

PFLANZENGEUNDHEIT - EINE HERAUSFORDERUNG AND DIE PHYTOMEDIZIN

Friedrich SCHÖNBECK

Universität Hannover, Institut für Pflanzenkrankheiten und
Pflanzenschutz, Hannover, Herrenhäuserstrasse 2

KURZFASSUNG

Reduziert man den Pflanzenschutz auf die Dezimierung von Schaderreger- Populationen, dann können zahlreiche Probleme als gelöst gelten: Eine potente Pflanzenschutzmittelindustrie stellt Produkte bereit, die ausserordentlich wirksam sind und die - bei vorschriftsmässiger Anwendung - ökotoxikologisch als unbedenklich gelten können. Bei der Vielzahl zu testender Mittel sind weitere Fortschritte hier zu erwarten, ja unausbleiblich.

Bei aller Wichtigkeit, die dieser Form des Pflanzenschutzes gebührt, sie deckt nur einen Teil der Aufgaben der Phytomedizin ab, denn deren wichtigstes Ziel muss die Erhaltung der Pflanzengesundheit sein. Zwar sind gesunde Pflanzen weitgehend frei von Schaderregern, dies kann aber kein alleiniges und eindeutiges Indiz für einen guten Gesundheitszustand von Pflanzen sein. Er sollte vielmehr daran gemessen werden, wie weit Pflanzen unter der Einwirkung von Schadfaktoren ihr genetisches Leistungspotential noch realisieren können.

Angesichts ihrer Bedeutung verdient die Pflanzengesundheit vermehrte Aufmerksamkeit. Sie wird zunehmend tangiert u. a. durch

- den Zwang zu höheren Erträgen
- die erschwerte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (politisch bedingt)
- die höhere Belastung durch Umweltkontaminationen
- den Zwang zu höherer Produktivität (Ressourcenausnutzung).

Es werden Arbeiten aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz der Universität Hannover vorgestellt, die zum Ziel haben,

- a) Beeinträchtigungen der Pflanzengesundheit über eine Symptomausprägung hinaus zu erfassen und zu bewerten und
- b) Möglichkeiten zur Verbesserung der Pflanzengesundheit zu entwickeln, insbesondere über eine Aktivierung pflanzeigener Abwehrmechanismen.

IZVLEČEK

ZDRAVJE RASTLIN - IZZIV FITOMEDICINI

Če varstvo rastlin omejimo na zatiranje populacij povzročiteljev bolezni in poškodb, tedaj lahko štejemo, da so številni problemi rešeni. Uspešna industrija fitofarmaceutskih sredstev izdeluje pripravke, ki so izredno učinkoviti in ki so - ob predpisani uporabi - ekotoksikološko neproblematični. Pri velikem številu sredstev, ki so v testiranju, lahko skoraj neizbežno pričakujemo nadaljnji napredek.

Pri vsem pomenu, ki ga zasluži ta vrsta varstva rastlin, pa ta pokriva le del nalog fitomedicine, kajti njen najpomembnejši cilj mora biti ohranjanje zdravja rastlin. Sicer na zdravih rastlinah večinoma ni bolezenskih povzročiteljev in škodljivcev, to pa ne more biti edino in nedvomno znamenje za dobro zdravstveno stanje rastlin. To stanje bi morali meriti po tem, v kakem obsegu lahko rastline svoj genetski potencial uresničijo pod vplivom škodljivih dejavnikov.

Zaradi svojega pomena zasluži zdravje rastlin povečano pozornost. Nanj čedalje bolj pritiskajo med drugim

- nujna za večje pridelke,
- otežkočena uporaba fitofarmaceutskih sredstev, kar je odvisno od političnih razmer,
- povečana obremenitev s kontaminanti okolja,
- pritiski za večjo produktivnost (boljša izraba resursov).

V predavanju so predstavljeni rezultati del Inštituta za rastlinske bolezni in varstvo rastlin Univerze v Hannoveru, ki imajo namen,

- a) zajeti in ovrednotiti negativne vplive na zdravje rastlin dlje kot preko bolezenskih znamenj,
- b) razviti možnosti za izboljšanje zdravja rastlin, zlasti prek aktiviranja njihovih lastnih obrambnih mehanizmov.

Pflanzengesundheit hat zwar auch etwas zu tun mit Befall durch Schaderreger, aber keineswegs ausschliesslich. Darum kann sie nicht nur am Grad der Befallsfreiheit gemessen werden, sondern vor allem daran, wie weit eine Pflanze in Streßsituationen ihr Leistungspotential realisieren kann. Den chemischen Pflanzenschutz interessieren die Erreger und ihre Bekämpfung, der Phytomediziner aber weiß, dass es daneben Schadfaktoren gibt, die nicht selten und oft entscheidender das Leistungsvermögen der Pflanze beeinträchtigen können. Nicht die Vernichtung von Schaderreger ist das übergeordnete Prinzip phytomedizinischer Bemühungen, sondern die Verbesserung der pflanzlichen Produktivität, d. h. des Verhältnisses von Output zu Input. Alle Aufwendungen für die Pflanzenproduktion sollen sich in besonders effizienter Weise im Ertrag niederschlagen. Das schliesst

den schonenden Umgang mit den Ressourcen ein, zu denen auch eine intakte Umwelt gehört. Zur Steigerung der Produktivität müssen zahlreiche Disziplinen beitragen. Der Beitrag der Phytomedizin besteht in der Erhaltung und Förderung der Pflanzengesundheit und bildet das Zentrum dieser Bestrebungen. Denn alle Bemühungen um hohe Produktivität setzen gesunde Pflanzen voraus.

Wenn wir die Pflanzengesundheit als den zentralen Begriff der Phytomedizin verstehen, muss die Pflanze als ein ganzheitlicher Organismus gesehen werden, in dem alle Teile und ihre Reaktionen auf Einwirkungen der belebten und unbelebten Umwelt in steter Wechselbeziehung zueinander stehen. Wir haben uns bemüht, dem zunächst etwas vagen Begriff Pflanzengesundheit konkreter zu fassen, d. h. den Gesundheitszustand und seine Veränderungen zu quantifizieren.

Ein möglicher Weg schien uns, die Pflanzenleistung unter Streßeinwirkung als Indikator zu nehmen. Ich werde im ersten Teil meines Vortrages dazu einige experimentelle Daten präsentieren. Ein echter Mediziner gibt sich nicht mit der Diagnose zufrieden, er sucht auch nach Möglichkeiten der Therapie. Der zweite Teil befasst sich daher mit unseren Bemühungen, Wege zur Verbesserung des Gesundheitszustandes von Pflanzen aufzuzeigen. Da es hierbei um prinzipielle Fragen geht, sind die untersuchten Objekte und Beispiele in beiden Teilen nicht identisch.

Hängt der Gesundheitszustand der Pflanzen vom Ertragsniveau ab?

Die Erträge der Kulturpflanzen sind in den vergangenen Jahrzehnten erheblich gestiegen, ebenso die Pflanzenschutzaufwendungen. Gleichzeitig haben die absoluten Ertragsverluste zugenommen; jedoch auch in vielen Fällen - und das ist das Bedenkliche - trotz erhöhten Pflanzenschutzufwandes die relativen Verluste. Dieses Phänomen ist sicher nicht monokausal bedingt. Ich beschränke mich hier auf den Einfluß der Ertragshöhe.

Tab.: 1 Veränderungen der Ertragsverluste beim Anbau der acht wichtigsten Kulturen zwischen 1965 und 1988-90

Kultur	Ertragverluste durch							
	Krankheiten		Schadtiere		Unkräuter		gesamt	
	(%)	+/- zu 1965	(%)	+/- zu 1965	(%)	+/- zu 1965	(%)	+/- zu 1965
Reis	14,9	+ 5,9	21,6	- 5,9	17,1	+ 6,5	53,6	+ 6,5
Weizen	13,3	+ 3,8	9,3	+ 4,2	13,1	+ 3,3	35,7	+ 11,3
Gerste	9,9	+ 1,6	8,8	+ 4,9	11,0	+ 2,2	29,7	+ 8,7
Mais	10,8	+ 1,2	14,5	+ 1,5	13,1	+/- 0	38,3	+ 2,7
Kartoffel	16,3	- 5,9	16,1	+ 10,2	8,9	+ 4,8	41,3	+ 9,0
Sojabohne	9,2	- 1,8	11,2	+ 6,8	12,9	- 0,6	33,4	+ 4,4
Baumwolle	10,5	- 1,6	17,4	+ 1,4	13,2	+ 7,4	41,1	+ 7,2
Kaffee	16,0	- 0,8	14,7	+ 1,8	10,7	- 4,3	41,5	- 3,2

Da Stickstoff der wirksamste ertragsbeeinflussende Faktor ist, ergibt sich die Frage, ob mit zunehmender N-Düngung der Gesundheitszustand labiler wird. Dabei interessiert hier nicht, ob die Anfälligkeit gegenüber Schaderregern zunimmt, sondern ob Pflanzen auf hohem Ertragsniveau durch einwirkende Schadfaktoren in ihrer Leistung beeinträchtigt werden. Vergleich der Auswirkungen gleich starker Schadfaktoren bei unterschiedlicher N-, Versorgung:

abiotische Schadfaktoren:

Tab. 2: Einfluss steigender N-Versorgung auf die Schädigung des Wachstums von junger Gerste durch niedrige Temperaturen. Pflanzen vor Versuchsbeginn 3 d bei 21/17°C bzw 4°C. Zuwachs nach 7 d bei 21/17°C

N-Stufe	Sproßgewicht Zunahme bei Vorbehandlung		
	21/17°C	4°C	
1	1600 mg	1280 mg	80 %
2	2200 mg	1562 mg	71 %
3	1330 mg	173 mg	13 %

Tab. 3: Einfluß der N-Düngung auf die Streßreaktion von Gerste ('Igri'): Assimilations- und Transpirationsrate nach drei Tagen Wassermangel bzw. einem Tag Erholungsphase (EC 12, 21/17°C).

Umweltbedingungen	Assimilation [$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]			Transpiration [$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]		
	25 mg N	40 + 25 mg N ¹⁾	rel.	25 mg N	40 + 25 mg N ¹⁾	rel.
ungestreßt	5.72	7.08	124	3.28	4.10	125
3d - H ₂ O	3.32	4.12	124	1.17	1.30	111
1d Erholung	5.48	6.20	113	3.25	2.47	76
GD 0.05	0.82			0.74		

1) Stickstoffdüngung als NPK oz. NPK + NH₄NO₃

Tab. 4: Begasung von Weizen ('Turbo') mit Ozon in Konzentrationen, die keine sichtbaren Symptome hervorrufen,

fördert die Anfälligkeit gegenüber *Septoria nodorum*, *Bipolaris sorokiniana*, *Puccinia graminis*, induziert aber Resistenz gegenüber *Erysiphe graminis*.

Hohe N-Versorgung begünstigt die Förderung der Anfälligkeit und hebt die Resistenz-induzierende Wirkung gegen den Echten Mehltau auf.

(nach von Tiedemann, 1992)

Bei hoher N-Versorgung sind Pflanzen gegenüber der Einwirkung von niedrigen Temperaturen und Wassermangel weniger tolerant.

Der schädliche Einfluß von Ozon auf Pflanzen erhöht sich mit steigender N-Düngung. Die Daten weisen darauf hin, dass Pflanzen auf hohem Leistungsniveau gegenüber abiotischen Schadursachen weniger widerstandsfähig sind. Dies dürfte die Höhe der relativen Ertragsverluste trotz hohem Pflanzenschutzaufwandes z. T. erklären.

Weniger einheitlich waren die Ergebnisse bei der Prüfung

biotischer Schadfaktoren:

Gut mit N versorgte Pflanzen reagieren auf Befall im Vergleich zu Pflanzen mit niedrigerer N-Düngung mit

Tab. 5: Einfluß der N-Düngung auf den Mehltaubefall und die Schadwirkung des Mehltaus auf die Wintergerstensorte 'Catinka' in der Vegetationsperiode 1986/87

N kg/ha	Befall mit Mehltau ¹⁾	Ertrag			spez. Schadwirkung ²⁾
		ohne M. dt/ha	mit Mehltau dt/ha rel.		
40	10.8	70	58	83	1.07
90	15.8	80	71	89	0.56
150	22.0	88	81	92	0.34

1) Sporulierende Mehltaukoloniefäche (%) auf Fahnen- und vorletztem Blatt zum Stadium EC 65

2) als Kennziffer errechnet aus Minderertrag/Befallseinheit

- geringerer Leistung,
- erhöhter Leistung,
- zeigten keine Unterschiede.

Welche Bedingungen und Faktoren für diese unterschiedlichen Reaktionen verantwortlich sind, wissen wir noch nicht. Die Ursachen dürften aber vielschichtig sein. So verhalten sich z. B. Haupt- und Nebenhalme derselben Pflanze keineswegs gleichsinnig. Zur Klärung dieser Zusammenhänge bedarf es noch eines erheblichen Forschungsaufwandes.

Die Ergebnisse von Arbeiten, in denen nicht der Befall, sondern die Leistung der Pflanzen im Vordergrund steht, lassen schnell Zweifel an der Stringenz und Unabänderlichkeit mehr oder weniger konstanter Befalls-Verlust-Beziehungen aufkommen. Wenn der befallene Pflanzenteil nicht identisch ist mit dem eigentlichen Ernteprodukt, interessiert weniger der Befall als vielmehr seine Auswirkung auf den Ertrag. Daraus ergibt sich die Frage:

Tab. 6.: Einfluß unterschiedlicher N-Versorgung auf den Ertrag von Haupt- und Nebenhalmen der Sommergerstensorte 'Golf' bei etwa gleich starkem Mehltaubefall (< 15% sporul. Mehlauffläche auf den oberen beiden Blättern) im Freiland

kg N/ha	Halmerträge in % der befallsfreien Pflanzen	
	Haupthalme	Nebenhalme
30	82	88
90	95	92
120	103	83

Kann die Leistungsfähigkeit einer Pflanze trotz der Einwirkung von Schadfaktoren stabilisiert werden ?

Läßt sich also die Beziehung Befall-Ertragsverlust entkoppeln? Daß diese Frage positiv beantwortet werden kann, möchte ich an drei Beispielen demonstrieren:

1. Lein wird, wenn er mykorrhiziert ist, von *Oidium lini* stärker befallen, aber weniger geschädigt. Die Mykorrhiza entkoppelt also die Beziehung zwischen Befall und Verlust.

Tab. 7: Einfluß von VAM auf Befall und Schädigung von Lein ('Atalante') durch Echten Mehltau (*Oidium lini*) und Saccharosegehalt der jüngsten, noch befallsfreien Blätter.

Inokulation mit		<i>O. lini</i> -Konid./ g. Sproß-FG x Tag	Spross-FG		Saccharose mg/g TG
VAM	<i>O. lini</i>		g	rel.	
-	-		6.0	100	22
-	+	260 000	4.8	80	9
+	-		7.6	127	42
+	+	450 000	6.5	108	25

2. Die Befalls-Verlust-Beziehungen Gerste und Mehltau sowie zwischen Erbsen und Mehltau lassen sich durch Applikation eines Induktors aufheben.

3. Auch die Beziehungen zwischen dem Befall von Weizen mit Aphiden (*Rhopalosiphum padi*) und einem Ertragsverlust sind durch Applikation eines Induktors zu entkoppeln.

Die kausalen Zusammenhänge sind nur andeutungsweise geklärt: über Veränderungen in der Phytohormonbalance findet eine Beeinflussung der 'sink'-'source'-Beziehungen statt. Normalerweise wird durch einen Befall der natürliche 'sink' der Pflanze zu Gunsten des 'pathologischen sinks' geschwächt. Diese Schwächung kann offensichtlich durch bestimmte Behandlungen vermieden werden.

Ertragsverluste gehen auf biotische und abiotische Schadfaktoren zurück. Die Bekämpfung von Schadorganismen löst nur einen Teil des Problems. Sie liegt heute überwiegend in den Händen der Pflanzenschutzmittelindustrie. Der Phytomediziner stellt hingegen die Pflanze in das Zentrum seiner Bemühungen. Er sucht nach Wegen, um das Resistenzpotential der Pflanze zu aktivieren, ihren Gesundheitszustand zu verbessern, damit die Leistungsfähigkeit einer Pflanze trotz einwirkender Schadfaktoren erhalten bleibt. Hier sehe ich einen Ansatzpunkt für innovative Pflanzenschutzverfahren und noch ein weites, in die Zukunft weisendes Forschungsgebiet. Es scheint mir vor allem für die Hochschulforschung attraktiv zu sein.

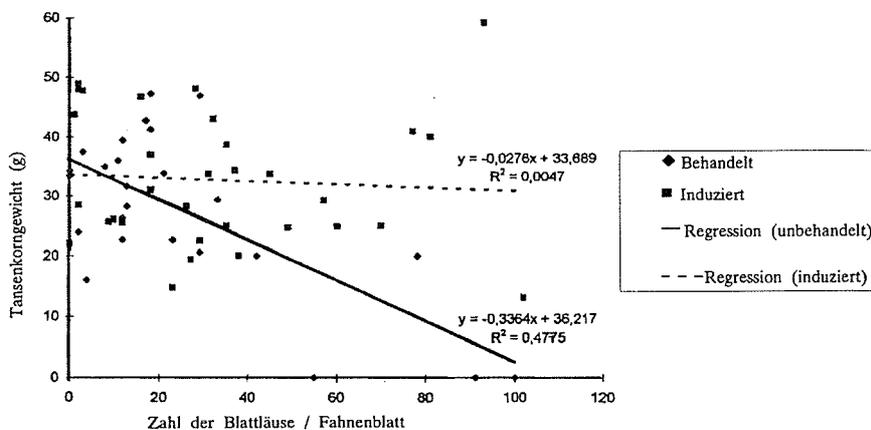


Abb. 1: Die Wirkung der Applikation mit dem Induktor auf das Tausendkorngewicht von Weizen B 'Enduro' nach dem Befall mit Blattläusen