10), tritt der Zwergrost in zahlreichen Rassen auf, von denen verschiedene jahrgangswise und von Gebiet zu Gebiet mit wechselnder Stärke, vielfach auch in unterschiedlicher Mischung auftreten. Eine rassenspezifische Bekämpfung ist daher außerordentlich schwierig. In langjährigen Anbauversuchen konnten wir jedoch feststellen, daß verschiedene Sommergerstensorten, die im Gewächshaus gegen sämtliche Zwergrostrassen eine mittlere Resistenz aufweisen, im Freiland hochresistent sind, so daß diese Sorten zur Erzielung einer umfassenden Feldresistenz gegen Zwergrost Beachtung verdienen. Nach den bisherigen Ergebnissen unserer diesbezüglichen Versuche stellen sich jedoch auch hierbei erhebliche Schwierigkeiten in den Weg, weil die Gruppenresistenz gegen Zwergrost bei diesen Varietäten (es handelt sich dabei durchweg um Sommergersten der Varietät *Hord. tetrastichum*) sehr stark mit bestimmten Eigenschaften, wie Mehrzeiligkeit, grober Spelze usw. gekoppelt ist. Die genannten Koppelungen sind besonders bei der Braugerstenzüchtung hinderlich, während sie bei der Futtermastzüchtung weniger störend sind. Immerhin muß aber versucht werden, auf diesem verhältnismäßig einfachen Weg auch über den Zwergrost der Gerste Herr zu werden. Als Kreuzungseltern aus dieser Sortengruppe, die also gegenüber sämtlichen Meltaurassen sowie gegen die wichtigsten Rostbiotypen mehr oder weniger gewächshaus- oder feldresistent sind, seien die Varietäten Bolivia C. J. 1257, Weider C. J. 1021, Sulu C. J. 1022 und Austral 22 genannt.

Schließlich soll in diesem Zusammenhang noch auf die Sorten der Übersicht 2 aufmerksam gemacht werden, die zwar gegen sämtliche Meltaurassen ziemlich stark bis sehr stark anfällig sind, die aber als Kreuzungspartner mit sehr meltauraisistenten, aber gelbrostanfälligen Varietäten besondere Beachtung verdienen.

Auf Einzelheiten bezüglich der Vererbungsverhältnisse der Meltau- und Rostresistenz kann im Rahmen vorliegender Arbeit nicht eingegangen werden. Es sei nur kurz erwähnt, daß

die Vererbung der verschiedenen Immunitäts- und Resistenzfaktoren je nach Sorte und Meltaurasse monomer, dimer oder polymer sein kann, wobei die Widerstandsfähigkeit sich von Fall zu Fall als dominantes, rezessives oder auch intermediäres Merkmal erweist. Die Vererbung der Immunität (Typus I) erfolgt gewöhnlich monomer, während die Resistenzmerkmale (Typus 0, I, II) in der Regel polymer veranlagt sind, so daß sich komplizierte Aufspaltungen ergeben können. Bei oberflächlicher Betrachtungsweise vom Standpunkt der praktischen Züchtung scheinen vielfach einfachere Vererbungsverhältnisse vorzuliegen, als dies bei genauer Abgrenzung der Infektionstypen tatsächlich der Fall ist. Wenn dies durch Zusammenfassung benachbarter Befallklassen auch nur vorgetäuscht ist, so vereinfacht sich dadurch die praktische Resistenzzüchtung ganz wesentlich. Eine weitere Vereinfachung der Arbeit des praktischen Züchters ist dem Umstand zu verdanken, daß die Immunität bzw. Resistenz bestimmter Gerstensorten gegen mehrere Meltaurassen durch ein und denselben Faktor bedingt ist (Gruppenresistenz). Durch eine Prüfung der Resistenz von Kreuzungsnachkommen mit einer Meltaurasse kann deshalb das Verhalten gegen eine ganze Rassengruppe ermittelt werden. Eine ausführliche Veröffentlichung umfangreicher Studien zur Genetik der Meltauresistenz erfolgt demnächst an anderer Stelle.

#### Literatur.

1. GASSNER, G., u. W. STRAIB: Weitere Untersuchungen über biologische Rassen und über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (SCHM., ERIKSS, u. HENN.). Arb. biol. Reichsanst. 21, 1 (1934).
2. HAMMARLUND, C.: Zur Genetik, Biologie und Physiologie einiger Erysiphaceen. Hereditas (Lund) 4, 1—126 (1925).
3. HONECKER, L.: Beiträge zum Meltauproblem bei der Gerste mit besonderer Berücksichtigung der züchterischen Seite. Pflanzenbau 8, 4 (1931).
4. HONECKER, L.: Über die Modifizierbarkeit des Befalles und das Auftreten verschiedener physiologischer Formen beim Meltau der Gerste, *Erysiphe graminis hordei* MARCHAL. Z. Züchtg A 19, 4 (1934).
5. HONECKER, L.: Weitere Mitteilungen über das Vorkommen biologischer Rassen des Gerstenmeltaues, ihre Verbreitung in Deutschland und die sich daraus ergebenden Richtlinien für die Immunitätszüchtung. Züchter 7, 5 (1935).
6. HONECKER, L.: Die Bestimmung der physiologischen Rassen des Gerstenmeltaues (*Erysiphe graminis hordei* MARCHAL). Phytopathol. Z. 10, 2 (1937).
7. MAINS u. DIETZ: Physiologic forms of barley

mildew *Erysiphe graminis hordei* MARCHAL. Phytopathology 20 (1930).

8. MAINS u. MARTINI: Susceptibility of barley to leaf rust (*Puccinia anomala*) and to Powdery mildew (*Erysiphe graminis hordei*). U. S. Dep. Agric. Bull. 295, 33 (1932).

9. PAPE, H., u. B. RADEMACHER: Erfahrungen über Befall und Schaden durch den Getreidemeltau (*Erysiphe graminis* D. C.) bei gleichzeitigem Anbau

von Winter- und Sommergerste. Angew. Bot. 16, 3 (1934).

10. STRAIB, W.: Über Resistenz bei Gerste gegenüber Zwergrost und Gelbrost. Züchter 9, 12 (1937).

11. TIDD, J. S.: Studies concerning the reaction of barley to two undescribed physiologic races of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei* MARCHAL. Phytopathology 27, 51—68 (1937).

(Aus dem Mendel-Institut, Eisgrub.)

## Karottenzüchtung.

Von **Franz Frimmel.**

Der Name „Möhre“ ist abzuleiten von der *Mohrenblüte*, jener im Zentrum der Mitteldolde stehenden Blüte der Wildform, die durch ihre tief dunkle Färbung von dem Weiß der übrigen Blüten so auffallend absticht. Diese Mohrenblüte ist bekanntlich kleistogam, während alle anderen Blüten durch ihre Proterandrie auf Fremdbestäubung eingerichtet sind (1, 2).

Es ist sicher kein Zufall, daß diese selbstfertile, geschlossen abblühende Zentralblüte ihre merkwürdigen Eigenheiten im Zustande der Domestikation verloren hat, während gleichlaufend eine Hypertrophie des Speichersystems der Wurzel eingetreten ist, eine morphologische Veränderung, die physiologisch in einer Überernährung der Pfahlwurzel gipfelt.

Ebensowenig ist es ein Zufall, daß gerade unter den Pflanzen, deren *Früchte oder Samen* wir essen, die also in der Domestikation Merkmale erworben haben, die in einer morphologischen Hypertrophie, physiologisch gesprochen, in Überernährung der Blütenregion bestehen, ihre ursprüngliche Einstellung auf Fremdbefruchtung eingebüßt haben und Selbstbefruchter geworden sind. (Man denke an die Leguminosen, an die Getreidearten mit Ausnahme des Roggens, an die Tomate.) In allen diesen Fällen hängt zweifellos die Überernährung der Blütenregion, sozusagen als *Masterscheinung*, mit dem Verluste jener feinen physiologischen Reaktionsfähigkeit zusammen, welche zu einer Differenzierung zwischen eigenem und fremdem Pollen führt (3).

Im Blütenstande von *Daucus carota* ist die Terminalblüte des Mitteldöldchens vermöge ihrer Stellung ernährungsphysiologisch bevorzugt und diese gemästete Blüte zeigt den Überschuß an Nährstoffen äußerlich durch ihre Färbung (4), innerlich durch ihre Selbstfertilität an. Die domestizierten Varietäten mit ihrem übermäßigen Zustrom der Nährstoffe zur Wurzel setzen sozusagen selbst die bestplacierte Blüte

auf das Lebensminimum, diese verliert ihre vordem mit der Überernährung zusammenhängenden Eigenheiten, daher zeigen die domestizierten Varietäten die Erscheinung der Mohrenblüte nicht.

Es liegt daher in der Natur aller rübenartigen Kulturpflanzen, daß sie ausnahmslos Fremdbefruchter sind und demgemäß züchterisch behandelt werden müssen.

Die Auslese als Grundlage des Saatgutbaues kann bei Fremdbefruchtern naturgemäß nur Massenauslese sein; der panmiktische Bestand pflanzt sich als solcher von Generation zu Generation fort. Die Populationen von Fremdbefruchtern haben daher stets eine gewisse genotypische Variationsbreite, während die Variationsbreite reiner Linien von Selbstbefruchtern lediglich auf Modifikationen eines im ganzen Bestande gleichgearteten Genotypus besteht. Einengung des Stromes der genotypischen Varianten in das regulierte Beet eines Verwertungstypus ist Ziel der stetig durchzuführenden Massenauslese. Die Durchführung derselben bei der Karotte ist ein recht einfacher Vorgang, der sich bei Samenbau darauf beschränkt, die einjährigen Rüben in typenechte und solche zu sortieren, die sich von der Idealform des Typus allzu weit entfernen. Dies geschieht in praxi durch einfache Inspektion.

Verschärfung der Auslese kann im Bedarfsfalle eintreten durch zahlenmäßige Kontrolle der Wurzelform mittels eines Maßschemas, durch Wägungen, durch Bewertung des inneren Baues, indem die überwinterten Wurzeln kurz vor dem Auspflanzen quer durchschnitten werden und Fleischigkeit sowie Farbe, sei es subjektiv bewertet, sei es zahlenmäßig, erfaßt werden, schließlich durch Messung des Trockensubstanzgehaltes.

Mag die Methodik der Bewertung noch so sehr verfeinert werden, sie bleibt stets im Dienste der einfachen Massenauslese. Jeder