

31. F. Czapek: Stoffwechselprozesse bei hydrotropischer und bei phototropischer Reizung.

Eingegangen am 17. April 1903.

Die vorliegende Mitteilung hat den Zweck, darauf aufmerksam zu machen, dass sich bei hydrotropischen und phototropischen Reizvorgängen ganz analoge Stoffwechselvorgänge im sensiblen Organ abspielen, wie sie von mir für Geotropismus konstatiert wurden¹⁾: Vermehrung der normal in solchen Organen allenthalben verbreitet vorkommenden Homogentisinsäure und Auftreten eines der normalen fermentativen Homogentisinsäureoxydation hemmend entgegenwirkenden Antifermentes. Für den Hydrotropismus wurde dieser Beweis vorläufig nur für ein ausgesucht günstiges Objekt: die Keimwurzeln von kleinsamigen Maissorten erbracht. Die Versuchsanordnung, welche eingeschlagen wurde, um mit Sicherheit 100 und mehr Wurzeln hydrotropisch zu reizen, war folgende. In einen Glasschrank mit seitlich angebrachten Schubtüren, wie er als „steriler Kasten“ zum Abimpfen bei mikrobiologischen Arbeiten Verwendung findet, wurde ein Holzgestell in der Nähe der Hinterwand angebracht. Dieses Holzgestell trug auf seiner oberen Fläche ein kuvettenartiges Gefäß, welches als Wasserbehälter diente und einen breiten Filtrierpapierstreifen eingetaucht erhielt, welcher als nasse Fläche auf die Hinterwand des Glasschranks hinübergeleitet wurde und so als Wasserausvorrichtung fungierte. Unter dem Wasserbehälter besass das Holzgestell mehrere etagenförmig angeordnete, mit Bohrungen versehene Leisten, welche zum Befestigen der Maiswurzeln dienten. Vermittelst verschieden weiten Offenhaltens der seitlichen Türen erreichte man es leicht, dass die Luftfeuchtigkeit in der Nähe der etwa 0,5 cm von der nassen Fläche entfernten Wurzeln etwa 75 pCt. betrug, so dass das Optimum für die hydrotropische Reizung erhalten wurde. Ein kleines Haarhygrometer im Kasten muss stetig die Feuchtigkeit kontrollieren lassen. Bei 19–20° C. zeigten unsere Maiswurzeln etwa nach 3–4 Stunden deutlichen Krümmungsbeginn. Um die in Frage stehenden Stoffwechselprozesse nachzuweisen, wurden die Wurzeln aber schon nach 2 Stunden, vor Eintritt der Krümmung herausgenommen, und nur einige Wurzeln an verschiedenen Stellen der Befestigungsvorrichtung als Kontrolle stattgehabter Reizung belassen.

1) CZAPEK, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 20, 164 (1902).

Die angewendeten analytischen Methoden waren dieselben wie die in meinen früheren Mitteilungen angegebenen, und ich brauche diesbezüglich hier nichts zu bemerken.

Versuch I. Am 18. März wurden in der beschriebenen Weise 50 Maiswurzeln hydrotropisch durch $2\frac{1}{2}$ Stunden induziert. Zimmertemperatur $19-20^{\circ}\text{C}$. Kastentemperatur $16,5-17^{\circ}\text{C}$. Kastenfeuchtigkeit $75-77$ pCt. Die abgeschnittenen Wurzelspitzen wurden in 15 *ccm* Wasser verrieben. Zu je 10 *ccm* dieser Probe und einer Kontrollprobe aus ungereizten Wurzeln wurden verbraucht $1,1$ *ccm* und $1,0$ *ccm* $\frac{1}{10}$ Normal- AgNO_3 . Von 5 im Kasten verbliebenen Wurzeln wiesen nach 4 Stunden 3 eine deutliche hydrotropische Krümmung auf.

Versuch II. Digestionsmethode: Zimmertemperatur bei der Reizung 19° . Kastentemperatur 17° . Kastenfeuchtigkeit $73-76$ pCt. Reizungsdauer $2\frac{1}{2}$ Stunden. Die zerriebenen Wurzelspitzen unter Homogentisinsäurezusatz in Chloroformwasser in üblicher Weise bei 28° digeriert; alle 5 Tage 5 *ccm* der Flüssigkeit entnommen und mit AgNO_3 titriert. Die Zahlen sind die zu diesen 5 *ccm* verbrauchten *ccm* $\frac{1}{10}$ AgNO_3 .

	50 ungereizte Wurzeln	50 gereizte Wurzeln
19. März	2,0	2,0
24. März	1,5	1,6
29. März	1,1	1,4
3. April	0,7	1,1

Versuch III. Zur Kontrolle: Alles so wie in Versuch II, nur wurden die Kastentüren geschlossen und so 100 pCt. Feuchtigkeit hergestellt. Kontrollwurzeln alle ungekrümmt.

	50 Kontrollwurzeln	50 Wurzeln im Kasten
20. März	2,0	2,0
25. März	1,6	1,6
30. März	1,1	1,1
4. April	0,6	0,6 also keine Differenz

Versuch IV. Digestion: Zimmertemperatur 18° . Kastentemperatur 17° . Kastenfeuchtigkeit 74 pCt. Reizungsdauer 2 Stunden. — 5 Kontrollwurzeln reagierten sämtlich.

	50 ungereizte Wurzeln	50 gereizte Wurzeln
22. März	2,0	2,0
27. März	1,6	1,8
1. April	1,1	1,6
6. April	0,6	1,3

Diese Erfahrungen mögen hinreichen, um den Beweis für die Analogie der beim Hydrotropismus zu beobachtenden Erscheinungen

mit den Stoffwechselprozessen in geotropisch gereizten Wurzeln zu liefern.

Untersuchungen über einzelne Fragen, die sich an diese Grunderscheinungen anschliessen, sollen den Gegenstand späterer Mitteilungen bilden.

Ich will mich hier noch einigen einschlägigen Erscheinungen auf dem Gebiete des Heliotropismus zuwenden. Schon in meiner letzten Mitteilung konnte ich zeigen, dass phototropisch gereizte *Avena*-Keimscheiden, *Sinapis*-Hypokotyle ebenso wie geotropisch induzierte Wurzelspitzen die von mir aufgefundenen Veränderungen aufweisen.

Die nachfolgenden Versuche zeigen nochmals den Fortgang der Homogentisinsäureoxydation in ungereizten, heliotropisch gereizten und geotropisch gereizten Objekten. Die Zahlen sind wiederum die 5 *ccm* des Digestionsgemisches entsprechende Zahl *ccm* $\frac{1}{10}$ Normal-Ag NO₃. Die heliotropische Reizung geschah durch 30 Minuten lange einseitige Beleuchtung mit einer nicht abgeblendeten Auerflamme in 120 *cm* Distanz in der Dunkelkammer bei 17—18° C; die geotropische Reizung durch Horizontallegen in der Dunkelkammer durch 30 Minuten. In beiden Fällen sind die Objekte nach Beendigung der Induktion ungekrümmt.

1. *Avena*-Keimlinge 3 *cm* lang. Gesamtvolumen der Probe 70 *ccm*.

	100 unger.	100 geotr.	50 unger. 50 geotr.	50 unger. 50 heliotr.	50 geotr. 50 heliotr.
7. Januar. . .	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
12. Januar. . .	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8
17. Januar. . .	1,0	1,6	1,5	1,6	1,6
22. Januar. . .	0,6	1,3	1,2	1,3	1,4
27. Januar. . .	0,3	1,0	0,9	1,0	1,1

2. *Sinapis alba*. Zur Herstellung der Proben wurden die Kotyledonen abgeschnitten und 1,5 *cm* der Hypokotyle benutzt. Flüssigkeitsvolum 70 *ccm*.

	100 unger.	100 geotr.	50 unger. 50 geotr.	50 unger. 50 heliotr.
20. Januar	2,1	2,1	2,1	2,1
25. Januar	1,6	1,8	1,8	1,8
30. Januar	1,1	1,6	1,5	1,6
4. Februar	0,6	1,3	1,3	1,3
9. Februar	0,3	1,0	1,0	1,0

3. *Cucurbita Pepo*, Hypokotyl, 2—3 *cm* lang. Induktion durch fünfständige Exposition in einseitig einfallendem mässigen Tageslicht bei 19—20°. Zu je 10 *ccm* filtriert wurden verbraucht bei

ungereizten Objekten	gereizten Objekten
2,0	2,3 <i>ccm</i> $\frac{1}{10}$ N.-Ag NO ₃

Von grossem Interesse ist, dass Wurzeln, obwohl negativ heliotropische Krümmungen (selbst unter Anwendung des Klinostaten) relativ sehr selten zu erreichen sind, ganz allgemein auf einseitige Beleuchtung durch die in Rede stehenden Stoffwechselfvorgänge reagieren, ohne dass eine Krümmung nachfolgen würde.

Als Beispiel diene ein Versuch mit *Vicia Faba*. Die zu induzierenden Wurzeln kamen in einen Keimkasten mit seitlichen Glaswänden reihenweise an die Glaswand anliegend und auf dieser Seite von Erde entblösst zu liegen und wurden so einseitig belichtet. Die Kontrollobjekte waren in der Mittellinie des Keimkastens allseitig von Erde umgeben angeordnet. Reizung 4 Stunden durch Auerbrenner in 2 m Distanz.

	Ungereizt	Gereizt	(je 70 Wurzeln, Gesamtflüssigkeitsvolum 80 ccm)
18. Februar	2,1	2,1	
23. Februar	1,6	1,9	
28. Februar	1,1	1,6	
5. März	0,6	1,3	
10. März	0,2	1,0	

Der gleiche Effekt gelang mit allen Keimwurzeln, die zur Untersuchung kamen. Dass es sich nicht etwa um Thermotropismus handelt und dass allseitige Belichtung den bewussten Effekt nicht hervorruft, wird in ausführlicher Weise Herr R. BERTEL zeigen, welchem ich den auf Heliotropismus bezüglichen Teil unserer Studien übergeben habe. Derselbe wird auch über Einfluss von Lichtintensität, Lichtfarbe usw. berichten.

Die interessante Frage, ob das bei phototropischer Reizung auftretende Antienzym von der Antioxydase bei geotropischer Induktion verschieden ist, was ja nicht unmöglich wäre, liess sich bis jetzt nicht entscheiden. Jedenfalls ist in beiden Fällen die Wirkung auf die Oxydase dieselbe, und die Antienzyme in Mischproben aus geo- und heliotropischen Keimlingen (siehe oben *Avena*) beeinträchtigen einander in der Wirkung nicht nachweislich.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Czapek Friedrich

Artikel/Article: [Stoffwechselprozesse bei hydrotropischer und bei phototropischer Reizung. 243-246](#)