

Stoffliche Beziehungen zwischen Wurzel und Sproß

Von

K. Mothes, Gatersleben*)

1. Seit 15 Jahren ist bekannt, daß die Wurzel die Hauptbildungsstätte für einige Alkaloide ist. Nicht alle Alkaloide entstehen in der Wurzel; typische Wurzelalkaloide entstehen gelegentlich in geringer Menge auch im Sproß. Die Wurzel ist also auf bestimmten Gebieten dem Sproß chemisch überlegen.

2. Es ergaben sich zunächst 3 Fragen: a) auf welche Bereiche erstreckt sich diese Sonderstellung der Wurzel; b) worauf beruht diese Sonderstellung im Vergleich zum Blatt; c) welche Bedeutung hat die spezifische stoffliche Produktion der Wurzel für den Sproß?

3. Für den Nachweis einer spezifischen chemischen Tätigkeit der Wurzel dienen in erster Linie: Pfropfungsversuche, Analysen des Blutungssaftes, Kultur isolierter Wurzeln unter aseptischen Bedingungen. Auf solchem Wege wurde geklärt, daß bestimmte Cumarine bevorzugt in der Wurzel gebildet werden. Auch noch nicht näher charakterisierte Polyphenole steigen mit dem Blutungssaft nach oben.

4. Darüber hinaus ist die Wurzel im allgemeinen der Ort der primären Assimilation des Stickstoffs. Dabei entstehen je nach Pflanzenart verschiedene Gemische von Aminosäuren. Meist überwiegen stark Glutaminsäure, Asparaginsäure, Glutamin, Asparagin, also gerade jene Stoffe, die seit **P r j a n i s c h n i k o w** als „Entgifter“ des NH_3 und seit **B r a u n s t e i n** und **K r i t z m a n n** als vorzügliche Aminogruppen-Spender bei der Synthese anderer Aminosäuren im Zuge von Umaminierungsreaktionen angesehen werden.

5. Darüber hinaus spielen bei den Aceraceae, Platanaceae, Hippocastanaceae, Borraginaceae, Papilionaceae Allantoin und Allantoinsäure (pflanzliche Analoga zur Harnsäure der Vögel und Landreptilien) und Citrullin bei den Betulaceae (pflanzliches Analogon zum tierischen Harnstoff) eine große Rolle.

6. Entgegen eigenen früheren Vorstellungen ist die Form des NH_3 -Entgifters oder Aminogruppen-Vorrates nicht für eine Art konstant, sondern im hohen Maße von inneren und äußeren Bedingungen abhängig. Verdunkelte Bohnenblätter entgiften NH_3 in geringerem Maße durch Bildung von Glutamin, überwiegend durch Asparagin, bei starkem C-Mangel durch Allantoinsynthese. Belichtete Bohnenblätter bilden aus direkt zugeführtem NH_3 überwiegend Glutamin. Wird aber NH_3 einem Blattsteckling über die Wurzel zugeführt, so werden in der Spreite Allantoin und Allantoinsäure angehäuft.

7. Asparagin, Glutamin, Allantoin, Citrullin sind die wesentlichsten N-Speicherstoffe in wasserhaltigen Organen. Darunter sind nicht allein

*) Zusammenfassung eines Vortrages, der auf der Botanikertagung in Hann.-Münden am 23. Mai 1956 gehalten wurde.

typische Speicherwurzeln, Rhizome usw. zu verstehen. Bei den Bäumen wird ein entscheidender Teil der N-Reserven in den Parenchymen der Wurzel und des Stammes in solcher Form deponiert.

8. Diese löslichen Reserven reichen bei *Symphytum* (Allantoin) und bei *Corylus* (Citrullin) für den Austrieb im Frühjahr aus. Der Gehalt an diesen Stoffen sinkt dann fast auf Null. Im Herbst werden die Wurzeln wieder angefüllt.

9. Die Ursachen der Sonderstellung der Wurzel sind noch nicht genügend bekannt. Ergrünte Wurzeln bilden auch Alkaloid. Wurden ein Blattsteckling oder eine ganze Pflanze über die Spreiten durch Besprühung mit NH_4NO_3 ernährt, findet trotz Verlagerung der primären N-Assimilation in das Blatt die Alkaloidsynthese in der Wurzel statt.

10. Eine ergrünte isolierte Wurzel kann völlig autotroph wachsen. Im Gegensatz zur gewöhnlichen (im Dunkeln wachsenden) Wurzel, bildet eine ergrünte das sonst nur in Blättern und grünen Algen gefundene Ferment Glykolsäureoxydase aus. Eine am Licht wachsende ergrünte Wurzel eines Blattstecklings kann eine verdunkelte Spreite wochenlang ernähren. Das Blatt bleicht nur sehr langsam aus, bleibt aber turgeszent. Somit ist eine völlige Umkehr der wichtigsten Funktionen von Blatt und Wurzel möglich. Auf die spezifische chemische Tätigkeit der Wurzel scheint dies keinen entscheidenden Einfluß zu haben.

11. Andererseits wurde versucht ein Blatt „wurzelähnlich“ zu machen, indem es zu anhaltendem Wachstum gebracht werden sollte. Das gelingt nur bedingt. Ein an der Pflanze ausgewachsenes, bereits alterndes, gelbgrün sich verfärbendes Blatt kann zu neuem und bedeutendem Wachstum gebracht werden bei gleichzeitiger starker Eiweißsynthese, wenn die Pflanze aller übrigen Blätter und aller Vegetationspunkte beraubt wird. Das Blatt „verjüngt“ sich, aber es wird nicht „embryonal“. Es wächst fast allein durch Zellvergrößerung, nicht durch Zellteilung.

12. Ähnlich „verjüngend“ wirkt die Bewurzelung eines isolierten Blattes. Solche Blätter wachsen durch viele Monate völlig gleichmäßig durch Zellvergrößerung weiter. Sie unterscheiden sich fundamental von einem intakten Blatt, aber noch mehr von einem isolierten Blatt.

13. Das isolierte Blatt zeigt auch im jungen Zustand Eiweißabbau und Abtransport der löslichen N-Verbindungen in den Stiel. Gute Belichtung, Besprühung mit Zucker oder NH_4NO_3 lassen den Eiweißzerfall der Blattspreiten nur hinausschieben, aber nicht gänzlich unterbinden. Alte Blätter verarmen schneller an Eiweiß als junge. Die Anhäufung der löslichen N-Verbindungen kann enorme Ausmaße erreichen und zur Eiweißsynthese im Stiel führen. Diese Stoffe können nicht in die Spreite zurückwandern.

14. Bei albomarginaten Blättern von *Pelargonium zonale* kann der grüne Spreitenteil den weißen im intakten Blatt ernähren, im isolierten verhungert jedoch der weiße Teil schon nach wenigen Tagen. Bei bewurzelten isolierten Blättern wird der weiße Teil jedoch über viele Wochen normal ernährt.

15. Werden bei isolierten Primärblättern der Bohne Blatthälften verdunkelt, so werden diese bis auf die Schließzellen und die Parenchym-scheide der Bündel schnell stärkefrei und verhungern. Werden solche Blätter bewurzelt, enthalten die verdunkelten Hälften noch nach Monaten Stärke im Mesophyll.

16. Isolierte Blätter sterben auch dann ab, wenn sie über die Spreite mit NH_4NO_3 versorgt werden und gut belichtet sind. Bilden solche Blätter Wurzeln aus, die sich in einem feuchten Raum befinden, ohne mit Nährlösungen in Berührung zu kommen, so bleibt das Blatt monatelang am Leben und wächst.

17. Es wird aus diesen Versuchen geschlossen, daß aus dem Blatt ständig auswandernde Stoffe nicht ohne weiteres zurückkehren können, so daß das Blatt verarmt. Offenbar ist der Übertritt der Stoffe aus den ableitenden Geweben in die zuleitenden im Stiel erschwert oder überhaupt unmöglich. Die Wurzel gestattet eine solche stoffliche Kommunikation. Sie stellt ein wesentliches und unentbehrliches Glied in einem Stoffkreislauf dar. Diese Auffassung wird durch Isotopenversuche von K u r s a n o w und A r o n o f f gestützt.

18. Es bleibt die Frage, ob die Wurzel nur ein Umschlagsplatz in einem stofflichen Kreislauf ist, oder ob die Stoffe auch chemisch umgeformt werden, und ob eine solche Umformung für den Sproß notwendig ist.

19. Man kann isolierte Blätter steril über die Stiele ernähren. Sie können Monate am Leben bleiben und auch ein wenig wachsen; aber dann sterben sie doch. Spezifische Ernährung mit Wuchsstoffen, Vitaminen, Kokosnußmilch, Caseinhydrolysaten, Kohlenhydraten, Blutungssäften haben wohl das Leben hier und da verlängern, aber den vorzeitigen Tod nicht vermeiden lassen.

20. Entstehen bei solchen Versuchen Adventivwurzeln an der Stielbasis, so bedeutet das die Rettung des Blattes. Es bleibt offen, ob die Wurzel etwas liefert oder schädliche Stoffe der Spreite abnimmt oder in anderer Weise wirkt.

21. Isolierte Blätter sind auch im bewurzelten Zustand stark lichtempfindlich. Geeignete Beschattung kann die Lebensdauer um das Vielfache verlängern.

22. Bewurzelte Blattstecklinge zeigen über viele Monate ein anhaltendes Wachstum. Die Blätter befinden sich im „jugendlichen“ Zustand, auch wenn sie bei der Isolation „alt“ waren. Sie können in wenigen Monaten ihre Eiweißmenge (absolut) auf das 10fache vermehren. Die Stickstoffaufnahme wird in keiner Weise vom Bedürfnis bestimmt. Es kommt zu geradezu ungeheuren Anreicherungen von löslichen Stickstoffverbindungen: beim Tabak handelt es sich in erster Linie um Nitrat, Nikotin, Glutamin, bei der Bohne um Allantoin, bei *Symphytum* um Allantoin und Glutamin. Es wird die Frage aufgeworfen, ob diese Anreicherung schließlich zur Ursache des Alterns und Todes wird.

23. Das Eiweiß folgt in hohem Maße dem Wachstum (Frischgewicht). Der Purin-N (Nukleinsäuren) folgt so genau dem Eiweiß-N, daß ver-

mutet werden muß, daß der größte Teil der Eiweiße eines „jungen“ Blattes als Nukleoprotein vorliegt. Das Verhältnis Purin : Eiweiß läßt sich durch Ernährung, Licht usw. kaum verschieben, solange das Blatt wächst.

24. Auch Cumarine werden in den Spreiten von Blattstecklingen enorm angereichert.

25. Eine Ausscheidung von typischen Wurzelstoffen (Alkaloide, Cumarine) ins Nährmedium erfolgt bei einer jungen intakten Pflanze oder bei einem gesunden Blattsteckling nicht. Sie beginnt aber, wenn das Blatt oder der Sproß das Wachstum einstellen oder vergilben. Isolierte Wurzeln scheiden bedeutende Mengen solcher Stoffe aus. Es wird angenommen, daß der mangelnde Abtransport spezifischer Wurzelstoffe bei Isolation der Wurzeln eine der Ursachen der allmählich sich einstellenden Wachstumshemmung ist.

26. Die spezifischen Wurzelstoffe sind z. B. gegenüber der Haferkoleoptile und ganz allgemein zellphysiologisch sehr aktiv. Ob sie eine entsprechende Rolle auch im normalen Pflanzenleben spielen, bedarf noch genauerer Untersuchung (Dr. R a m s h o r n).

27. Die Aktivität der Wurzel (Wachstum, N-Aufnahme, Alkaloidsynthese, N-Bindung bei Leguminosen) wird bei vielen — aber nicht bei allen — hapaxanthen Pflanzen mit dem Eintritt ins Blühstadium entscheidend gehemmt. Dies ist von größter Bedeutung für das Abwelken vieler Kulturpflanzen, wodurch überhaupt erst die Ernte der Körnerfrüchte ermöglicht wird. Blattstecklinge zeigen dies nicht, da sie nicht blühen. Selbst eine sehr kleine Spreite vermag monatelang ein großes Wurzelsystem zu ernähren.

28. Bei photoperiodisch empfindlichen Pflanzen ist bisher eine Änderung der chemischen Tätigkeit der Wurzel vor dem Blühen nicht feststellbar.

29. Die mit dem Blühen einsetzende Umstimmung des Stoffwechsels ergreift die ganze Pflanze. Bei *Nicotiana glauca* erreicht u. a. erst dann die Entmethylierung des Nikotins ihr volles Ausmaß.

30. Zwischen Wurzel und Sproß bestehen also tiefgreifende stoffliche Korrelationen, die über die Lieferung von Kohlenhydraten durch den Sproß und von mineralischen Stoffen und Wasser durch die Wurzel weit hinausreichen und die für die Harmonie einer ganzen Pflanze von besonderer Bedeutung sind.

An diesen Untersuchungen sind folgende Mitarbeiter beteiligt:

L. Engelbrecht, H. Kala, K. Ramshorn, L. Reppel, G. Reuter, A. Romeike, H.-B. Schröter, G. Treffitz, D. Wagenbreth, A.-N. Wagner, H. Wolfgang.

Eingehendere Literaturangaben finden sich bei:

Mothes, K., Die Wurzel der Pflanzen, eine chemische Werkstatt besonderer Art. Abhandl. d. Dtsch. Akad. d. Wiss. Berlin 1955.
— und L. Engelbrecht, Über den Stickstoffumsatz in Blattstecklingen. Flora 143, 1956.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Angewandte Botanik - Zeitschrift der Vereinigung für angewandte Botanik](#)

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Mothes K.

Artikel/Article: [Stoffliche Beziehungen zwischen Wurzel und Sproß 125-128](#)