

höher lag, als es dem Regelwert entspricht. Legt man die neue Definition zugrunde, dann ergeben sich nur 17 Fälle.

Bei Betrachtung der einzelnen Monate, deren Veröffentlichung aus Raumgründen hier unterlassen wird, ergibt sich, daß von den vergangenen 30 Jahren bei Anwendung der klimatischen Wasserbilanz rund 15% aller Fälle anders als bisher beurteilt werden müssen, und zwar werden eine Reihe von Monaten, die bisher als naß angesehen wurden, nach der neuen Definition als trocken bezeichnet. Dies trifft besonders häufig für die Monate Mai und Juni zu, da dann hohe Verdunstungswerte die normalen Regenmengen kompensieren, und nach Abschluß des Monats der Wasservorrat im Boden abgenommen hat.

Dazu drei Beispiele:

Juni 1929

Regelwerte:

Niederschlag = 61 mm
Temperatur = 16,2° C

Es wurde gemessen:

Niederschlag = 75 mm (+ 14 mm)
Temperatur = 15,0° C (— 1,2°)

In Klammern ist die Abweichung vom Regelwert angegeben. Daraus folgt nach der üblichen Definition:

Juni 1929 war naß-kalt.

Die klimatische Wasserbilanz ergibt bei einem Verdunstungswert von 97 mm einen negativen Abschluß von 22 mm. Das bedeutet, daß im Laufe des Monats die Bodenfeuchte in den oberen Schichten um 22 mm geringer geworden ist. Der Monat ist deshalb als *zu trocken* anzusprechen.

Mai 1938

Regelwerte:

Niederschlag = 54 mm
Temperatur = 13,2° C

Es wurde gemessen:

Niederschlag = 68 mm (+ 14 mm)
Temperatur = 11,8° C (— 1,4°)

Nach üblicher Definition:

Mai 1938 war naß-kalt.

Bei Berücksichtigung der klimatischen Wasserbilanz, die einen negativen Abschluß von 23 mm erreichte, war der Mai 1938 *trocken*.

Juni 1961

Regelwerte:

Niederschlag = 61 mm
Temperatur = 16,2° C

Es wurde gemessen:

Niederschlag = 111 mm (+ 50 mm)
Temperatur = 16,6° C (+ 0,4°)

Nach üblicher Definition:

Juni 1961 war sehr naß und etwas zu warm.

Die klimatische Wasserbilanz ergibt für Juni 1961 einen Wert von + 17 mm. Streng genommen würde dieser Monat auch nach neuer Definition als *etwas zu naß* eingestuft werden müssen. Verfolgt man jedoch das tägliche Wettergeschehen und stellt die Bilanz unter Benutzung von täglichen Werten graphisch dar, so zeigt der Juni 1961 eine sehr nasse erste Hälfte, die bis zum 14. Juni zu einem Wasserüberschuß von 70 mm führte. Darauf folgt eine deutliche trockene zweite Hälfte mit einem Wasserdefizit von 53 mm, so daß der Wasservorrat in den oberen Bodenschichten gegen Ende des Monats auf den leichten Sandböden fast zur Neige ging und eine Ergänzungsbewässerung (Feldberegnung) verschiedentlich eingesetzt werden mußte. Immerhin zeigt der recht geringe positive Wert der klimatischen Wasserbilanz, daß der Monat Juni 1961 in seiner Gesamtheit keinesfalls als sehr naß anzusprechen ist.

Mit diesen Bemerkungen sollte darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Anwendung der klimatischen Wasserbilanz in der landwirtschaftlichen Witterungskunde zur Charakterisierung der Witterungsabläufe eine Verbesserung der bisherigen Methodik darstellt, zumal der außerordentlich leicht zu gewinnende Faktor *Verdunstung* dem Wasserverbrauch der Pflanzenbestände recht nahe kommt. Aus diesen Gründen wird sie als Vervollständigung der Beschreibung des Wettergeschehens empfohlen.

Schrifttumsnachweis

1. KORTE, W.: Klimatische Wasserbilanz — ein Hilfsmittel zur Steuerung der Feldberegnung. — Landbauforsch. Völkenrode 8 (1958) H. 4, S. 90—92.
2. KUHNKE, A.: Die Abhängigkeit des Pflanzenertrages von der Wasserverdunstung. — Schr. Königsberger Gelehrten Ges. Naturwiss. Kl. 13 (1936) H. 4, 100 S.

Gustav Schmid, Institut für Biochemie des Bodens

Wirkstoffwirkung

Einfluß von Strohrotteprodukten auf Wachstum und Ertrag

Zur Prüfung der Möglichkeit einer direkten Humuswirkung auf das Pflanzenwachstum und den Ertrag über niedermolekulare Bestandteile und Abbauprodukte der organischen Substanz des Bodens sind verschiedene Versuche durchgeführt worden. Als Wirkstoffe haben wir sowohl niedermolekulare Substanzen, die als Ligninabbauprodukte angesehen werden können, als auch chemisch ähnliche

Substanzen wie Chinone und Phenole angewandt. Wegen der Bildung dieser Substanzen bei der Strohrotte (4) sind diese Untersuchungen im Zusammenhang mit der Strohdüngung auch von praktischer Bedeutung.

Die bei diesen Untersuchungen gefundenen Änderungen im Stoffwechsel der Pflanzen (3, 5, 6),

ebenso wie die Wirkung der stoffwechselaktiven Substanzen auf den Stoffwechsel von Hefe (1, 2) ließen erkennen, daß eine gewisse Ähnlichkeit in der Wirkung mit anderen stoffwechselaktiven Substanzen, wie Wuchs- und Hemmstoffen, besteht. In weiteren Untersuchungen, die noch nicht abgeschlossen sind, und über die deshalb erst später ausführlich berichtet werden kann, haben wir geprüft, wieweit es möglich ist, die zahlreichen Wirkungen von Wuchs- und Hemmstoffen von einem gemeinsamen, für möglichst viele Substanzen geltenden Wirkungsmechanismus abzuleiten.

Die Aufklärung des Wirkungsmechanismus der Wuchs- und Hemmstoffe ist dabei nicht nur von theoretischem Interesse. Wegen der verbreiteten Verwendung dieser Substanzen in der Landwirtschaft und im Gärtnereibetrieb sowie der Verwendung von synthetischen, in der Natur nicht vorkommenden Verbindungstypen sind von der Kenntnis der Wirkungsmechanismen mannigfaltige Anregungen für Synthese und Anwendung in der Praxis zu erwarten.

Die Vielzahl der durch die Wirkstoffe hervorgerufenen Änderungen im Stoffwechsel, wobei die Wirkungen von der Höhe der angewandten Konzentration wie auch von der Pflanzenart abhängig sind, lassen von vornherein einen Angriff der Substanzen an zentralen Stellen des Stoffwechselgeschehens vermuten. Bei Schnitten von Wurzeln wie auch Koleoptilen wird die Atmung angeregt. Diese Anregung ist ebenfalls abhängig von der Pflanzenart, dem Alter der Pflanze und dem Pflan-

zenteil, der untersucht wird. Weiter ist die Erhöhung der Atmung von isolierten Pflanzenteilen meist geringer als bei intakten größeren Zellverbänden, was darauf hindeutet, daß die Erhöhung der Atmung keine primäre Reaktion des Wirkstoffes ist.

Eine weitere Tatsache, die für den Eingriff der stoffwechselaktiven Substanzen an zentraler und relativ unspezifischer Stelle spricht, ist die große Verschiedenheit der Moleküle der Substanzen, die stoffwechselaktiv sind. An ihnen lassen sich zwar in großen Zügen gewisse Ähnlichkeiten herausarbeiten, die aber für eine spezifische Wirkung nicht ausreichen.

Einer der zentralen Stoffwechselprozesse, bei denen eine derart unspezifische Einwirkung möglich ist, ist die oxydative Phosphorylierung. Von dieser ist bekannt, daß die verschiedensten Stoffe dabei wirksam sein können. Die Oxydation des Substratwasserstoffes in der Atmungskette ist mit einer Phosphorylierung von Adenosindiphosphorsäure (ADP) zu Adenosintriphosphorsäure (ATP) gekoppelt. Durch die Einwirkung vieler, ganz verschiedener Substanzen kann diese Koppelung von Oxydation und Phosphorylierung ganz oder teilweise aufgehoben werden. Die oxydative Phosphorylierung ist auch die empfindlichste Reaktion im Stoffwechsel, während dagegen die Glykolyse verhältnismäßig unempfindlich ist. So ist bei Konzentrationen von 2,4-Dinitrophenol, die die oxydative Phosphorylierung vollständig entkoppeln, die Glykolyse unvermindert.

Aus diesen Zusammenhängen läßt sich nun die Wirkung der stoffwechselaktiven Substanzen erklären: Bei hoher Konzentration ist die oxydative Phosphorylierung vollständig entkoppelt und auch die anderen Prozesse im Stoffwechsel können weitgehend gehemmt sein. Hierdurch wird das Wachstum gehemmt und der Organismus stirbt ab. Bei abnehmender Konzentration wird die Wirkung einer stoffwechselaktiven Substanz auf die oxydative Phosphorylierung geringer und bei einem bestimmten Konzentrationsbereich ist sogar Wachstumsförderung möglich. Das ist so zu erklären, daß durch den Einfluß der aktiven Substanz auf den Phosphatspiegel über die Entkoppelung der Gehalt an anorganischem Phosphat in der Zelle erhöht ist. Hierdurch werden verschiedene andere Stoffwechselvorgänge, wie die Glykolyse und auch der Zitronensäurezyklus, angeregt, was zu einer vermehrten Bildung an Zwischenprodukten für die Synthesen führt. Ist dabei die Entkoppelung nur so stark, daß für die Synthesen noch genügend energiereiches Phosphat in Form von ATP gebildet wird, so kann trotz der leicht gehemmten oxydativen Phosphorylierung das Wachstum erhöht sein. Bei noch geringeren Konzentrationen an Wirkstoffen findet keine Beeinflussung der Stoffwechselvorgänge mehr statt, und die Pflanzen wachsen unbeeinflusst.

Für diese Deutung der Wirkung von stoffwechselaktiven Substanzen spricht unter anderem die Tatsache des Vorkommens eines Konzentrationsbereiches, in dem auch Antibiotika eine fördernde Wirkung besitzen.

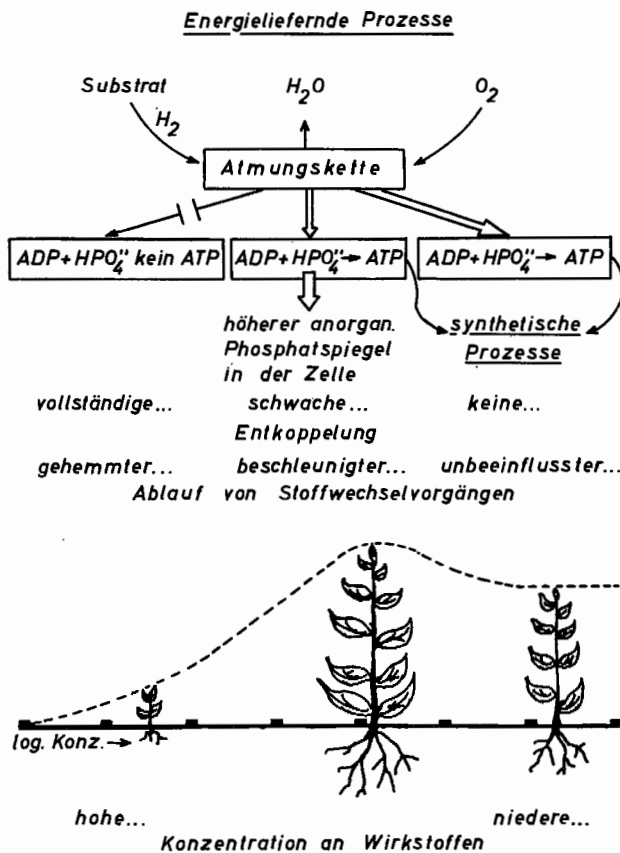


Bild 1: Vereinfachtes Schema zur Beeinflussung von Wachstum und Ertrag durch Wirkstoffe.

Vielleicht läßt sich über einen derartigen Mechanismus auch die Entstehung der Resistenz von Mikroorganismen gegenüber Wirkstoffen erklären, da bei sublethalen Dosen in einem unspezifischen Prozeß sekundäre Reaktionen ablaufen können. Außerdem ist nach dem schon Gesagten eine Schädigung des Organismus nicht vorhanden, solange durch die Entkoppelung das energiereiche Phosphat nicht unter die lebensnotwendige Konzentration sinkt.

Dieser Reaktionsmechanismus ist wahrscheinlich jedoch nicht der einzig mögliche, um die Wirkung einer Substanz auf das Wachstum zu erklären. Es kann von vielerlei Faktoren beeinflusst werden. So läßt sich vielleicht auch erklären, daß Maleinsäurehydrazid, das zwar die Oxydation hemmt, ohne zu entkoppeln, bei geringen Konzentrationen das Wachstum ebenfalls fördern kann. Ähnliches gilt ferner vielleicht für die Gibberellinsäure, die nur die Atmung hemmt und damit parallelgehend die Phosphorylierung, ohne zu entkoppeln. Von der Gibberellinsäure ist bekannt, daß sie den Gesamtertrag nicht unbedingt erhöht und damit das Wachstum insgesamt nicht so sehr anregt, sondern vielmehr in andere Bahnen lenkt.

Schrifttumsnachweis

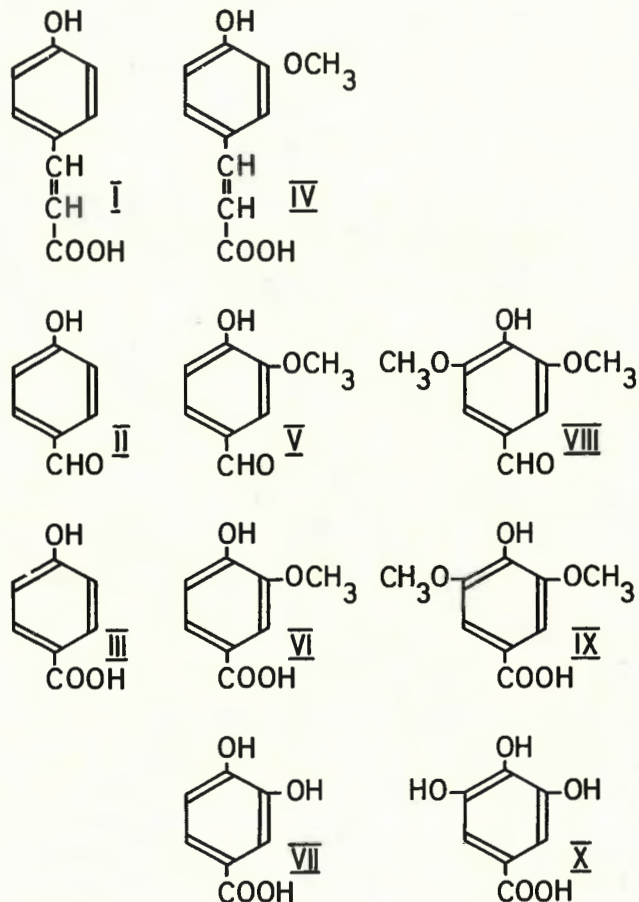
1. FLAIG, W. u. W. DE JONG: Untersuchungen über die Wirkung von p-Benzochinonderivaten auf den aeroben und anaeroben Stoffwechsel der Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*). — Arch. f. Mikrobiol. **37** (1960) S. 355—368.
2. FLAIG, W. u. W. DE JONG: Vergleich der Wirkung von Thymochinon und Thymohydrochinon mit der von 2,4-Dinitrophenol auf den Stoffwechsel der Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*). — Arch. f. Mikrobiol. **37** (1960) S. 369—378.
3. FLAIG, W., K. SCHARRER u. G. SCHOLL: Zur Kenntnis der Huminsäuren. XV. Mitt. Über den Einfluß von Thymohydrochinon als Modellsubstanz von Humusstoffen auf den Kohlenhydratstoffwechsel von Getreide. — Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde **76** (1957) S. 193—200.
4. MAEDER, H.: Chemische und pflanzenphysiologische Untersuchungen mit Rottstroh. — Gießen, Diss. v. 1960.
5. RUIZ AMIL, M. u. W. FLAIG: Influencia de la timohidroquinona sobre el metabolismo de carbohidratos en algunas dicotiledoneas. — An. de Edafologia y Agrobiol. **19** (1960) S. 1—9.
6. RUIZ AMIL, M. u. W. FLAIG: Influencia de la timohidroquinona sobre el metabolismo de acidos organicos y sobre la respiracion de las plantas. — An. de Edafologia y Agrobiol. **19** (1960) S. 11—22.

Horst Söchtig, Institut für Biochemie des Bodens

Zur Erfassung der bei der Strohrotte gebildeten Ligninabbauprodukte: Kennzeichnung durch UV-Spektren

Die bei der Zersetzung von Lignin gebildeten Substanzen sind verschiedenartige Phenole. Eine große Anzahl von ihnen ist zu ihrer Charakterisierung mit Hilfe der Ultraviolett spektroskopie von AULIN-ERDTMAN (1) untersucht worden. Jedoch gerade die Phenolcarbonsäuren und -aldehyde, die in den wäßrigen Extrakten von Rottstroh zu finden sind (2) und uns bei unseren Untersuchungen am meisten interessieren, sind — abgesehen von wenigen Ausnahmen — in diesen Arbeiten nicht aufgenommen worden. Um diese Lücke zu schließen, sind die im folgenden beschriebenen Untersuchungen durchgeführt worden.

Es ist bekannt, daß sich die Absorptionsspektren von Phenolen und Carbonsäuren im nichtionisierten Zustand von denen im ionisierten Zustand unterscheiden. Im ionisierten Zustand ist eine Verschiebung der Maxima zu längeren Wellenlängen zu beob-



Übersicht 1

- I p-Hydroxyzimtsäure
- II p-Hydroxybenzaldehyd
- III p-Hydroxybenzoesäure
- IV Ferulasäure
- V Vanillin
- VI Vanillinsäure
- VII Protocatechusäure
- VIII Syringaaldehyd
- IX Syringasäure
- X Gallussäure