



Disclaimer: unless otherwise agreed by the Council of UPOV, only documents that have been adopted by the Council of UPOV and that have not been superseded can represent UPOV policies or guidance.

This document has been scanned from a paper copy and may have some discrepancies from the original document.

Avertissement: sauf si le Conseil de l'UPOV en décide autrement, seuls les documents adoptés par le Conseil de l'UPOV n'ayant pas été remplacés peuvent représenter les principes ou les orientations de l'UPOV.

Ce document a été numérisé à partir d'une copie papier et peut contenir des différences avec le document original.

Allgemeiner Haftungsausschluß: Sofern nicht anders vom Rat der UPOV vereinbart, geben nur Dokumente, die vom Rat der UPOV angenommen und nicht ersetzt wurden, Grundsätze oder eine Anleitung der UPOV wieder.

Dieses Dokument wurde von einer Papierkopie gescannt und könnte Abweichungen vom Originaldokument aufweisen.

Descargo de responsabilidad: salvo que el Consejo de la UPOV decida de otro modo, solo se considerarán documentos de políticas u orientaciones de la UPOV los que hayan sido aprobados por el Consejo de la UPOV y no hayan sido reemplazados.

Este documento ha sido escaneado a partir de una copia en papel y puede que existan divergencias en relación con el documento original.



TC/31/4

ORIGINAL: French/français/französisch

DATE / DATUM : 1994-10-21

INTERNATIONAL UNION
FOR THE PROTECTION OF
NEW VARIETIES OF PLANTS

UNION INTERNATIONALE
POUR LA PROTECTION
DES OBTENTIONS VEGETALES

INTERNATIONALER VERBAND
ZUM SCHUTZ VON
PFLANZENZÜCHTUNGEN

TECHNICAL COMMITTEE

Thirty-First Session

Geneva, November 2 to 4, 1994

COMITE TECHNIQUE

Trente et unième session

Genève, 2 - 4 novembre 1994

TECHNISCHER AUSSCHUSS

Einunddreissigste Tagung

Genf, 2. bis 4. November 1994

DEFINITION OF THE TERMS DESCRIBING THE REACTION OF PLANTS TO
PESTS AND PATHOGENS

DEFINITIONS DES TERMES DECRIVANT LA REACTION DES PLANTES AUX
RAVAGEURS ET AGENTS PATHOGENES

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN IN BEZUG AUF DIE REAKTION VON PLANZEN
AUF SCHAEDLINGE UND KRANKHEITSERREGER

Proposed by the Scientific Committee of the CTPS of France and
supported by the opinion of pathology experts in October 1993

Définitions proposées par le Comité scientifique du CTPS de la France
et appuyé de l'avis de spécialistes en pathologie en octobre 1993

Vom Wissenschaftlichen Ausschuss des CTPS, Frankreich, aufgrund der
Stellungnahme von pathologischen Sachverständigen
im Oktober 1993 vorgeschlagene Definition

REACTION OF PLANTS TO PESTS AND PATHOGENS

Definitions proposed by the Scientific Committee of the CTPS of France and supported by the opinion of pathology specialists, October 1993

Definition of the Terms describing the Reaction of Plants to Pests and Pathogens

- The definitions below concern exclusively the specific host-parasite pairs between which there exists compatibility. They do not concern non-recognition between partners amounting to incompatibility.
- There exist differing degrees of specificity in the host-parasite relations. The identification of that specificity generally requires the use of highly elaborate analytical means.
- Recognizing whether a plant is subject or not to parasites may depend on the analytical method.
- It is important, in general, to stress that the specificity of pests or pathogens may vary over time and space and that new pathogen races or new pest biotypes capable of overcoming a resistance may emerge.

The following Terminology may be adopted in this context:

Resistance:

The ability of a variety or of a mono-specific population to limit the activities of a given pest or pathogen throughout the whole or a part of a growing cycle. Several resistance levels may generally be defined.

Susceptibility

Susceptibility corresponds to a zero-resistance level of a variety or population with respect to a given pest or pathogen.

Tolerance:

Ability of a variety or population to tolerate the development of a pest or pathogen whilst displaying disorders that are without serious consequences for their growth, appearance or yield.

METHODS FOR ASSESSING DISEASE RESISTANCE

G. Doussinault, Scientific Committee of the CTPS, October 1993

Methods for Assessing Disease Resistance

Assessment of the level of plant resistance to diseases must be placed in the context of etiological and epidemiological studies.

A number of steps must be well understood:

1. Knowledge of the pathogen and its genetic variability resulting in the use of a perfectly known inoculum.
2. Inoculation and the disease development conditions.
3. Evaluation of the resistance level as a function of the age and physiological state of the plant by means of direct and indirect methods.

Knowledge of the Pathogen

Very similar symptoms may be caused by differing pathogens. Such is the case of foot rot and ear scab of wheat where two families of pathogens, Microdochium nivale and Fusarium sp., lead to very similar symptoms. The same applies to numerous viral diseases.

At intraspecific level, it is indispensable to know the virulence genes and the aggression level of the inoculum used.

The classic method is to carry out isolation, followed by identification. In order to go further, it is necessary to know the genetic structure of the inoculum (clone, population, etc.) and the virulence genes present in the genetic entity, by means of confrontation with a series of differential hosts. Considerable work remains to obtain knowledge and stability of the inoculums used in resistance analysis.

Moreover, recognition of the nucleic acids by means of specific initiators and the reproduction of nucleic acid markers for the genes involved in the pathogenic action by the use of the PCR technique may, in the long-term, assist significantly in obtaining knowledge of the inoculum that is to be used to carry out the virulence testing.

As an addition to other methods, the PCR techniques will probably make it possible to characterize an inoculum in a precise manner.

It is most important that once the inoculum has been characterized it should be maintained without modification and therefore strains that are cloned from a single haploid spore or viruses purified in plasmids or bacteria are used.

Reproduction of the inoculum may be effected on a nutritive medium in the case of necrotrophic parasites or on living plants in the case of obligate parasites. In the latter case, it is important that each strain of the pathogen be reproduced on the same universally susceptible plant genotype to ensure that the production conditions for the inoculum are comparable.

Inoculation and Development Conditions

The host-parasite relations must be well-known in order to determine the conditions that are necessary to carry out repetitive testing and to reveal the interaction between the plant and the pathogen.

For example, in the case of pepper, certain resistance genes to Phytophthora capsici are active up to 22 degrees C but are not effective at 32 degrees C, whereas others are effective at both temperatures.

The development of the plant's resistance must be taken into account. Specific resistance genes for wheat powdery mildew are expressed as of the two-leaf stage, after which a non-specific resistance occurs that may be partly revealed following vernalization and which is fully expressed at the adult stage.

Inoculation may be effected naturally by contact with infectious particles by spraying onto the plant or by mixing with the culture medium.

It may also be done by force, by injection, grafting, dodder bridge (mycoplasma, certain viruses), agro-infection with cDNA or tungsten particle bombardment. In such a way, a resistance factor may be short-circuited. In the case of fungi that act through the intermediary of a toxin, that toxin can be used to measure the resistance level. Such is the case of wheat ear scab caused by Fusarium graminearum and F. culurarium of which the toxins can be used to measure the survival of wheat callus.

Evaluation of the Resistance Level

The response to infection is sometimes of a qualitative nature, but is more frequently quantitative. It is necessary to be familiar with the epidemiology of a disease in order to characterize the various resistance factors that may emerge during the lifetime of the plant and the development process of the disease. It is necessary to reveal the various components capable of reducing the occurrence of the disease and to separately evaluate each of those elements.

Thus, resistance to powdery mildew in wheat measured by the significance of symptoms results from the effect of specific resistance genes that are expressed at the two-leaf stage and of a resistance that does not appear specific and that emerges progressively during the lifetime of the plant. In order to reveal the specific resistance genes, it is necessary to confront the various genotypes with a series of clones of the pathogen involved, Erysiphe graminis, having differing virulence genes and that enable the specific resistance genes and their associations to be revealed.

To assess resistance at the adult stage, it is necessary to confront the plant with a number of clones that possess the virulence genes capable of overriding the specific resistance genes present in the plant. Non-specific resistance is already partially installed after eight weeks of vernalization. Observations at that stage enable the resistance component that expresses in the adult stage to be forecast.

Palloix et al. were able to identify, through the examination of a large collection of genotypes in natural and artificial infection conditions, at least five elements of resistance that intervene at differing stages in the infection of pepper by the cucumber mosaic virus:

- partial resistance to transmission by vector aphids,
- a certain level of resistance to mechanical infection that limits the success frequency of inoculation,
- resistance to virus reproduction,
- resistance to virus migration through the plant,
- ability to display only weak symptoms, particularly in fruit.

Specific techniques have therefore to be developed to assess each component of resistance.

It is also possible to quantify the extent of the infection by serological tests in order to estimate the quantity of mycelium present in various parts of the plant.

Thus the study of pseudocercospora herpotrichoides has been undertaken in Germany by means of an ELISA test. The search for a specific fungus protein expressed in the infected plant constituted the preliminary stage to production of the serum.

Subsequently, the intensity of the ELISA test response, measured by absorbance of light, enables the quantity of mycelium present to be estimated since that intensity is an exponential function of the visual notation.

Conclusion

In order to assess the resistance level of plants to disease, it is first necessary to analyze and control the virulence and aggressivity characteristics of the pathogen. The use of molecular biology should enable characterization to be more precise and more rapid.

It is then necessary to have full knowledge of the epidemiology of the disease in order to assess the resistance level at each stage in the development of the disease.

The resistance level may also be modified by the safeguard phenomenon and by the growing of mixed genotypes.

Indeed, there exist varying levels of tolerance for a given level of resistance.

REACTIONS DES PLANTES AUX RAVAGEURS ET AGENTS PATHOGENES

**Définitions proposées par le comité scientifique du CTPS
appuyé de l'avis de spécialistes en pathologie
Octobre 1993**

Définitions des termes décrivant la réaction des plantes aux ravageurs et agents pathogènes

- Les définitions qui suivent concernent exclusivement des couples hôtes*parasites définis entre lesquels existent des relations de compatibilité. Elles ne concernent pas la non-reconnaissance entre les partenaires qui correspond à une incompatibilité.
- Il existe des degrés de spécificité au niveau des relations hôte*parasite. La mise en évidence de cette spécificité nécessite généralement la mise en oeuvre de moyens analytiques hautement élaborés.
- Le fait de reconnaître si un végétal est ou non parasité peut dépendre de la méthode d'analyse.
- Il est généralement important de souligner que la spécificité des ravageurs ou agents pathogènes peut présenter une variabilité dans le temps et dans l'espace et que de nouvelles races de pathogènes ou de nouveaux biotypes de ravageurs aptes à surmonter une résistance peuvent apparaître.

Dans ce contexte, la terminologie suivante peut être adoptée :

Résistance :

Aptitude d'une variété ou d'un peuplement monospécifique à limiter les activités d'un ravageur ou agent pathogène donné sur tout ou partie du cycle de végétation. Généralement, plusieurs niveaux de résistance peuvent être définis.

Sensibilité :

La sensibilité correspond à un niveau de résistance nulle d'une variété ou d'un peuplement face à un ravageur ou un agent pathogène donné.

Tolérance :

Aptitude d'une variété ou d'un peuplement à supporter le développement d'un ravageur ou agent pathogène tout en manifestant des désordres sans conséquence grave pour leur croissance, leur aspect ou leur production.

METHODES D'APPRECIATION DE LA RESISTANCE AUX MALADIES

G. DOUSSINAULT
Comité scientifique du CTPS
Octobre 1993

Méthodes d'appréciation de la résistance aux maladies

Pour pouvoir apprécier le niveau de la résistance des plantes aux maladies, il faut se placer dans la continuité des études étiologiques et épidémiologiques.

Quelques étapes doivent être bien maîtrisées :

1. La connaissance du pathogène et de sa variabilité génétique conduisant à l'utilisation d'un inoculum parfaitement connu.
2. L'inoculation et les conditions de développement de la maladie.
3. L'évaluation du niveau de la résistance en fonction de l'âge et de l'état physiologique de la plante par des méthodes directes et indirectes.

Connaissance de l'agent pathogène

Des symptômes très voisins peuvent être dus à des agents pathogènes différents. C'est le cas de la fusariose du pied et des épis du blé pour laquelle deux familles d'agents pathogènes : *Mycrodochium nivale* et *Fusarium* sp. sont les causes de symptômes très voisins. C'est le cas aussi de nombreuses maladies à virus.

A un niveau infraspécifique, il est indispensable de connaître les gènes de virulence et le niveau d'agressivité de l'inoculum employé.

La méthode classique consiste à pratiquer des isolements, suivi d'identification. Pour aller plus loin, il faut connaître la structure génétique de l'inoculum (clone, population, ..) et les gènes de virulence présents dans cette entité génétique, grâce à la confrontation avec une série d'hôtes différentiels. Il reste un gros travail pour assurer la connaissance et la stabilité des inoculums utilisés dans les analyses de la résistance.

Par ailleurs, la reconnaissance des acides nucléiques grâce à des amorces spécifiques et la multiplication des acides nucléiques marqueurs des gènes impliqués dans le pouvoir pathogène par utilisation de la technique PCR peut, à terme, aider largement à la connaissance de l'inoculum qui va servir à réaliser les tests de virulence.

En complément d'autres méthodes, les techniques de la PCR pourront vraisemblablement permettre de caractériser de manière précise un inoculum.

Il est très important une fois l'inoculum caractérisé de le maintenir sans modification, c'est pourquoi des souches clonées à partir d'une seule spore haploïde ou des virus purifiés dans des plasmides ou bactéries sont utilisés.

La multiplication de l'inoculum peut se faire sur un milieu nutritif dans le cas des parasites nécrotrophes ou sur des plantes vivantes dans le cas de parasites obligatoires. Dans ce dernier cas, il est important de multiplier chaque souche de l'agent pathogène sur un même génotype de plante universellement sensible pour que les conditions de production de l'inoculum soient comparables.

L'inoculation et les conditions de développement

Elle demande de bien connaître les relations hôte*parasite pour mettre au point des conditions permettant de réaliser un test de manière répétitive et de révéler les interactions entre la plante et l'agent pathogène.

Par exemple chez le piment, certains gènes de résistance à *Phytophthora capsici* sont efficaces à 22°C mais inefficaces à 32°C alors que d'autres sont efficaces à ces deux températures.

L'évolution de la résistance de la plante doit être prise en compte. Les gènes de résistance spécifiques à l'oïdium du blé s'expriment dès le stade deux feuilles, puis se met en place une résistance non spécifique que l'on peut révéler partiellement après vernalisation et qui s'exprime pleinement au stade adulte.

L'inoculation peut se faire de manière naturelle par mise en contact des particules infectieuses avec la plante par pulvérisation ou mélange au milieu de culture.

Elle peut se faire de manière forcée, par piqûre, greffage, pont cuscute (mycoplasme, certains virus), agroinfection avec cDNA ou bombardement avec particules de tungstène. Dans ces conditions, on peut court-circuiter un facteur de résistance.

Pour les champignons qui agissent par l'intermédiaire d'une toxine, on peut utiliser celle-ci pour mesurer le niveau de résistance. C'est le cas des fusarioses du blé provoquées par *Fusarium graminearum* et *F. culuratum* dont les toxines peuvent servir à mesurer la survie de calcs de blé.

Evaluation du niveau de résistance

La réponse à une infection est quelque fois de type qualitatif, mais le plus souvent quantitatif. Il faut bien connaître l'épidémiologie d'une maladie pour caractériser les différents facteurs de résistance qui peuvent se mettre en place au cours de la vie de la plante et du processus de développement de la maladie. Il faut révéler les différentes composantes capables de réduire l'incidence de la maladie et évaluer séparément chacun de ces éléments.

C'est ainsi que la résistance à l'oïdium chez le blé mesurée par l'importance des symptômes est la résultante de l'effet de gènes de résistance spécifique qui s'expriment au stade deux feuilles et d'une résistance qui ne semble pas spécifique et qui se met en place progressivement au cours de la vie de la plante. Pour révéler les gènes de résistance spécifique, il faut confronter les différents génotypes à une série de clones du pathogène responsable, *Erysiphe graminis*, ayant des gènes de virulence différents et permettant de révéler les gènes de résistance spécifique et leurs associations.

Pour apprécier la résistance au stade adulte, il faut confronter la plante à quelques clones possédant les gènes de virulence capables de contourner les gènes de résistance spécifique présents chez cette plante. La résistance non spécifique est déjà en partie en place après huit semaines de vernalisation. Des observations à ce stade permettent de prédire la composante de la résistance s'exprimant au stade adulte.

PALLOIX et al. ont pu identifier, grâce à l'examen d'une large collection de génotypes en conditions naturelles et artificielles d'infection, au moins cinq éléments de résistance intervenant à différentes étapes de l'infection du piment par le virus de la mosaïque du concombre :

- . une résistance partielle à la transmission par les pucerons vecteurs,
- . un certain niveau de résistance à l'infection mécanique qui limite la fréquence de réussite des inoculations,
- . une résistance à la multiplication du virus,
- . une résistance à la migration du virus dans la plante,
- . une aptitude à ne montrer que des symptômes faibles, en particulier sur les fruits.

Il s'agit donc de mettre au point des techniques spécifiques pour apprécier chacune des composantes des résistances.

On peut aussi quantifier l'importance d'une infection par des tests sérologiques qui vont permettre d'estimer la quantité de mycélium présente dans les différentes parties de la plante.

C'est ainsi que l'étude de *Pseudocercospora herpotrichoïdes* a été entreprise en Allemagne à l'aide d'un test ELISA. La recherche d'une protéine spécifique du champignon qui s'exprime dans la plante infectée a constitué une étape préliminaire à la réalisation du sérum.

Ensuite, l'intensité de la réponse du test ELISA mesurée par l'absorbance de la lumière permet d'estimer la quantité de mycélium présente, cette intensité est une fonction exponentielle de la notation visuelle.

Conclusion

Pour apprécier le niveau de résistance des plantes aux maladies, il faut d'abord analyser et maîtriser les caractéristiques de virulence et d'agressivité de l'agent pathogène. L'utilisation de la biologie moléculaire devrait permettre une caractérisation plus précise et rapide.

Il faut ensuite parfaitement connaître l'épidémiologie de la maladie pour apprécier le niveau de résistance à chaque étape du développement de la maladie.

Le niveau de résistance peut aussi être modifié par le phénomène de prémunition et par la culture de génotypes en mélange.

Par ailleurs, pour un niveau de résistance donné, il existe différents niveaux de tolérance.

REAKTIONEN VON PFLANZEN AUF SCHÄDLINGE UND KRANKHEITSERREGER

Vom wissenschaftlichen Ausschuss des CTPS, Frankreich, aufgrund der Stellungnahme von pathologischen Sachverständigen im Oktober 1993 vorgeschlagene Definitionen

Begriffsbestimmungen in bezug auf die Reaktion von Pflanzen auf Schädlinge und Krankheitserreger

- Die folgenden Definitionen betreffen ausschliesslich bestimmte Paare von Parasitenwirten, zwischen denen Kompatibilitätsbeziehungen vorhanden sind. Sie betreffen nicht die Nicht-Erkennung zwischen Partnern, welche einer Inkompatibilität entspricht.
- Auf Ebene der Parasitenwirt-Relationen bestehen Spezifizitätsgrade. Die Feststellung dieser Spezifität erfordert im allgemeinen den Einsatz von äusserst ausgefeilten analytischen Mitteln.
- Die Tatsache der Erkennung, ob eine Pflanze von Parasiten befallen ist oder nicht, kann von der Analysemethoden abhängen.
- Wichtig ist im allgemeinen zu unterstreichen, dass die Spezifität der Schädlinge oder Krankheitserreger eine zeitliche und räumliche Variabilität aufweisen kann und dass neue Pathogen-Rassen oder neue Schädlingsbiotypen auftreten können, die zur Ueberwindung einer Resistenz fähig sind.

Die folgende Terminologie kann in diesem Kontext angenommen werden:

Resistenz:

Fähigkeit einer Sorte oder einer monospezifischen Population, die Aktivitäten eines Schädlings oder eines bestimmten Krankheitserregers während des ganzen oder eines Teils des Vegetationszyklus einzuschränken. Im allgemeinen können mehrere Resistenzniveaus definiert werden.

Anfälligkeit:

Die Anfälligkeit entspricht einem Null-Resistenzniveau einer Pflanze oder einer Population gegenüber einem Schädling oder einem bestimmten Krankheitserreger.

Toleranz:

Fähigkeit einer Pflanze oder einer Population, die Entwicklung eines Schädlings oder eines Krankheitserregers unter Aufweisung von Störungen zu ertragen, welche für ihr Wachstum, ihr Aussehen oder ihre Vermehrung ohne schwerwiegende Folgen sind.

BEWERTUNGSMETHODEN DER RESISTENZ GEGEN KRANKHEITEN

G. Doussinault, Wissenschaftlicher Ausschuss des CTPS, Oktober 1993

Bewertungsmethoden der Resistenz gegen Krankheiten

Um das Resistenzniveau der Pflanzen gegenüber Krankheiten bewerten zu können, stützt man sich auf die Kontinuität ätiologischer und epidemiologischer Studien.

Hierbei sind einige Etappen zu beachten:

1. Die Kenntnis des Pathogens und seiner genetischen Variabilität führen zur Verwendung eines genau bekannten Inokulums.
2. Das Inokulum und die Entwicklungsbedingungen der Krankheit.
3. Die Bewertung - durch direkte und indirekte Verfahren - des Resistenzniveaus aufgrund des Alters und des physiologischen Zustands der Pflanze.

Kenntnis des Krankheitserregers

Sehr ähnliche Symptome können auf verschiedene Krankheitserreger zurückzuführen sein. So z. B. im Fall von Wurzelfäule und Blattschorf von Halm und Aehre bei Weizen, wo zwei Familien von Krankheitserregern: Mycrodochium nivale und Fusarium sp., die Ursachen von sehr ähnlichen Symptomen sind. Das gleiche gilt für zahlreiche Viruskrankheiten.

Auf infraspezifischer Ebene ist es unumgänglich, die Virulenzgene und das Aggressivitätsniveau des verwendeten Inokulums zu kennen.

Die traditionelle Methode besteht darin, Isolierungen mit anschließender Identifizierung vorzunehmen. Um weiterzugehen, muss man die genetische Struktur des Inokulums (Klon, Population ...) sowie die in dieser genetischen Einheit vorhandenen Virulenzgene kennen, u. z. dank der Konfrontation mit einer Reihe verschiedener Wirte. Viel Arbeit ist noch zu leisten, um die Kenntnis und die Stabilität des bei den Resistenzanalysen verwendeten Inokulums sicherzustellen.

Die Erkennung der Nukleinsäure dank spezifischen Anhubes und der Multiplizierung der Nukleinsäuremarker der durch die pathogene Fähigkeit betroffenen Gene durch die Verwendung des PCR-Verfahrens kann im übrigen, langfristig gesehen, zur Erkennung des Inokulums beitragen, das zur Realisierung der Virulenztests dienen wird.

Die PCR-Verfahren als Ergänzung von anderen Methoden werden wahrscheinlich erlauben, ein Inokulum auf präzisere Weise zu charakterisieren.

Nachdem ein Inokulum charakterisiert wurde, ist es sehr wichtig, es unverändert zu erhalten; deshalb werden aus einer einzigen haploiden Spore geklonte Stämme oder in Plasmiden gereinigte Viren oder Bakterien verwendet.

Die Vermehrung des Inokulums kann im Fall von nekrotrophen Parasiten auf einem Nährboden oder im Fall von obligatorischen Parasiten auf lebenden Pflanzen erfolgen. In letzterem Fall ist entscheidend, jeden Stamm des Krankheitserregers auf demselben, allgemein sensiblen Genotyp der Pflanze zu vermehren,

damit die Produktionsbedingungen des Inokulums vergleichbar sind.

Das Inokulum und die Entwicklungsbedingungen

Eine gute Kenntnis der Parasitenwirt-Relationen wird vorausgesetzt, um die Bedingungen auszuarbeiten, welche die Durchführung einer wiederholbaren Prüfung sowie die Aufdeckung der Interaktionen zwischen der Pflanze und dem Krankheitserreger erlauben.

So sind z. B. bei Paprika bestimmte Resistenzgene für *Phytophthora capsici* bei 22° C wirksam, aber bei 32° C unwirksam, wogegen andere bei beiden Temperaturen wirksam sind.

Die Entwicklung der Resistenz der Pflanze muss berücksichtigt werden. Die spezifischen Resistenzgene gegen Oidium (Mehltau) bei Weizen drücken sich ab dem Zweiblatt-Stadium aus, alsdann tritt eine nicht-spezifische Resistenz ein, die man teilweise nach der Vernalisation aufdecken kann und die sich im ausgewachsenen Stadium voll ausdrückt.

Das Inokulum kann auf natürliche Weise durch den Kontakt infizierter Partikel mit der Pflanze durch Pulversierung oder durch eine Mischung im Nährboden gemacht werden.

Es kann durch Forcierung - durch Einspritzung, Pfropfen, "Pont cuscute" (Mycoplasma, bestimmte Viren), Agrofizierung mit CDNS oder Bombardierung mit Wolfram-Partikeln angewandt werden. Unter diesen Umständen kann ein Resistenzfaktor umgangen werden.

Für Pilze, die über ein Toxin agieren, kann dieser verwendet werden, um das Resistenzniveau zu messen. Dies ist der Fall bei Fusariosen bei Weizen, die durch *Fusarium graminearum* und *F. culmorum* ausgelöst werden, deren Toxine zur Messung des Ueberlebens der Weizen-"Cals" dienen können.

Bewertung des Resistenzniveaus

Die Reaktion auf eine Infektion ist manchmal qualitativer Art, meistens aber quantitativ. Man muss die Epidemiologie einer Krankheit gut kennen, um die verschiedenen Resistenzfaktoren zu charakterisieren, die im Verlauf des Lebens der Pflanze auftreten können, sowie auch den Entwicklungsprozess der Krankheit. Man muss die verschiedenen Komponenten aufdecken, die die Krankheitshäufigkeit reduzieren können, und jedes dieser Elemente einzeln bewerten.

So ist die Resistenz gegen Oidium bei Weizen, gemessen aufgrund der Bedeutung der Symptome, das Ergebnis der Wirkung spezifischer Resistenzgene, die sich im Zweiblatt-Stadium ausdrücken, sowie einer Resistenz, die nicht spezifisch erscheint und sich im Laufe des Lebens der Pflanze allmählich aufbaut. Um die spezifischen Resistenzgene aufzudecken, müssen die verschiedenen Genotypen mit einer Serie verantwortlicher Pathogene, *Erysiphe graminis*, konfrontiert werden, welche unterschiedliche Virulenzgene haben und erlauben, die spezifischen Resistenzgene und ihre Assoziationen aufzudecken.

Um die Resistenz im ausgewachsenen Stadium zu bewerten, muss die Pflanze mit einigen Klonen konfrontiert werden, welche die Virulenzgene besitzen, die die in dieser Pflanze vorhandenen spezifischen Resistenzgene umgehen können. Die nicht-spezifische Resistenz ist zum Teil bereits nach acht Wochen Vernalisation vorhanden. Beobachtungen in diesem Stadium erlauben, die Resistenzkomponente vorherzusagen, welche sich im ausgewachsenen Stadium ausdrückt.

PALLOX et al. konnten dank der Prüfung einer grossen Sammlung von Genotypen unter natürlichen und künstlichen Infektionsbedingungen mindestens fünf resistente Elemente identifizieren, die in unterschiedlichen Infektionsstadien von Paprika durch das Gurkenmosaikvirus eintreten:

- teilweise Resistenz gegen die Uebertragung durch die Blattlausvektoren,
- ein bestimmtes Niveau der mechanischen Infektionsresistenz, die die Erfolgshäufigkeit von Inokulationen einschränkt,
- eine Resistenz gegen die Multiplizierung des Virus,
- eine Resistenz gegen die Wanderung des Virus in der Pflanze,
- eine Fähigkeit, insbesondere bei Obst nur schwache Symptome aufzuweisen.

Es geht also darum, spezifische Verfahren auszuarbeiten, um jede dieser Resistenzkomponenten zu bewerten.

Man kann die Bedeutung einer Infektion auch durch serologische Tests quantifizieren, die eine Schätzung der Quantität des in den verschiedenen Pflanzenteilen vorhandenen Myceliums erlauben.

So wurde in Deutschland mit Hilfe des ELISA-Tests die Untersuchung von Pseudocercospora herpotrichoides durchgeführt. Bei der Realisierung eines Serums wurde in einer Vorstufe nach einem spezifischen Protein des Pilzes geforscht, der sich in der infizierten Pflanze ausdrückt.

Die Intensität der Reaktion des ELISA-Tests, gemessen an der Lichtabsorption, erlaubt danach, die Quantität des vorhandenen Myceliums zu messen, weil diese Intensität eine Exponentialfunktion der visuellen Benotung ist.

Schlussfolgerung

Um das Resistenzniveau von Pflanzen gegen Krankheiten zu bewerten, müssen zunächst die Virulenz- und Aggressivitätsmerkmale des Krankheitserregers analysiert und beherrscht werden. Die Anwendung der Molekularbiologie sollte eine präzisere und schnellere Charakterisierung ermöglichen.

Alsdann muss man die Epidemiologie der Krankheit genau kennen, um das Resistenzniveau in jeder Entwicklungsphase der Krankheit zu bewerten.

Das Resistenzniveau kann auch durch das Phänomen der vorherigen Absicherung und durch die Kultur von Genotypen-Mischungen modifiziert werden.

Im übrigen sind für ein bestimmtes Resistenzniveau verschiedene Toleranzebenen vorhanden.

[End of document/
Fin du document/
Ende des Dokuments]