



Abb. 1. Gefäß zur reversiblen Hydrierung und Messung der Autoxydation.

In den Hauptraum des Manometriegefäßes gibt man 3 ccm $m/20$ -Phosphatlösung, deren p_H z. B. 6,5 ist und die einige μ Mole Flavin oder Chinon enthalten. In die Wanne gibt man 0,4 ccm $m/20$ -Phosphat p_H 6,5 mit einigen μg Katalase-Böhringer. In die mit der Wanne verbundene Birne gibt man 0,2 ccm $m/20$ -Phosphat-

lösung p_H 6,5, mit z. B. 20 μ Molen Wasserstoffperoxyd. Dann stellt man den Platindraht in den Hauptraum des Gefäßes, verbindet das Gefäß mit dem Manometer und hydriert bei 20°, bis pro Molekül Flavin oder Chinon 1 Molekül Wasserstoff aufgenommen worden ist. Bei längerer Hydrierung nahmen die Flavine mehr als 1 Molekül Wasserstoff auf, doch waren die Geschwindigkeiten der reversiblen und irreversiblen Hydrierungen so verschieden, daß bei manometrischer Beobachtung der Wasserstoffaufnahme das Ende der reversiblen Hydrierung leicht zu erkennen war.

Ist die reversible Hydrierung beendet, so nimmt man das mit dem Manometer verbundene Gefäß aus dem Thermostaten heraus und leitet von dem Kapillarstopfen a aus durch das Gefäß Argon, das durch den geöffneten Manometerhahn (in der Abb. nicht gezeichnet) ausströmt. Erst dann löst man, unter fortgesetzter Argondurchleitung, die Verbindung von Gefäß und Manometer, nimmt den Platindraht heraus, setzt das Gefäß wieder an sein Manometer an und bringt Gefäß und Manometer zurück in den Thermostaten. Ist bei der Herausnahme des Platindrahtes aus dem Gefäß der Argonstrom hinreichend stark, so kommt kein Sauerstoff in das Gefäß.

Nach Temperatur- und Druck-Ausgleich im Thermostaten kippt man das Wasserstoffperoxyd aus der Birne zu der Katalase in der Wanne, erzeugt dadurch den gewünschten Sauerstoffdruck und mißt schließlich die Geschwindigkeit, mit der der entwickelte Sauerstoff wieder verschwindet.

Beziehungen zwischen der Hemmung von Wurzelhalsgallen durch Bromuracil und dem Infektionserfolg

VON MARTIN BOPP

Institut für Botanik der Technischen Hochschule Hannover
(Z. Naturforsch. 17 b, 282—283 [1962]; eingeg. am 24. Februar 1962)

In einer früheren Untersuchung¹ haben wir gezeigt, daß es möglich ist, Wurzelhalsgallen durch Bromuracil spezifisch zu hemmen. In einer kurzen Mitteilung glauben LIPETZ und STONIER² diese Hemmung auf Verunreinigungen des Bromuracils zurückführen zu müssen, weil es ihnen nicht gelungen war, eine gleiche Hemmung mit Bromuracil-Proben zu erzielen, die sie auf ihre Reinheit geprüft hatten.

Da es sich hier um ein Problem von wesentlicher theoretischer Bedeutung handelt³, haben wir die Versuche mit Bromuracil noch einmal aufgegriffen.

Wir verwendeten für die Versuche Bromuracil der Fa. Fluka A.G. Buchs/Schweiz, aus derselben Probe, die sich in den Versuchen von LIPETZ und STONIER als

rein und unwirksam erwies. Als Versuchspflanzen dienten *Kalanchoë daigremontiana*, die auf den Blattspreiten verwundet und mit *Agrobacterium tumefaciens* Stamm 5,6 infiziert wurden. Der Infektionserfolg ist dabei in entscheidender Weise von der Art der Infektion abhängig⁴.

Die in unserer früheren Arbeit¹ durchgeführte Infektionsart führte auch bei den nur infizierten, aber nicht anderweitig behandelten Kontrollen niemals zu einem 100-proz. Erfolg. In den dort aufgeführten Tabellen beträgt er zwischen 50 und 60 Prozent.

Wir wiederholten daher unsere Versuche in der Art, daß wir zunächst auf zwei verschiedene Weisen die Pflanzen infizierten:

1. Die Bakterien stammten aus 48 Std. alten Nährlösungskulturen.
2. Die Bakterien wurden mit einer Phosphat-Pufferlösung p_H 7,2 vom Agar abgespült und aufgetropft.

Die Tab. 1 zeigt die Ergebnisse nach ein- und dreimaligem Auftropfen von Bromuracil 200 γ /ccm auf die Infektionsstellen. Es ist die Anzahl der Gallen und

¹ M. BOPP, *Planta* 54, 221 [1960].

² I. LIPETZ u. T. STONIER, *Nature* [London] 190, 929 [1961].

³ Vgl. A. LANG, *Fortschr. Bot.* 23, 312 [1961].

⁴ M. BOPP, *Z. Naturforsch.* 16 b, 226 [1961], (Tab. 2).

Infektionsart	Anzahl der Behandlungen	Anzahl der Gallen				Hemmung gegenüber der Kontrolle [%]	Trockengewicht	
		nach 28 Tagen		nach 38 Tagen			pro Galle nach 40 Tagen [mg]	Hemmung gegenüber der Kontrolle [%]
			in % (der Infektionsstellen)		in % (der Infektionsstellen)			
Bakterien aus der Nährlösung	0	61	95,5	62	97	—	12,0	—
	1	57	89	63	99	0	10,4	15
	3	46	72	52	81	26	7,3	39
Bakterien in Pufferlösung	0	52	81	54	84	—	11,8	—
	1	48	75	48	75	11	6,95	41
	3	22	34	31	48,5	43	2,9	76

Tab. 1. Hemmung der Wurzelhalsgallen an Blättern von *Kalanchoe daigremontiana* durch Bromuracil (200 mg/l) bei verschiedener Infektionsart (vgl. Bopp 1961). Bei schwächerer Infektiosität der Bakterien ist sowohl die Anzahl als auch die Größe der Gallen (völlig parallel) stärker gehemmt.

das Trockengewicht/Galle angegeben. Der Versuch wurde 3-mal mit je 64 Pflanzen (pro Pflanze 8 Infektionsstellen) jeweils mit demselben Ergebnis wiederholt.

Man sieht ohne weiteres, daß bei der Infektionsart, die zu einem nahezu 100-proz. Erfolg führt, die Hemmung sehr gering ist; unter Umständen tritt überhaupt keine Hemmung auf. Im anderen Falle dagegen haben wir nach dreimaliger Behandlung (Auftropfen der Lösung auf die Infektionsstelle) eine 43-proz. Hemmung, wenn wir die Anzahl der Gallen betrachten und sogar eine 76-proz. Hemmung bezüglich der Gallengröße. Die Hemmung wird also deutlich, wenn die normale Gallenzahl vermindert ist.

Diese Versuchsergebnisse stehen mit unserer früheren Interpretation im Einklang. Bei einer starken Infektiosität der Bakterien fällt ein Eingriff durch das Bromuracil nicht ins Gewicht, da ihre Wirkung auch bei einer Abschwächung um 20, 30 oder mehr Prozent immer noch überschwellig bleibt. Wird dagegen die Infektiosität der Bakterien von vornherein so herabgesetzt, daß nur ein geringer Prozentsatz der Infektionen (z. B. zwischen 50 und 80%) angeht, so ist schon normalerweise die für die Umstimmung der Zellen an allen In-

fectionsstellen notwendige Menge an „TIP“ nicht vorhanden, eine Blockierung des Vorganges durch Bromuracil kann sich darum direkt und deutlich auswirken.

Der Mißerfolg der Hemmung durch reines Bromuracil bei LIPETZ und STONIER² ist daher eine Folge dieser für die Fragestellung ungeeigneten Versuchsanstellung. Die Autoren verwendeten einen hochvirulenten Stamm (B 6), bei dem in den Kontrollen alle Infektionsstellen angingen. Die Versuche stellen darum gar keinen Beweis gegen den Eingriff des Bromuracils bei der Entstehung von Wurzelhalsgallen dar, noch weniger sind unsere Resultate damit widerlegt. Weitere Versuche von uns⁴ zeigen vielmehr sehr deutlich, daß auch andere Substanzen, die den DNS-Stoffwechsel zu beeinflussen vermögen, ebenfalls in die Entstehung der Gallen eingreifen können. Bevor man aus dem Mißlingen einer Hemmung⁵ daher Schlüsse auf das tatsächliche Ausbleiben einer Reaktion ziehen kann, ist es stets notwendig, zu prüfen, ob das untersuchte System auch empfindlich genug ist, diese Hemmung zu zeigen⁶.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

⁵ Vgl. hierzu auch E. MEEK, S. SHEILA u. M. SPARSHOTT, *Naturwissenschaften* **48**, 726 [1961].

⁶ Die Versuche wurden am bot. Institut in Freiburg/Br. ausgeführt. Durch die Umsiedlung des Autors nach Hannover wurde ihre Veröffentlichung etwas verzögert.