

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Hohenthurm

Der Einfluß von Gibberellin auf eine „knotenlose“ Sommergersten-Mutante

Von H. SCHMALZ

Mit 1 Abbildung

A. Einleitung

Das Sortiment des hiesigen Instituts enthält eine röntgeninduzierte Sommergersten-Mutante (MS 1196 aus der Sorte „Haisa“), deren Halmknoten nicht differenziert werden. Sie befinden sich auch bei vollständig entwickelten und ausgereiften Pflanzen noch unmittelbar übereinander liegend dicht über dem Wurzelhals (Abb. 1). Der Halm wird nur von dem besonders langgestreckten obersten Internodium gebildet, wodurch der Eindruck der Knotenlosigkeit entsteht. Die Mutante erreicht etwa 50% der Höhe der Ausgangssorte. Sie weist darüber hinaus Grannendeformationen (Schlingenbildungen) und eine herabgesetzte Fertilität (besonders im oberen Ähren teil) auf. Von HOFFMANN (1951) wurde auf diese stark abgewandelte Mutante bereits hingewiesen. Ihre genetische Bedeutung ist zweifellos nicht unerheblich, da bei ihr durch einen Mutationsschritt ein bei der Gerste bisher unbekanntes Merkmal ausgelöst wurde, welches weitgehend einer normalen Eigenschaft der Cyperaceen entspricht. Die Gramineen-Spezies *Molinia coerulea* (L.) Moench (Pfeifengras) besitzt zwar auch grundständige Knoten, es wird bei dieser Grasart aber noch ein zweites Internodium von etwa 3 cm Länge als Speicherorgan ausgebildet. Die vorliegende Mutante stellt damit eine bisher noch nicht bekannte Parallelvariation dar.

Die Mutante steht weiterhin in einer gewissen Parallele zu den bei verschiedenen Pflanzenarten bekannten Zwergmutanten, deren Internodien auch, allerdings nicht so extrem wie im vorliegenden Falle, gestaucht sind. Viele dieser Zwergmutanten, z. B. beim Mais (PHINNEY 1956) und bei *Lolium perenne* (COOPER 1958) lassen sich durch eine Gibberellinbehandlung wuchsmäßig normalisieren. Auch bei *Erectoides*-Mutanten der Sommergerste war es möglich, Streckungen zu induzieren (STOY und HAGBERG 1958). Allerdings reagierten hierbei verschiedene Mutanten, wie auch ein Teil der Mais-Zwergmutanten, unterschiedlich. Im Jahre 1959 führten wir zwei Versuche durch, um die Wirkung von Gibberellin auf den Halmaufbau der Mutante 1196 kennenzulernen.

Zusammenstellungen über die Herkunft, Gewinnung, Chemie und Wirkungen der Gibberelline sind in letzter Zeit mehrfach erschienen, z. B. KNAPP (1958).

B. Material und Methoden

Die Versuchspflanzen wurden einzeln in Töpfen (12 cm Durchmesser) angezogen und im Gewächshaus gehalten.

Die Pflanzen des ersten Versuches (Aufgang: 5. 4. 59) standen im natürlichen Langtag, die des zweiten Versuches (Aufgang: 14. 8. 59) im Dauertag (Zusatzlicht durch 200-Watt-Normalglühlampen). Die Gibberellinbehandlung (Sprüh-Applikation) begann jeweils zu Beginn des 2-Blatt-Stadiums.

Präparate: Beim ersten Versuch verwendeten wir eine wäßrige Lösung (100 p. p. m.) einer Mischung von Gibberellin A₁ und Gibberellinsäure (GA₃), beim zweiten Versuch eine alkoholisch-wäßrige Lösung (100 p. p. m.) des Versuchspräparates Gi 10 der Firma E. Merck A. G., Darmstadt.¹

Versuchsvarianten: Erster Versuch: I/1 Wasserkontrolle, I/2 = 26 Gibberellin-Sprühungen mit anfänglich 1—2 und später 5—6 Tagen Abstand vom 7. 4. bis 30. 5. 1959.

Zweiter Versuch: II/1 = Wasserkontrolle, II/2 = 15 Gibberellin-Sprühungen jeden zweiten Tag vom 18. 8. bis 17. 9. 1959, II/3 = 31 Gibberellin-Sprühungen (täglich) während dieses Zeitraumes.

Beim Sprühen wurden sämtliche Pflanzenteile allseitig benetzt.

¹ Herrn Dr. F. H. STODOLA, United States Department of Agriculture, Peoria, Illinois, U. S. A. und der Firma Merck A. G., Darmstadt, danke ich verbindlichst für die freundliche Überlassung der Gibberellinpräparate.

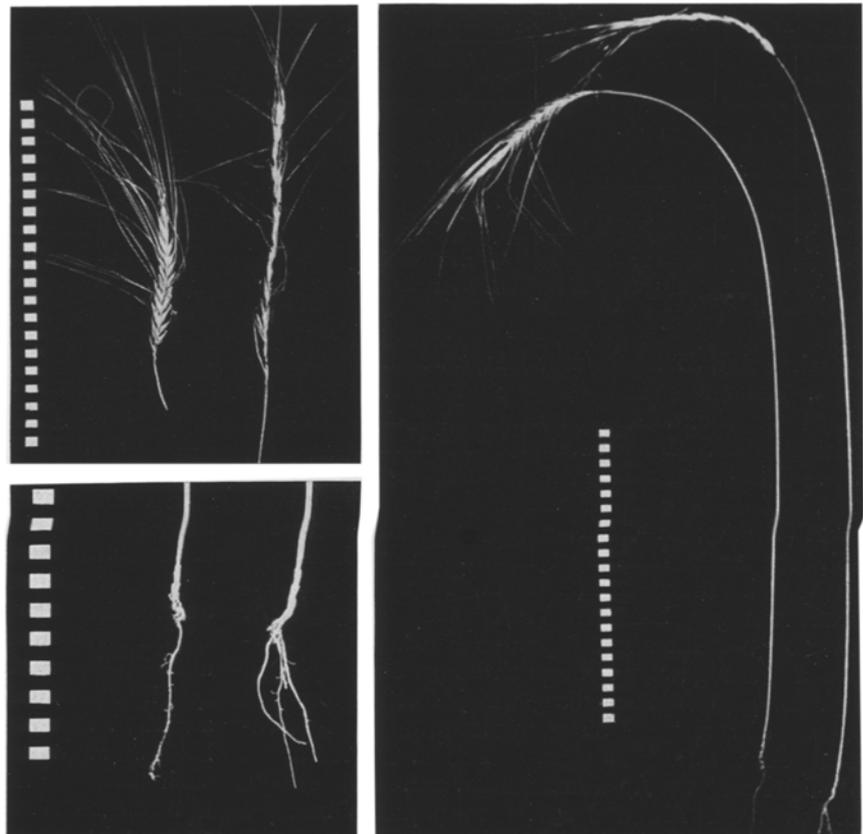


Abb. 1. Mit Gibberellin behandelte und unbehandelte Pflanzen der Mutante 1196 aus „Haisa“. Links jeweils unbehandelte, rechts behandelte Pflanze. Ein Maßstabsabschnitt entspricht 0,5 cm.

C. Versuchsergebnisse

Die Jugendentwicklung der behandelten Pflanzen war in beiden Versuchen beschleunigt. Im ersten Versuch war der Streckungseffekt der ersten Behandlung schon nach 24 Stunden sichtbar. Die Ergebnisse von Längenmessungen während der Entwicklung enthält Tabelle 1. Das Ährenschieben wurde in beiden Versuchen signifikant um einige Tage beschleunigt (Tab. 1), wobei im zweiten Versuch eine tägliche Behandlung einen signifikant ($P < 0,001$) stärkeren Effekt als eine solche mit zweitägigem Abstand hatte. Der Halmaufbau der behandelten Pflanzen unterschied sich in beiden Versuchen jedoch nicht von dem der Kontrollpflanzen (Abbildung.) Es wurde durch das Gibberellin keine Knotendifferenzierung und Internodienstreckung induziert.

Tabelle 1. *Jugendentwicklung und Ährenschieben.*

Serie	Pflanzenzahl	Pflanzenlänge (cm) a)		Ährenschieben (Tage nach dem Aufgang)
		bis z. obersten Blattknoten	insgesamt	
I/1	25	8,9 ± 0,14	36,0 ± 0,37	66,4 ± 1,04
I/2	25	13,9 ± 0,62***	48,1 ± 0,67***	62,4 ± 0,98**
II/1	21	19,0 ± 0,45	—	35,4 ± 0,49
II/2	22	21,1 ± 0,47**	—	33,3 ± 0,23***
II/3	19	22,6 ± 0,68***	—	31,1 ± 0,25***

a) am 27. 4. bzw. 7. 9. 1959
 ***, **, * = Differenz zur jeweiligen Kontrolle signifikant bei $P = 0,001$, 0,01 bzw. 0,05.

Die Länge der reifen „knotenlosen“ Halme war im ersten Versuch (nicht im zweiten) bei den behandelten Pflanzen leicht, jedoch nicht signifikant, erhöht. Die Ähren erwiesen sich in beiden Versuchen als signifikant verlängert (Tab. 2). Der Längenunterschied

Tabelle 2. *Die Morphologie der reifen Pflanzen und ihre Fertilität.*

Serie	Pflanzenzahl	Halmlänge (cm)	Ährenlänge (cm)	Körner je Pflanze	Körner je Ähre*
I/1	25	49,8 ± 1,52	9,0 ± 0,18	50,7 ± 3,88	9,4 ± 0,60
I/2	25	53,8 ± 1,39	11,7 ± 0,33***	9,4 ± 1,85***	1,2 ± 0,22***
II/1	21	37,6 ± 1,62	8,6 ± 0,28	—	12,2 ± 0,51
II/2	22	36,5 ± 0,65	10,4 ± 0,33***	—	1,7 ± 0,60***
II/3	19	36,3 ± 0,60	11,0 ± 0,35***	—	0,2 ± 0,13***

* Versuch I: im Mittel aller Ähren; Versuch II: im Mittel aller Hauptähren. Signifikanzzeichen und Bezugsbasis wie in Tabelle 1

zwischen den Serien II/2 und II/3 war nicht signifikant. Besonders stark waren die untersten Spindiglieder gestreckt. Auf die ohnehin ungünstigen Fertilitätsverhältnisse der Mutante 1196 hatte Gibberellin in beiden Versuchen einen völlig negativen Einfluß. Die Hauptähren waren jeweils fast völlig steril (Tab. 2). In den Nebenähren wurde ein etwas höherer Kornansatz festgestellt. Eine häufigere Gibberellinbehandlung (Serie II/3) hatte gegenüber einer weniger häufigen (II/2) einen signifikant ($P < 0,05$) stärker schädigenden Einfluß. Die Narbenausbildung wies keine sichtbaren Schädigungen auf. Die Pollenentwicklung war jedoch gestört und führte überwiegend zu geschrumpften und offensichtlich nicht funktionsfähigen Pollen. Die Antheren platzten nur in Ausnahmefällen auf. Die oberen Blütchen der Ähren der Kontrollpflanzen besaßen ebenfalls schrumpfende Antheren mit degenerierten Pollen. Gibberellin greift demnach offensichtlich in

den bei der Mutante ohnehin labilen Prozeß der Pollenentwicklung stark schädigend ein. Bestäubungsversuche, zur Feststellung der Funktionsfähigkeit der Eizellen, müssen noch vorgenommen werden. Hinweise auf gibberellininduzierte chromosomale Störungen ergaben sich aus den bisher durchgeführten Untersuchungen nicht. Es sind hierzu jedoch noch weitere Versuche notwendig.

D. Diskussion der Ergebnisse

Das Ausbleiben einer Gibberellinwirkung auf den Halmaufbau der Sommergersten-Mutante MS 1196 zeigt, daß Gibberellin bei ihr nicht in der Lage ist, als eine Art Wachstumshormon in eine durch einen Gendefekt möglicherweise entstandene biochemische „Lücke“ ersatzweise einzutreten. Im Zusammenhang mit den in der Einleitung erwähnten Zwergtypen bei anderen Pflanzen ist die Vermutung geäußert worden, z. B. BRIAN (1958), daß die Gibberelline mit einem „Hormon“ identisch oder diesem ähnlich seien, dessen Bildung mutativ unterbrochen ist und welches in intakten Pflanzen direkt oder durch die Maskierung, beziehungsweise Umkehrung, eines Hemmsystems wirkt. Bei der Mutante 1196 muß die Ursache für den abweichenden Halmaufbau offensichtlich in einem anderen Wirkungszusammenhange gesucht werden. Möglicherweise kann bei ihr durch andere organische Verbindungen, die wir noch nicht kennen, eine Normalisierung des Halmaufbaues erreicht werden. Allgemein kann festgestellt werden, daß auf die Pflanzenlänge und das Ährenschieben der Mutante 1196 Gibberellin keine sehr starke Wirkung entfaltet, im Gegensatz zur Ährenlänge und den noch zu besprechenden Fertilitätsverhältnissen. In weiteren

Versuchen soll zunächst geprüft werden, wie sich das Pfeifengras in seinem Halmaufbau gegenüber einer Gibberellinbehandlung verhält.

Ein fertilitätsmindernder Einfluß von Gibberellin auf zwei Gerstensorten ist von PALEG und ASPINALL (1958) bereits festgestellt worden. Die von diesen Autoren dabei beobachtete sehr starke Reduzierung der einzelnen Blütenteile fehlte in unserem

Falle vollständig. Die Ährenabbildung täuscht eine Reduzierung der Ährchen vor. Im unreifen Zustand konnte eindeutig festgestellt werden, daß alle Spelzen, Schwellkörper und dergleichen normal ausgebildet sind. Anscheinend wird bei der Mutante 1196 durch Gibberellin nur die Pollenentwicklung beeinträchtigt. Eingehende zytologische Untersuchungen stehen jedoch noch aus. Ebenso müssen noch Bestäubungsversuche mit Pollen unbehandelter Pflanzen durchgeführt werden. Die Sterilitätserscheinungen waren bei den Hauptähren am stärksten ausgeprägt. Dies und der Vergleich der Serien II/3 und II/2 in Tab. 2 spricht dafür, daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Dauer und Stärke der Gibberellinbehandlung und der Sterilität besteht. In weiteren Versuchen soll der Einfluß einer Gibberellinbehandlung in bestimmten Entwicklungsphasen auf die Fertilität untersucht werden. Die Abhängigkeit einer durch Gibberellin induzierten Pollensterilität vom Ent-

wicklungszustand der Pflanzen zum Zeitpunkt der Behandlung wurde von NELSON und ROSSMANN (1958) beim Mais beobachtet. Eventuell lassen sich beim Mais aus dieser Erscheinung Nutzanwendungen für die Heterosiszüchtung ableiten. Die Befunde von PALEG und ASPINALL (1958) und die von uns hier dargelegten zeigen, daß die Erscheinung einer Pollensterilität nach Gibberellinbehandlung nicht auf den Mais beschränkt ist.

E. Zusammenfassung

1. Die röntgeninduzierte Sommergersten-Mutante MS 1196 aus der Sorte „Haisa“ weist einen „knotenlosen“ Halm auf. Die Halmknoten werden bei ihr nicht mehr differenziert, sondern befinden sich auch bei reifen Pflanzen dicht über dem Wurzelhals. Der gesamte Halm wird auf diese Weise von dem obersten Internodium gebildet. Auf die Parallele zu dem Halmaufbau der Cyperaceen und des Pfeifengrases (*Molinia coerulea*) wird hingewiesen.

2. Es war nicht möglich, mit Hilfe einer fortgesetzten Gibberellinbehandlung diesen Halmaufbau der Mutante zu verändern. Die Pflanzenhöhe blieb ebenfalls im wesentlichen unverändert, obwohl während des Jugend-Wachstums eine gewisse Förderung durch das Gibberellin zu beobachten war. Das Ährenschieben wurde um bis zu 4 Tage vorverlegt. Dabei ergab sich eine eindeutige Beziehung zwischen der Intensität der Gibberellinbehandlung und dem Verfrühungseffekt.

3. Die Ährenlänge der behandelten Pflanzen wurde signifikant vergrößert. Die Ährendichte war dabei vermindert. Der stärkste Effekt des Gibberellins bestand in einer starken Drückung der Fertilität der Mutante bis zu fast völliger Sterilität. Die Antheren enthielten überwiegend degenerierte Pollen und platzten nur in Ausnahmefällen auf. Die Narbenausbildung und die Entwicklung anderer Ährenanteile blieb augenscheinlich normal. Auf ähnliche Versuchsergebnisse aus der Literatur bei zwei Gerstensorten und bei Mais wird hingewiesen.

Literatur

1. BRIAN, P. W.: Reversal of genetic dwarfism in plants by gibberellic acid. *Heredity* 12, 143—144 (1958). — 2. COOPER, J. P.: The effect of gibberellic acid on a genetic dwarf in *Lolium perenne*. *New Phytologist* 57, 235—238 (1958). — 3. HOFFMANN, W.: Ergebnisse der Mutationszüchtung. In: Vorträge über Pflanzenzüchtung. Land- und Forstwirtschaftlicher Forschungsrat e. V. Bonn, S. 36—53 (1951). — 4. KNAPE, R.: Die Gibberelline und ihre Bedeutung für die Pflanzenphysiologie. *Die Naturwissenschaften* 45, 408—413 (1958). — 5. NELSON, P. M., and E. C. ROSSMANN: Chemical induction of male sterility in inbred maize by use of gibberellins. *Science* 127, 1500—1501 (1958). — 6. PALEG, L., and D. ASPINALL: Inhibition of the development of the barley spike by gibberellic acid. *Nature (Lond.)* 181, 1743—1744 (1958). — 7. PHINNEY, B. O.: Growth response of single-gene dwarf mutants in maize to gibberellic acid. *Proc. Nat. Acad. Sci. Unit. Stat. Amer.* 42, 185—189 (1956). — 8. STOV, V., and A. HAGBERG: Effects of gibberellic acid on erectoides mutations in barley. *Hereditas* 44, 516—522 (1958).

Aus dem Institut für Forstwissenschaften Tharandt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Abteilung Forstpflanzenzüchtung

Bestimmung der Zellsaftkonzentration von Pappelblättern mit Hilfe des Refraktometers

Ein Beitrag zur Entwicklung von Serienuntersuchungsmethoden für die Selektion dürreresistenter Formen forstlich interessierender Baumarten

Vorläufige Mitteilung

Von H. SCHÖNBACH und W. SCHEUMANN

Mit 2 Abbildungen

Die große Trockenheit während der vergangenen Vegetationsperiode (1959) unterstreicht aufs neue die Bedeutung der Züchtung auf Dürreresistenz bei bestimmten Forstgehölzen. Dies gilt insbesondere auch für solche Baumarten, die außerhalb des Waldes bei der Aufforstung von Kippen und Ödländereien, also auf ökologisch — vor allem im Hinblick auf den Wasserhaushalt — ungünstigen Standorten, in Zukunft in steigendem Maße Verwendung finden werden.

Probleme der Dürreresistenz der Bäume sind darum seit Jahren Gegenstand grundlegender wissenschaftlicher Arbeiten an unserem Institut (s. POLSTER und REICHENBACH, 1957).

Die Forderung des Forstpflanzenzüchters nach einer relativ einfachen und schnell arbeitenden serienanalytischen Methode, mit deren Hilfe er möglichst schon an jungen Sämlingen eine Selektion auf Dürreresistenz vornehmen kann, blieb bislang unerfüllt. Im folgenden soll auf eine Methode auf-

merksam gemacht werden, die geeignet erscheint, physiologische Unterschiede im Verhalten der uns interessierenden Baumarten bei Dürrebelastungen zu testen.

Wir gehen dabei von den Arbeiten WALTERS (1931) über die Hydratur der Pflanze aus. Wie zahlreiche Beobachtungen ergaben, sind Stoffproduktion und Wachstum eng mit dem Wasserzustand der Pflanze, der Hydratur, gekoppelt. Die kryoskopische Bestimmung von Preßsäften fixierter Pflanzenteile zeigte nach WALTER u. a., daß dem Maximum der Wachstumsvorgänge ein Optimum der Hydratur entspricht. Bei Verschlechterung der Hydratur über einen bestimmten Schwellenwert hinaus werden verschiedene Lebensfunktionen, wie z. B. Assimilation und Wachstum, eingestellt. Nach WALTER sind Pflanzen als dürreresistent zu bezeichnen, die sich bei erschwerter Wasserversorgung nur wenig oder kurzfristig vom Hydraturoptimum entfernen (hydrostabile Typen) bzw. solche, bei denen eine Minderung