

Literatur

1. ARUTINOVA, A. G.: Chromosome morphology in certain species of clover. C. R. Akad. Sci. URSS 27, N. S. 825—827 (1949). — 2. ATWOOD, S., and H. HILL: The regularity of meiosis in microsporocytes of *Trifolium repens*. Am. J. Bot. 27, 730—735 (1940). — 3. BLEIER, H.: Chromosomenzahlen und Kernvolumina in der Gattung *Trifolium*. Ber. d. D. Bot. Gesell. 43, 236—238 (1925 a). — 4. BLEIER, H.: Chromosomenstudien bei der Gattung *Trifolium*. Jahrb. Wiss. Bot. 64, 604—636 (1925 b). — 5. BREWBAKER, J., and W. F. KEIM: A fertile interspecific hybrid in *Trifolium* (4n *T. repens* L. × 4n *T. nigrescens* Viv.). Amer. Nat. 87, 323—326 (1953). — 6. BROWN, S. W.: The structure and meiotic behaviour of the differentiated chromosomes of tomato. Genetics 34, 437—461 (1949). — 7. DARLINGTON, C. D., and A. P. WYLIE: Chromosome atlas of flowering plants. 1—519. London: Allen & Unwin 1955. — 8. ERITH, A. G.: White clover (*Trifolium repens* L.). A monograph. 1—150. London: Duckworth & Co. 1924. — 9. JULÉN, G.: Weißklee, *Trifolium repens* L. Handbuch der Pflanzenzüchtung 4, 306—320 (1959). — 10. KARPETSCHENKO, G. D.: Karyologische Studien über die Gattung *Trifolium* L. Bull. Appl. Bot. and Plt. Breed. 14, 271—279 (1925) (Russisch mit deutscher Zusammenfassung). — 11. KAWAKAMI, J.: Chromosome numbers in Leguminosae. Bot. Mag. Tokyo 44, 319—328 (1930). — 12. LEVAN, A.: Polyploidiförädlingens nuvaranda läge. Sverig. Utsädesfören. Tidskr. 55, 109—143 (1945). — 13. LÖVE, A. and D.: Cyto-taxonomical studies on boreal plants. III. Some new Chromosome numbers of Scandinavian plants. Ark. Bot. 31 A, No. 12, 1—22 (1944). — 14. MARTIN, J. N.: Comparative morphology of some Leguminosae. Bot. Gaz. 58, 154—167 (1914). — 15. OYAMA, T., and Y. IGUCHI: On the sterility of *Trifolium repens* and its probable cause. La Kromosomo nr. 12—13, 502—507 (1952). (Japanisch mit englischer Zusammenfassung.) — 16. SENN, H. A.: Chromosome number relationships in Leguminosae. Bibliogr. Genetica 12, 175—336 (1938). — 17. TISCHLER, G.: Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 's-Gravenhage 1950. — 18. TJIO, J. H., and A. LEVAN: The use of oxyquinolin in chromosome analysis. Annales de la Estacion Experimental de Aula Dei 2, 21—64 (1950). — 19. WEXELSEN, H.: Chromosome numbers and morphology in *Trifolium*. Univ. Calif. Publ. Agr. Sci. 2, 355—376 (1928). — 20. WIPF, L.: Chromosome numbers in root nodules and root tips of certain Leguminosae. Bot. Gaz. 101, 51—67 (1939). — 21. ZWINGLI, W.: Untersuchungen über die Fertilitätsverhältnisse in schweizerischen Weißklee-Populationen mit ergänzenden zytologischen Studien. Z. Pflanzenzüchtung 36, 237—288 (1956).

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

Der Einfluß von Gibberellin und Colchizin auf die Keimung und das Keimlingswachstum von Sommergerste

Von H. SCHMALZ

Mit 5 Abbildungen

A. Einleitung

Die bekannten wachstumsstimulierenden Wirkungen, die die Gibberelline bei vielen Pflanzenarten ausüben (BRIAN und GROVE 1957, STOWE und YAMAKI 1957, KNAPP 1958, STODOLA 1958 u. v. a.), können, zumindest in einigen in dieser Beziehung genauer untersuchten Fällen, auf eine Erhöhung der Mitoserate zurückgeführt werden. Beispielsweise wirkt eine Gibberellin-Applikation bei unvernalisierter Exemplaren der zweijährigen Langtagpflanze *Hyoscyamus niger* sproßstreckend und blühfördernd. Diese Sproßstreckung ist mit einer Zellverlängerung und einer Erhöhung der Zellteilungsrate verbunden (LANG 1956, SACHS und LANG 1957, 1957a). Ähnliche Beobachtungen wurden auch bei der Langtagpflanze *Samolus parviflorus* gemacht (SACHS, BRETZ und LANG 1959). Sowohl bei *Hyoscyamus niger* als auch bei *Samolus parviflorus* kann dabei schon nach kurzer Einwirkungszeit die Mitosetätigkeit auf das zehnfache gesteigert werden. Auch von LONA (1956) wurde bei einer zweijährigen Langtagpflanze bei Sproßstreckungen neben einer Zellverlängerung eine Verstärkung der Zellteilungsrate beobachtet. Da bei diesen im vegetativen Stadium rosettenartigen Pflanzen eine Blühinduktion an eine Sproßstreckung gebunden ist, nehmen diese Befunde eine Sonderstellung ein; sie beweisen noch nicht eine mitoseanregende Wirkung der Gibberelline im eigentlichen Sinne, da die erhöhte Zellteilungsrate ein sekundärer Effekt sein kann. Eine direkte mitoseanregende Wirkung auf das apikale Meristem verschiedener Pflanzenarten konnte aber von LEBEDENKO (1959) festgestellt werden. Es liegen jedoch auch Untersuchungsergebnisse vor, die es sehr

wahrscheinlich machen, daß auch rein vegetative Pflanzenteile durch Gibberellin in der Zellteilungsrate angeregt werden können [BRADLEY und CRANE (1957) bei Aprikosentrieben, DURE und JENSEN (1957) bei Baumwollbryonen, GREULACH und HAESLOOP (1958) bei Internodien von *Phaseolus vulgaris*, GUNDERSEN (1959) bei einer *Begonia*-Hybride, GUTTRIDGE und THOMPSON (1959) bei Erdbeerblattstielen, OKUDA (1959) an Internodien von *Pharbitis Nil* und McMANUS (1960) bei Zwiebelwurzeln]. Cytologische Effekte im Anschluß an eine Gibberellinbehandlung wurden gelegentlich beobachtet. KATO (1955) stellte an *Allium cepa*-Wurzelspitzen fest, daß bei höheren Gibberellin-Konzentrationen Pseudochiasmata gebildet wurden. BERGER (1957) beobachtete bei Wurzelspitzenuntersuchungen am gleichen Objekt nach einer 96stündigen Gibberellin-Behandlung in der Metaphase eine Querstreifung der Chromosomen mit achromatischen Zwischenräumen, ähnlich der Struktur der Dipteren-Riesenchromosomen. Die Anaphasen waren jedoch trotzdem nicht gestört.

Eine keimungsfördernde Wirkung der Gibberelline wurde schon früh auch bei Gerste festgestellt (HAYASHI 1940) und seit dieser Zeit häufig bestätigt, z. B. von FISCHNICH, THIELEBEIN und GRAHL (1957), die mit Gibberellin die Keimruhe der Gerste brechen konnten. Auch normal keimfähige Gerste wird in der Keimung beschleunigt. Für die Malzindustrie ergeben sich aus dieser Tatsache außerordentliche Möglichkeiten für eine Kapazitätserweiterung durch Verkürzung der notwendigen Keimzeit und evtl. auch eine Erhöhung der Extraktausbeute sowie eine Verringerung des Mälzungsschwun-

des (KLEBER und LINDEMANN 1960, STADLER, KIPPHAHN und GALLINGER 1960). Eine Keimungs-förderung durch Gibberellin ist allerdings nicht bei allen Pflanzenarten zu verzeichnen. Sie kann selbst bei Arten der gleichen Gattung sehr unterschiedlich stark sein oder auch völlig fehlen (KALLIO und PIIRONEN 1959).

Im Gegensatz zu der starken Förderung, die das Sproßwachstum bei vielen Pflanzenarten durch eine Gibberellinbehandlung erfährt, wurde im Hinblick auf das Wurzelwachstum in vielen Fällen keine Förderung festgestellt. Teilweise sind sogar Hemmungen des Wurzelwachstums bzw. der Wurzelbildung an Stecklingen beobachtet worden (YABUTA et al. 1951, BRIAN et al. 1954, 1955, BRIAN und GROVE 1957, GUNDERSSEN 1959, KOFRANEK 1959, KREKULE und ULLMANN 1959, LEE 1959, SUDIA 1959, KENTZER 1960, MICHNIEWICZ und CHROMIŃSKI 1960), wobei allerdings teilweise die Applikationsform (BRIAN et al. 1954) das Ergebnis beeinflusste. Auch in eigenen bisher unveröffentlichten Versuchen konnte bei Tomaten eine Reduzierung der Bewurzelung von Jungpflanzen festgestellt werden. Der stimulierende Effekt des Auxins auf die Bewurzelung von Stecklingen kann durch Gibberellin sogar antagonistisch beeinflusst werden (KATO 1958).

Solchen Befunden stehen Untersuchungsergebnisse gegenüber, in denen doch positive Einflüsse auf das Wurzelwachstum festgestellt wurden [WHALLEY und KEPHART (1957) und SUDIA (1960) bei Maiswurzeln, BROWN und GIFFORD (1958) bei *Pinus-Embryokulturen*, RICHARDSON (1958) bei *Pseudotsuga menziesii* und SCHOOLER (1960) bei Gersten-Embryokulturen].

Da einerseits die Gibberelline unter gewissen Umständen und bei bestimmten Objekten in der Lage sind, mitoseanregend zu wirken und das Colchizin andererseits ein starkes Mitosegift ist, unternehmen wir es, festzustellen, ob und in welchem Umfang eine Gibberellinbehandlung von Gerstenkaryopsen in der Lage ist, die bekannten Effekte, die das Colchizin bei einer Samenbehandlung hervorruft (STRAUB 1950), zu modifizieren. Eine diesbezügliche Wirkung könnte im Hinblick auf die Erzeugung polyploider Pflanzen mit Hilfe einer Samenbehandlung von begünstigender oder auch hemmender Wirkung sein. Bekanntlich ist gerade die Samenbehandlungsmethode mit einem meist relativ hohen Pflanzenausfall verbunden, der diese Methode unvorteilhaft erscheinen läßt (BECKER und SKIEBE 1955). In der vorliegenden Arbeit soll zunächst nur über den Einfluß des Gibberellins und des Colchizins auf die Keimfähigkeit und das Keimlingswachstum von Sommergerste berichtet werden. Cytologische Untersuchungen wurden an den einer kombinierten Colchizin-Gibberellin-Behandlung unterworfenen Keimlingen noch nicht durchgeführt.

Als Antagonisten der Colchizinwirkung sind von BAUCH (1946) bei Zwiebelwurzeln Sulfonamide, z. B. Prontosil, erkannt worden. Sie beheben die typischen Keulenbildungen und die Mitosen verlaufen normal. Eine relativ schwache antagonistische Wirkung wurde auch von geringen Alkoholgaben ermittelt (LEVAN und ÖSTERGREN 1943). Eine Zuführung von Heteroauxin konnte die colchizinbedingten Wachstumsstockungen bei *Ocimum*

canum (GLOTOV nach STRAUB 1950) und der Gartenkresse (STRAUB 1950) beheben. Der Prozentsatz gelungener Polyploidisierungen stieg dabei erheblich an. GARG et al. (1958) stellten fest, daß colchizinbedingte Hemmwirkungen bei *Brassica chinensis* durch Ascorbinsäurezugaben behoben werden konnten. Sie nehmen auf Grund dessen an, daß der Colchizineffekt auf einer Zerstörung oder Inaktivierung der endogenen Ascorbinsäure beruht, wofür es nach Ergebnissen von SREENIVASAN und WANDREKAR (1950) bereits Hinweise gibt.

B. Material und Methoden

Für alle Versuche wurden lufttrockene Karyopsen der zweizeiligen Sommergerstensorte „Elsa“ verwendet (für die Versuche 1 bis 13 aus der Ernte 1959, für die Versuche 14 bis 18 aus der Ernte 1960). Jede Versuchsvariante (Colchizin/Gibberellin-Kombination) umfaßte 150 Karyopsen (je 25 in sechs Petrischalen — 6 Wiederholungen). Die Gibberellin-Konzentrations-Variation betrug in den Versuchen 1 bis 13 und 17 bis 18 0 und 100 p.p.m., in den Versuchen 14 bis 16 jedoch 0, 17 und 100 p.p.m. Für die Versuche 1 bis 3 wurde das Gibberellinpräparat „Kyowa“ (pulverförmig) der Kyowa Fermentation Industry Co., Ltd., Tokyo, Japan, für die Versuche 4 bis 13 und 17 bis 18 Gibberellinsäure (Schmelzpunkt 225—228 °C) der Fa. American Cyanamid Company, New York, USA, für den Versuch 14 das Präparat „Kyowa“ in Tablettenform und für die Versuche 15 und 16 das Präparat „Kyowa“ in Pulverform und vergleichsweise das Präparat der Cyanamid Company verwendet¹. Die Gibberellinpräparate werden im folgenden als „Kyowa“-Präparat (Pulver- oder Tablettenform) bzw. „Cyanamid“-Präparat bezeichnet. Das pulverförmige „Kyowa“-Präparat enthielt etwa 2%, die Tabletten dieses Präparates 5 mg reine Gibberellinsäure (GA₃).

Die angewandten Colchizin-Konzentrationen waren in den einzelnen Versuchen unterschiedlich hoch:

Versuche 1—9, 17—18: 0,00 — 0,01 — 0,05 — 0,10 — 0,20%,

Versuche 10—13: 0,00 — 0,02 — 0,04 — 0,06%,

Versuche 14—16: 0,00 — 0,05%.

Die Applikation der Colchizin-, Gibberellin- bzw. Colchizin/Gibberellin-Lösungen wurde ebenfalls verschieden gehandhabt:

Versuche 1—3, 5, 14—16: Die lufttrockenen Karyopsen wurden 15 Stunden in Aqua dest. (20 ml je Petrischale von 8 cm Durchmesser) vorgequollen. Nach dem Entfernen des Einquellwassers erfolgte die Behandlung mit den Versuchslösungen (ebenfalls 20 ml je Petrischale, für 24 Stunden). Nach dieser Zeit wurden die Karyopsen mit Aqua dest. gewaschen und in Petrischalen auf Filterpapier mit 5 ml Aqua dest. zur Keimung ausgelegt.

Versuche 4, 17—18: Die Karyopsen wurden für 24 Stunden in Aqua dest. bzw. in Gibberellinlösung eingequollen. Dann erst erfolgte die Behandlung mit den verschiedenen konzentrierten Colchizinlösungen für 24 Stunden. Die Weiterbehandlung gestaltete sich wie vorstehend.

Versuche 6—13: Die Versuchslösungen wurden sofort auf die lufttrockenen Karyopsen für 24 Stunden gegeben. Die Weiterbehandlung wurde wie in den übrigen Versuchen vorgenommen.

Während der Vorbehandlungen und der Applizierung der Versuchslösungen sowie der Keimung standen die aufgedeckten Schalen bei einer Temperatur von 20 bis 22 °C. Nach Bedarf wurde während der Keimungsperiode für alle Schalen gleichmäßig Aqua dest. nachgegeben. Es wurde auf einheitliche Lichtverhältnisse (Leuchtstoffröhren-Zusatzlicht) für alle Versuchsreihen geachtet. Innerhalb der Wiederholungen sind die Schalen randomisiert aufgestellt worden.

Als Maße der Colchizin- bzw. Gibberellinwirkungen und der kombinierten Wirkungen beider Reagenzien wurden die folgenden Merkmale herangezogen:

¹ Beiden Firmen sei auch an dieser Stelle für die Überlassung der Präparate verbindlichst gedankt.

1. Häufigkeit von Wurzelkeimlingen,
2. Häufigkeit von Triebkeimlingen,
3. Länge der längsten Keimwurzel,
4. Sproßlänge,
5. Koleoptillenlänge,
6. Frischgewicht der Sproßteile,
7. Trockensubstanzgehalt der Sproßteile,
8. Trockengewicht der Sproßteile.

Als Wurzelkeimlinge wurden solche gekeimte Karyopsen bezeichnet, die makroskopisch sichtbare Keimwurzeln aufwiesen, ohne Rücksicht darauf, ob der Sproßteil sichtbar war, während als Triebkeimlinge nur die gekeimten Karyopsen erfaßt worden sind, die einen makroskopisch sichtbaren Sproßkeimling besaßen.

In den einzelnen Versuchen sind nicht alle genannten Merkmale untersucht worden, sondern jeweils nur bestimmte Merkmalsgruppen.

Alle Versuchsergebnisse wurden varianzanalytisch berechnet, wobei die Versuche 6 bis 9, 10 bis 13, 15 und 16 und 17 und 18 jeweils als Versuchsserien aufgefaßt und einer zusammenfassenden Auswertung unterworfen wurden.

C. Versuchsergebnisse

In den *Versuchen 1 bis 3* wurde übereinstimmend gefunden, daß die Keimintensität der in den verschiedenen Colchizin-Konzentrationen zugleich mit Gibberellin („Kyowa“-Präparat pulverförmig) behandelten Karyopsen durch letzteres stark bis sehr stark vermindert war. Zum Beispiel betrug im Versuch 3 bei einer Colchizin-Konzentration von 0,10% nach sieben Tagen die Häufigkeit von Wurzelkeimlingen ohne Gibberellin 78,0%, mit Gibberellin jedoch nur 40,0%. Für die Triebkeimlingshäufigkeit betrug die entsprechenden Werte 47,3 bzw. 18,0%. Die Wurzellänge wurde nur in den Versuchen 2 und 3 bestimmt. Wie in den weiteren Versuchen (z. B. Abb. 1), bei deren Durchführung mit dem „Cyanamid“-Präparat gearbeitet wurde, stellten wir, insbesondere bei den schwächeren Colchizin-Konzentrationen und in der colchizinfreien Kontrolle, eine mehr oder weniger starke Steigerung des Wurzelwachstums fest. Die keimhemmende Wirkung des pulverförmigen „Kyowa“-Präparates ist vermutlich auf Zusätze, welche dem Präparat neben gewissen Nährstoffen zugegeben sind, zurückzuführen. Nach erfolgter Keimung haben diese Zusätze anscheinend auf das weitere Wurzelwachstum keine Wirkung mehr; dieses wird dann durch die Gibberellin-Komponente des Präparats gefördert. Das „Cyanamid“-Präparat ließ in den weiteren Versuchen keine derartigen Hemmwirkungen erkennen. Diese Feststellung konnte in den Versuchen 14 bis 16 bestätigt werden. In diesen Versuchen wurden beide Präparate („Kyowa“ und „Cyanamid“) vergleichsweise zur Anwendung gebracht.

Dabei stellte es sich jedoch heraus, daß das „Kyowa“-Präparat in Tablettenform keine Hemmwirkungen erkennen ließ (Versuch 14, Tabelle 1 und 2), obwohl auch diese Tabletten nach „Technical Information on Gibberellin ‚Kyowa‘“, Kyowa Fermentation Industry Co. Ltd., Tokyo, Japan, Nährstoffzusätze aufweisen. In den Versuchen 15 und 16 mit dem pulverförmigen „Kyowa“-Präparat wurden wieder deutliche Hemmwirkungen beobachtet (nähere Ausführungen siehe dort). In den Versuchen 4 bis 13 und 17 bis 18 wurde

deshalb, um die Gibberellin/Colchizin-Wechselwirkungen möglichst unbeeinflusst von anderen Verbindungen erfassen zu können, ausschließlich mit dem „Cyanamid“-Präparat gearbeitet.

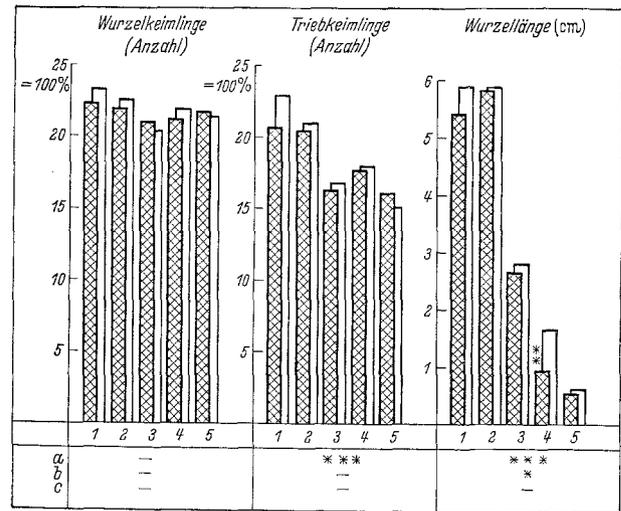


Abb. 1. Ergebnisse des Versuches 5 (Auswertung nach 5 Tagen). Zeichenerklärung: Schraffierte Säulen ohne Gibberellin; Weiße Säulen 100 p.p.m. Gibberellin; 1 Wasserkontrolle; 2 0,01% Colchizin; 3 0,05% Colchizin; 4 0,10% Colchizin; 5 0,20% Colchizin; a Signifikanz der Colchizinwirkung; b Signifikanz der Gibberellinwirkung; c Signifikanz der Wechselwirkung „Colchizin/Gibberellin“ (a—c: getestet gegen die Fehler-Varianz); * = signifikant bei P = 5%; ** = signifikant bei P = 1%; *** = signifikant bei P = 0,1%; Signifikanzzeichen auf den Säulenpaaren bezeichnen signifikante Gibberellinwirkungen auf der Basis einer bestimmten Colchizin-Konzentration.

Der Versuch 4 ergab in allen Colchizin-Varianten durch das Gibberellin nach fünf Tagen eine Verbesserung der Keimungsrate (Wurzel- und Triebkeimlinge). Das Wurzelwachstum wurde in diesem Versuch nicht erfaßt.

Bei der Durchführung des Versuches 5 ist, wie im Versuch 4, unter Verwendung des „Cyanamid“-Präparates und einer Versuchsanstellung wie in den Versuchen 1 bis 3 (erst Vorquellung in Aqua dest., dann Behandlung mit den Versuchslösungen) ebenfalls keine Keimhemmung festgestellt worden. Wie die Abb. 1 zeigt, wurde vielmehr in der Mehrzahl der Fälle eine gewisse Erhöhung der Wurzel- bzw. Triebkeimlingsraten (allerdings nicht signifikant) beobachtet. Mit zunehmender Colchizin-Konzentration ging diese leichte Förderung in eine schwache Hemmung über. Diese Wechselwirkung (WW)

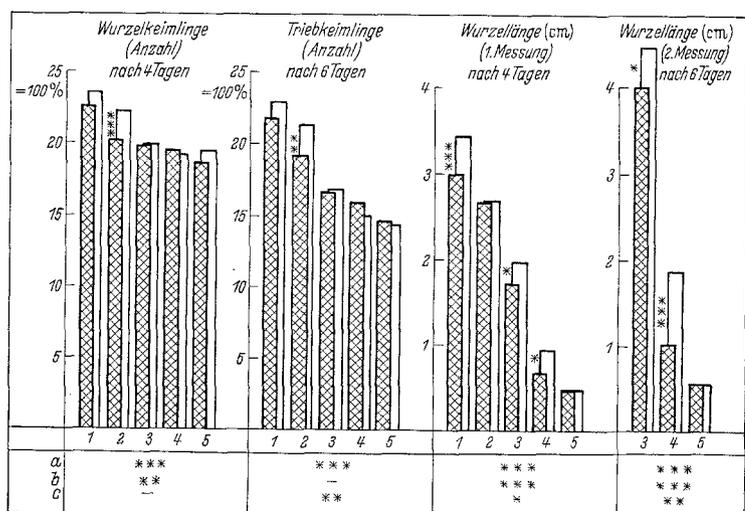


Abb. 2. Zusammenfassende Ergebnisse der Versuche 6 bis 9. — Zeichenerklärung: siehe Abb. 1.

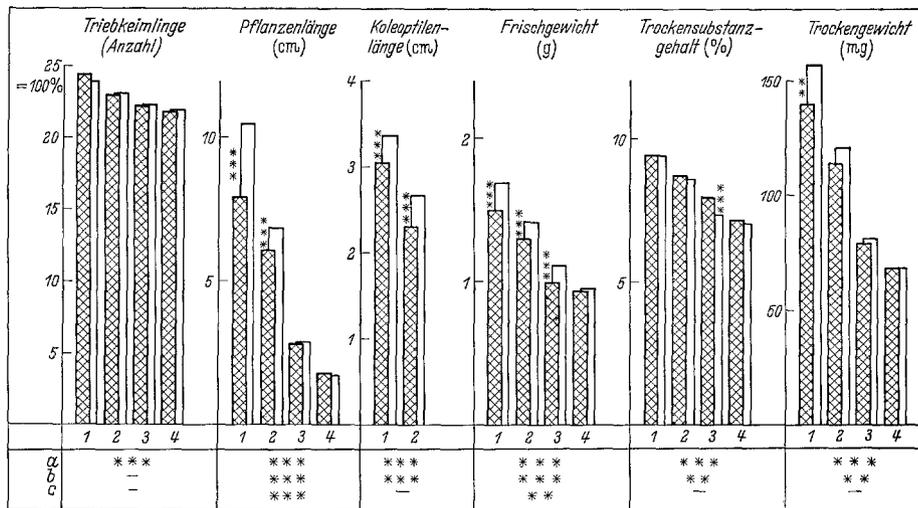


Abb. 3. Zusammenfassende Ergebnisse der Versuche 10 bis 13 (Auswertung nach 7 Tagen). -- Zeichenerklärung: 1 = Wasserkontrolle; 2 = 0,02% Colchizin; 3 = 0,04% Colchizin; 4 = 0,06% Colchizin; übrige Zeichen wie in Abb. 1.

„Colchizin/Gibberellin“ war jedoch ebenfalls nicht signifikant. Auf die Wurzellänge hatte das Gibberellin im Mittel aller Colchizin-Varianten einen signifikant ($P < 5\%$) stimulierenden Einfluß. Am stärksten war diese Förderung in der 0,1%-Colchizin-Variante ($P < 1\%$). Die Colchizinwirkungen waren bei dem Merkmal Wurzellänge am stärksten und bei der Wurzelkeimlingsrate am schwächsten ausgeprägt.

In den Versuchen 6 bis 13 wurden lufttrockene Karyopsen sofort ohne eine vorhergehende Vorquellung mit den Versuchslösungen behandelt. Dabei konzentrierten wir uns in den Versuchen 6 bis 9 (Abb. 2) wie in den vorhergehenden Versuchen auf die Erfassung der Keimungshäufigkeit und des Wurzelwachstums, während in den Versuchen 10 bis 13 (Abb. 3) die Untersuchung des Sproßwachstums und der Substanzbildung der Sproßteile der gekeimten Karyopsen im Vordergrund der Auswertung stand. Die Wurzelkeimlingsrate (Abb. 2) wurde durch Gibberellin im Mittel aller Colchizin-Varianten signifikant ($P < 1\%$) erhöht. In Verbindung mit höheren Colchizin-Konzentrationen verringerte sich jedoch diese Förderungswirkung oder verlor sich vollständig. Diese Verschiedenartigkeit der Reaktionen drückte sich aber noch nicht in einer signifikanten WW „Colchizin/Gibberellin“ aus. Bei der Triebkeimlingsrate (Abb. 2 und 3) war in beiden Versuchsserien im Mittel aller Colchizin-Varianten keine signifikante Erhöhung durch Gibberellin zu verzeichnen. Lediglich in einem Falle (Abb. 2; 0,01% Colchizin) konnte eine signifikante Erhöhung ($P < 1\%$) beobachtet werden. Da bei den höheren Colchizin-Konzentrationen in den Versuchen 6 bis 9 (Abb. 2) ein negativer Einfluß des Gibberellins in Erscheinung trat, war die WW „Colchizin/Gibberellin“ in diesem Falle signifikant ($P < 1\%$). Das Fehlen einer Gibberellinförderung bei dem gleichen Merkmal in den Versuchen 10 bis 13 (Abb. 3) im Zusammenhang mit schwachen Colchizin-Konzentrationen ist wahrscheinlich auf die absolut höheren Keimlingsraten in diesen Versuchen zurückzuführen.

Die Wurzellänge war in den Versuchen 6 bis 9 (Abb. 2) nach vier bzw. sechs Tagen sehr signifikant

($P < 0,1\%$) durch Gibberellin im Mittel aller Colchizin-Varianten erhöht. Auch die WW „Colchizin/Gibberellin“ erwies sich als signifikant ($P < 5\%$ bei der ersten Messung, $P < 1\%$ bei der zweiten Messung, bei der allerdings nur noch die Colchizin-Varianten 0,05, 0,10 und 0,20% berücksichtigt wurden). Diese signifikanten WW zeigen, daß die höheren Colchizin-Konzentrationen die Gibberellinförderung aufhoben.

Die folgenden noch zu nennenden Merkmale wurden nur in den Versuchen 10 bis 13 (Abb. 3) erfaßt.

Da bereits bei einer Colchizin-Konzentration von 0,10% und der von uns gewählten Anwendungszeit das Triebkeimlingswachstum fast vollständig sistiert war, wurden die Colchizin-Konzentrationen in diesen Versuchen nur bis 0,06% variiert (0,00 — 0,02 — 0,04 — 0,06).

Dabei ist die Pflanzenlänge in der Wasserkontrolle und in der 0,02%-Colchizin-Variante durch das Gibberellin sehr signifikant ($P < 0,1\%$) erhöht worden. Bei den höheren Colchizin-Konzentrationen verlor sich diese Wirkung jedoch wieder. Die entsprechende WW erwies sich deshalb als sehr signifikant ($P < 0,1\%$). Auch die gibberellinbedingte Förderung des Sproßwachstums wurde also durch höhere Colchizin-Konzentrationen aufgehoben. Die Koleoptillenlänge bestimmten wir nur in den Colchizin-Varianten 0,00 und 0,02%. Sie ist durch die Gibberellinbehandlung sehr signifikant ($P < 0,1\%$) erhöht worden. Das Frischgewicht wurde durch Gibberellin im Mittel der Colchizin-Varianten ebenfalls sehr signifikant ($P < 0,1\%$) erhöht. Die signifikante ($P < 1\%$) WW „Colchizin/Gibberellin“ zeigte aber, daß auch bei diesem Merkmal mit zunehmender Colchizin-Konzentration die Gibberellinförderung aufgehoben wird. Auf den Trockensubstanzgehalt hatte die Colchizinbehandlung mit Erhöhung der Konzentration eine zunehmend reduzierende Wirkung. Die Gibberellinzusätze verminderten den Trockensubstanzgehalt zusätzlich. Das Trockengewicht zeigte ein ähnliches Bild wie das Frischgewicht, nur mit dem Unterschied, daß bei diesem Merkmal die WW „Colchizin/Gibberellin“ nicht signifikant war.

Die Versuche 14 bis 16 wurden mit dem Ziele eines direkten Vergleiches der Wirkung der verwendeten Gibberellinpräparate angelegt, wobei das „Kyowa“-Präparat in Tabletten- und Pulverform zur Verfügung stand.

Im Versuch 14 (Tabelle 1 und 2) ist das „Kyowa“-Präparat in Tablettenform im Vergleich zum „Cyanamid“-Präparat geprüft worden. Die fördernde Wirkung auf die Wurzel- und Triebkeimlingsrate ergab, daß das „Kyowa“-Präparat in dieser Form sich als ebenso wirksam erwies wie das amerikanische Vergleichspräparat. Das Colchizin (0,05%) reduzierte

Tabelle 1. Vergleich der Wirksamkeit der Gibberellinpräparate „Kyowa“ (Tablettenform) und „Cyanamid“. Mittlere Anzahl Wurzelkeimlinge nach vier Tagen (Sollzahl: 25).

Behandlungsvarianten	ohne Colchizin		0,05% Colchizin		Gibberellin-Varianten-Mittel	Signifikanz			
	\bar{x}	Signif. ¹	\bar{x}	Signif. ¹					
Ohne Gibberellin	11,0		9,8		10,4	Basis			
17 p.p.m. „Kyowa“	12,8	—	12,0	—	12,4	—	Basis		
100 p.p.m. „Kyowa“	15,7	*	14,7	*	15,2	***	*	Basis	
17 p.p.m. „Cyanamid“	12,8	—	13,2	—	13,0	*	—	—	Basis
100 p.p.m. „Cyanamid“	14,7	*	13,0	—	13,9	**	—	—	—
Colchizin-Varianten-Mittel	13,4	Nicht signifikant		12,5					

¹ Signifikanz bezogen auf „Ohne Gibberellin“, Signifikanzzeichen: siehe Abb. 1. Anmerkung: Die Wechselwirkung „Colchizin/Gibberellin-Präparate“ ist nicht signifikant.

Tabelle 2. Vergleich der Wirksamkeit der Gibberellinpräparate „Kyowa“ (Tablettenform) und „Cyanamid“. Mittlere Anzahl Triebkeimlinge nach vier Tagen (Sollzahl: 25).

Behandlungsvarianten	ohne Colchizin		0,05% Colchizin		Signifikanz ²	Gibberellin-Varianten-Mittel	Signifikanz			
	\bar{x}	Signif. ¹	\bar{x}	Signif. ¹						
Ohne Gibberellin	9,8		8,0		—	8,9	Basis			
17 p.p.m. „Kyowa“	12,7	—	9,0	—	*	10,9	—	Basis		
100 p.p.m. „Kyowa“	13,7	*	9,8	—	*	11,8	*	—	Basis	
17 p.p.m. „Cyanamid“	11,8	—	7,2	—	**	9,5	—	—	*	Basis
100 p.p.m. „Cyanamid“	11,7	—	8,8	—	—	10,3	—	—	—	—
Colchizin-Varianten-Mittel	11,9	Signifikanz ***		8,6						

¹ Signifikanz bezogen auf „Ohne Gibberellin“; ² Signifikanz bezogen auf „Ohne Colchizin“; Signifikanzzeichen: siehe Abb. 1. Anmerkung: Die Wechselwirkung „Colchizin/Gibberellin-Präparate“ ist nicht signifikant.

die Wurzelkeimlingsrate nur schwach (nicht signifikant), die Triebkeimlingsrate jedoch stark ($P < 0,1\%$). Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen der Versuche 6 bis 9 (Abb. 2). Bei beiden Merkmalen war die WW „Colchizin/Gibberellinpräparate“ nicht signifikant. Die Ergebnisse des Versuches 14 werden erhärtet durch Ergebnisse, die wir in einem weiteren Versuche mit einer stärkeren Abstufung der Gibberellinkonzentration, aber ohne eine Colchizin-Behandlung, erhielten. Auf die Resultate dieses Versuches wird hier nicht näher eingegangen.

Die Ergebnisse der Versuche 15 und 16, bei deren Durchführung mit dem pulverförmigen „Kyowa“-Präparat im Vergleich zum „Cyanamid“-Präparat gearbeitet wurde, sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Colchizin-Behandlung (0,05%) reduzierte die Wurzel- und Triebkeimlingshäufigkeit, aber nur bei dem letztgenannten Merkmal war die Colchizin-Wirkung im Mittel aller Gibberellin-Varianten signifikant ($P < 0,1\%$). Die WW „Colchizin/Gibberellinpräparate“ erwies sich bei beiden Merkmalen als nicht signifikant, d. h., die Wirkung der Colchizinbehandlung war unabhängig von der Konzentration und der Art der Gibberellinpräparate. Die vergleichsweise verwendeten Gibberellin-Präparate beeinflussten die Keimungswerte jedoch sehr unterschiedlich. Das „Cyanamid“-Präparat förderte sowohl bei einer Gibberellin-Konzentration von 17 p.p.m. wie auch bei einer solchen von 100 p.p.m. die Keimungsraten signifikant (Abb. 4), wobei kein Unterschied zwischen den beiden Konzentrationen zu erkennen war. Dies weist darauf hin, daß bei

der Gerste bereits relativ schwache Gibberellin-Konzentrationen keimungsfördernd wirken und daß bei einer Erhöhung der Konzentration keine zusätzliche Förderung in Erscheinung treten muß. Bei der Verwendung des „Kyowa“-Präparates (pulverförmig) wurde bei einer schwachen Konzentration von 17 p.p.m. ebenfalls noch eine Förderung beobachtet, die teilweise auch signifikant war. Bei einer Konzentration von 100 p.p.m. reduzierte dieses Präparat

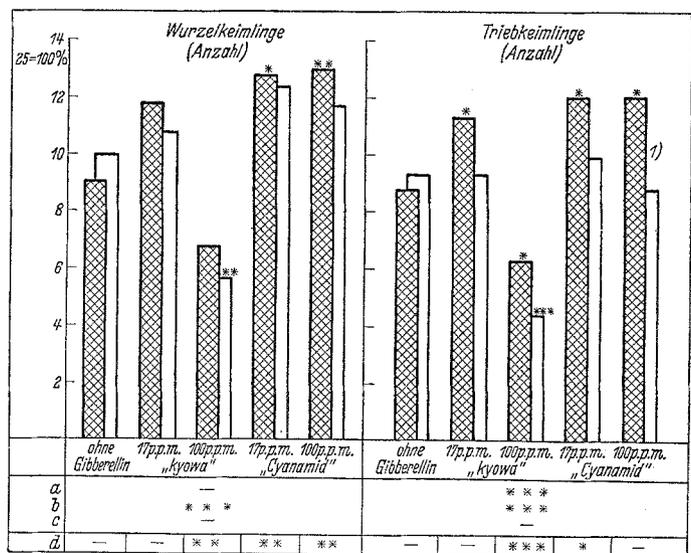


Abb. 4. Zusammenfassende Ergebnisse der Versuche 15 und 16 (Auswertung nach 6 Tagen). — Zeichenklärung: „Kyowa“ Gibberellinpräparat „Kyowa“ (pulverförmig); „Cyanamid“ Gibberellinpräparat der Cyanamid-Company; Schraffierte Säulen ohne Colchizin; Weiße Säulen 0,05% Colchizin; a, b, c: siehe Abb. 1; d = Signifikanz der Gibberellinwirkung im Mittel beider Colchizin-Varianten bezogen auf „Ohne Gibberellin“; Signifikanzzeichen: wie in Abb. 1; Signifikanzzeichen auf den Säulen kennzeichnen die Signifikanz der Abweichung von der Variante „Ohne Gibberellin“ ohne bzw. mit Colchizin.

¹ Beim Vergleich der Colchizinwirkungen innerhalb bestimmter Gibberellin-Varianten erwies sich nur die Differenz innerhalb der Variante „100 p.p.m. Cyanamid“ für das Merkmal Triebkeimlinge als signifikant ($P < 5\%$).

Tabelle 3. Beeinflussung der Gibberellinwirkung auf das Sproßwachstum von Gerstenkeimlingen (Sorte: „Elsa“) durch eine Röntgenbestrahlung. Sproßlänge (cm).

Bestrahlungs-Varianten	Ohne Gibberellin	250 p.p.m. Gibberellin ¹	Differenz	Relative Verlängerung (%)	Signifikanz ²
Ohne Bestrahlung	10,1	12,3	+2,2	22	***
1000 r	7,1	7,6	+0,5	7	—
2000 r	3,5	3,6	+0,1	3	—

¹ Gibberellinsäurepräparat der Cyanamid-Company. — ² Signifikanzzeichen: siehe Abb. 1.

Anmerkung: Es wurden nur gerade gekeimte Karyopsen (je Variante 200) für die Bestrahlungen verwendet. Auf diese Weise war im Zeitpunkt der Bestrahlung ein zumindest äußerlich gleichartiger Keimzustand in beiden Gibberellin-Varianten gewährleistet.

jedoch die Keimungsrate, insbesondere die Triebkeimungsrate, sehr stark (signifikant bis sehr signifikant, Abb. 4). Es muß hier offenbleiben, wie dieses unterschiedliche Verhalten der Gibberellinpräparate definitiv zu erklären ist.

So sehr für praktische Belange ergänzende Zusätze zum Gibberellin in Handelspräparaten auch erwünscht sein mögen (z. B. im Präparat „Gibboe“ der Riedel-de Haën AG, Seelze-Hannover), so sehr

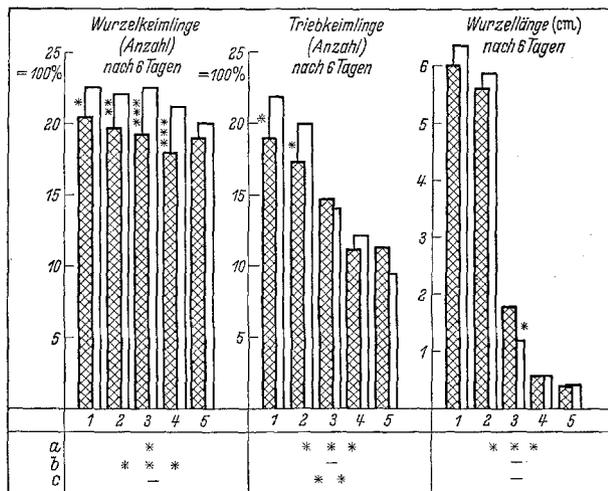


Abb. 5. Zusammenfassende Ergebnisse der Versuche 17 und 18. — Zeichenerklärung: siehe Abb. 1.

muß bei wissenschaftlichen Versuchen darauf geachtet werden, daß nur mit möglichst reinen Gibberellin-Präparaten gearbeitet wird. Da die Hemmwirkung des pulverförmigen „Kyowa“-Präparates auch in Abwesenheit von Colchizin auftrat (Abb. 4), handelt es sich offensichtlich um eine direkte Wirkung und nicht um eine Wechselwirkung mit dem Colchizin.

In den abschließenden Versuchen 17 und 18 (Abb. 5) ist der Frage nachgegangen worden, ob eine der Colchizinbehandlung zeitlich vorgeschaltete Gibberellinbehandlung eventuell andere Colchizin/Gibberellin-Wechselwirkungen hervorbringt als eine gleichzeitige Zugabe beider Reagenzien. Abgesehen vom Versuch 4 war in allen anderen Versuchen in dieser Weise verfahren worden. Bei einem Teil dieser Versuche erfolgte vor der Zugabe der Versuchslösungen allerdings eine einheitliche Einquellung in Aqua dest. Aus der Abb. 5 geht hervor, daß eine Voranstellung der Gibberellinbehandlung nicht zu grundsätzlich anderen Ergebnissen führte als eine gleichzeitige Anwendung. Bei der Wurzelkeimlingsrate war jedoch zu beobachten, daß die Gibberellinförderung im Mittel aller Colchizin-Varianten besonders groß war ($P < 0,1\%$). Die WW „Colchizin/

Gibberellin“ erwies sich jedoch wieder, wie in den Versuchen 6 bis 9 (Abb. 2) mit gleichzeitiger Zugabe von Gibberellin und Colchizin, als nicht signifikant. Auch im Hinblick auf die Triebkeimlingsrate war bei den schwachen Colchizin-Konzentrationen die Gibberellinförderung etwas stärker (Vergleich: Abb. 5 und 2), die Reduzierung der Gibberellinförderung mit zunehmender Col-

chizin-Konzentration war jedoch bei beiden Applikationsarten im wesentlichen gleichartig (in beiden Fällen war die WW „Colchizin/Gibberellin“ bei $P < 1\%$ signifikant). Bei dem Merkmal Wurzellänge war in den Versuchen 17 und 18 (Abb. 5) gegenüber den Versuchen 6 bis 9 (Abb. 2) eine gewisse Verstärkung der Hemmwirkung höherer Colchizin-Konzentrationen nach Gibberellin-Vorbehandlung gegenüber einer gleichzeitigen Zugabe zu verzeichnen. Es trat im Mittel aller Colchizin-Varianten auch keine signifikante Gibberellinförderung des Wurzelwachstums mehr in Erscheinung. Diese war auf die Wasserkontrolle und auf die schwächste Colchizin-Konzentration (0,01%) beschränkt. Damit kann also festgestellt werden, daß die Gibberellinwirkungen im Mittel aller Colchizin-Varianten zwar durch die Voranstellung der Gibberellinbehandlung vor die Colchizinbehandlung verändert werden konnten, daß aber an den „Colchizin/Gibberellin“-Wechselwirkungen, auf deren Erfassung es uns bei unseren Versuchen in erster Linie ankam, sich im wesentlichen nichts änderte.

Die in unseren Versuchen mehrfach beobachtete Aufhebung der gibberellinbedingten Förderungen (Abb. 1 bis 3 und 5) in Verbindung mit einer Colchizin-Konzentrationserhöhung fand ihre Parallele in einem Röntgenbestrahlungsversuch, dessen Ergebnisse in der Tabelle 3 zusammengefaßt sind. Wir führen diese Ergebnisse hier ergänzend an, da die Förderung des Längenwachstums von Sproßkeimlingen durch Gibberellin mit zunehmender Strahlendosis in der gleichen Weise aufgehoben wurde wie durch eine Erhöhung der Colchizinkonzentration (Abb. 3).

D. Diskussion der Ergebnisse

Die Gibberellinbehandlungen förderten mit Ausnahme des Trockensubstanzgehaltes der Sproßteile alle untersuchten Merkmale mehr oder weniger stark, relativ am stärksten die Sproßlänge. Aber auch die Wurzellänge wurde zum Teil recht beträchtlich erhöht. Dieser Befund zeigt, daß bei der Gerste offenbar auch das Keimlings-Wurzelwachstum durch Gibberellin gefördert werden kann. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit Ergebnissen von SCHOOLER (1960), die dieser bei der Durchführung von Embryokulturen erhielt, während SUDIA (1959), allerdings mit wesentlich geringeren Gibberellin-Konzentrationen, keine Förderung des Wurzelwachstums bei Gerste feststellen konnte, wenn er bei Beginn der Behandlung von gleich weit gekeimten Karyopsen ausging. Dieser Gesichtspunkt muß bei der Beurteilung unserer Ergebnisse berücksichtigt werden. Da in unseren Versuchen die Gibberellinbehandlung bereits bei kurz vorgequollenen oder völlig ungekeimten Kary-

opsen einsetzte, können die von uns festgestellten Wurzelverlängerungen letztlich auch der Ausdruck der eingetretenen Keimbeschleunigungen sein.

Die gibberellinbedingten Keimungs- und Wachstumsförderungen traten besonders in den Varianten mit nur schwacher Colchizin-Konzentration und in der colchizinfreien Kontrolle in Erscheinung. In Verbindung mit höheren Colchizin-Konzentrationen verminderte sich die Gibberellin-Förderung sehr stark oder ging vollständig verloren. Zu einer signifikanten Umkehrung des Gibberellineffektes kam es aber nur in Einzelfällen. Trotzdem muß wohl angenommen werden, daß bereits in diesem Verhalten eine gewisse echte Verstärkung der Colchizinwirkung durch die gleichzeitige Anwesenheit von Gibberellin in den Versuchslösungen oder durch eine Gibberellin-Vorbehandlung gesehen werden muß, wenn man bei den Versuchen mit gleichzeitiger Zugabe beider Reagenzien nicht annehmen will, daß die Gibberellinwirkung durch die hohen Colchizinkonzentrationen von vornherein ausgeschaltet war oder die Karyopsen dadurch in einen reaktionsunfähigen Zustand gebracht wurden. Da aber das Wachstum und die Keimung auch bei höheren Colchizin-Konzentrationen durchaus nicht vollständig gehemmt war, kann die letztgenannte Möglichkeit u. E. nicht sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich beanspruchen.

Im ganzen sind die Reaktionsverschiebungen jedoch nicht sehr stark. Deshalb kann in der gleichzeitigen oder vorgeschalteten Zugabe von Gibberellin bei einer Colchizinbehandlung weder ein Vorteil noch ein Nachteil gesehen werden, so lange nicht ein spezifischer Einfluß auf die Zellteilungsvorgänge nachgewiesen ist, etwa in der Weise, daß das Gibberellin die Zellteilungsvorgänge für eine Colchizinwirkung empfindlicher macht oder die Häufigkeit bestimmter Zellteilungsstadien erhöht. Es wird notwendig sein, derartige Untersuchungen noch durchzuführen, ehe über eine Anwendungsmöglichkeit des Gibberellins bei Colchizinierungsarbeiten endgültig geurteilt wird.

Notwendig erscheint es uns auch, die von BECKER und SKIEBE (1955) vorgeschlagene Colchizinierungsmethode (Einstellung von Pfropfreisern in Colchizinslösungen und Aufpfropfung auf unbehandelte Unterlagen) versuchsweise durch eine gleichzeitige oder vorgeschaltete Gibberellinbehandlung zu ergänzen. Das gleiche gilt auch für alle anderen Colchizinierungsmethoden, insbesondere die von WELLENSIEK (1947) vorgeschlagene Wurzelbehandlungsmethode.

E. Zusammenfassung

1. Mit Karyopsen der Sommergerstensorte „Elsa“ wurden achtzehn Versuche mit dem Ziele durchgeführt, zu prüfen, ob Gibberellin in der Lage ist, die Colchizinwirkungen bei einer Samenbehandlung zu modifizieren. Unter der Voraussetzung, daß die Gibberelline auf die Zellteilungsrate Einfluß nehmen, wären derartige Modifikationen zu erwarten.

2. Es wurde Gibberellinsäure der American Cyanamid-Company, USA, und das Präparat „Kyowa“ (in Pulver- und Tablettenform) der Kyowa Fermentation Industry Co., Japan, verwendet. Das pulverförmige „Kyowa“-Präparat wirkte bei höheren Konzentrationen keimhemmend. Für die entscheidenden

Versuche, deren Ergebnisse in den folgenden Punkten formuliert sind, fand deshalb ausschließlich das reine Gibberellinsäure-Präparat der Cyanamid-Company Verwendung.

3. In der Mehrzahl der Versuche wurde Gibberellin und Colchizin gleichzeitig auf die Karyopsen zur Einwirkung gebracht (auf lufttrockene Karyopsen oder nach einer 15stündigen Vorquellung in Aqua dest.), bei drei Versuchen ist jedoch die Gibberellinbehandlung vorangestellt worden. Es ergaben sich bei diesen verschiedenen Applikationsweisen keine grundsätzlich unterschiedlichen Ergebnisse.

4. Die Gibberellinkonzentration betrug in der Mehrzahl der Versuche 100 p.p.m., in drei Versuchen jedoch 17 und 100 p.p.m. Die Colchizinkonzentration wurde von 0,00 bis 0,20% bzw. 0,00 bis 0,06% variiert. In drei Versuchen lag sie einheitlich bei 0,05%.

5. Bei einer Variation von 0,00 bis 0,20% hemmte Colchizin die Wurzellänge am stärksten, weniger stark die Triebkeimlingsrate (gekeimte Karyopsen mit makroskopisch sichtbaren Sproßtrieben), am wenigsten die Wurzelkeimlingsrate (gekeimte Karyopsen mit makroskopisch sichtbaren Keimwurzeln). Bei einer Variation von 0,00 bis 0,06% wurde am stärksten die Sproßlänge, weniger stark das Frischgewicht, der Trockensubstanzgehalt und das Trockengewicht der Sproßteile der gekeimten Karyopsen negativ beeinflusst.

6. Im Mittel aller Colchizin-Varianten bewirkte eine gleichzeitige oder vorgeschaltete Gibberellinbehandlung eine signifikante Förderung der Wurzelkeimlingsrate, der Wurzellänge, der Sproßlänge, der Koleoptilenlänge, des Frischgewichtes und des Trockengewichtes der Sproßteile. Nicht signifikant verändert wurde durch Gibberellin im Mittel aller Colchizin-Varianten die Triebkeimlingsrate. Aber auch bei diesem Merkmal förderte Gibberellin in Verbindung mit niedrigen Colchizinkonzentrationen bzw. in Abwesenheit von Colchizin. Der Trockensubstanzgehalt der Sproßteile wurde durch Gibberellin im Mittel aller Colchizinvarianten signifikant vermindert.

7. Die in Abwesenheit von Colchizin und im Zusammenhang mit geringen Colchizinkonzentrationen bei fast allen Merkmalen (außer Trockensubstanzgehalt) registrierte Gibberellinförderung reduzierte sich in den Varianten mit höheren Colchizinkonzentrationen bei allen Merkmalen stark bis sehr stark, verschwand vollständig oder kehrte sich sogar in das Gegenteil um. Aus diesem Grunde erwies sich ein Teil der Wechselwirkungen „Colchizin/Gibberellin“ als signifikant, insbesondere bei den Merkmalen Triebkeimlingsrate, Wurzellänge, Sproßlänge und Frischgewicht der Sproßteile. Aus dieser allgemeinen Reduzierung der Gibberellinförderung durch höhere Colchizinkonzentrationen wird der Schluß gezogen, daß Gibberellin eventuell die Angriffsmöglichkeiten des Colchizins zu verstärken vermag. Es werden aber auch andere Erklärungsmöglichkeiten diskutiert.

8. Auf Grund dieser jedoch insgesamt nicht sehr stark ausgeprägten Wechselwirkungen und so lange noch keine eingehenden cytologischen Befunde zu diesem Problemkreis vorliegen, kann in einer Gibberellinanwendung bei Colchizinierungsarbeiten kein Vorteil gesehen werden. Dieser Frage soll aber in künftigen Versuchen weiter nachgegangen werden.

9. Auf analoge Verhältnisse bei der Kombination einer Gibberellin-Vorbehandlung mit einer Röntgenbestrahlung (0 bis 3 kr, schwach gekeimte Karyopsen) wird kurz hingewiesen.

Literatur

1. BAUCH, R.: Sulfonamide als Antagonisten der polyploidisierenden Wirkung des Colchizins. Die Naturwissenschaften **33**, 25—26 (1946). — 2. BECKER, G., und K. SKIEBE: Eine neue Methode der Colchizinbehandlung. Der Züchter **25**, 161—163 (1955). — 3. BERGER, C. A.: Some cytological effects of gibberellin. Bull. Torrey bot. Club **84**, 356—360 (1957). — 4. BRADLEY, M. V., and J. C. CRANE: Gibberellin-stimulated cambial activity in stems of Apricot spur shoots. Science **126**, 972—973 (1957). — 5. BRIAN, P. W., G. W. ELSON, H. G. HEMMING and M. RADLEY: The plantgrowth-promoting properties of gibberellic acid, a metabolic product of the fungus *Gibberella Fujikuroi*. Journ. of the Science of Food and Agriculture **5**, 602—612 (1954). — 6. BRIAN, P. W., H. G. HEMMING and M. RADLEY: A physiological comparison of gibberellic acid with some auxins. Physiologia Plantarum **8**, 899—912 (1955). — 7. BRIAN, P. W., und J. F. GROVE: Gibberellinsäure. Endeavour **16**, 161—171 (1957). — 8. BROWN, C. L., and E. M. GIFFORD: The relation of the cotyledons to root development of pine embryos grown in vitro. Plant Physiology **33**, 57—64 (1958). — 9. DURE, L. S., and W. A. JENSEN: The influence of gibberellic acid and indoleacetic acid on cotton embryos cultured in vitro. Plant Physiology **32**, Supplement, XXXIII (1957). — 10. FISCHNICH, O., M. THIELEBEIN und A. GRAHL: Brechung der Keimruhe bei Gerste durch Gibberellinsäure und Rindite. Naturwissenschaften **44**, 642 (1957). — 10a. GARG, O. P., I. I. CHINOV, and K. K. NANDA: A study of the effect of interaction of ascorbic acid and colchicine on growth and development of *Brassica chinensis* L. Proc. Delhi Univ. Seminar, Aug. 1957 on „Modern Development in Plant Physiology“ (1958). — 11. GREULACH, V. A., and J. G. HAESLOOR: The influence of gibberellic acid on cell division and cell elongation in *Phaseolus vulgaris*. Amer. J. Botany **45**, 566—570 (1958). — 12. GUNDERSEN, K.: Some experiments with gibberellic acid. Acta horti gotoburgensis. **22**, 87—110 (1959). — 13. GUTTRIDGE, C. G., and P. A. THOMPSON: Effect of gibberellic acid on length and number of epidermal cells in petioles of Strawberry. Nature (Lond.) **183**, 197—198 (1959). — 14. HAYASHI, T.: Biochemical studies on „Bakanae“ Fungus of rice. Part 6. Effect of gibberellin on the activity of amylase in germinated cereal grains. Journ. of the Agric. Chem. Soc. Japan **16**, 531—538 (1940), japanisch. Zitiert nach STODOLA (1958). — 15. KALLIO, P., and P. PUROINEN: Effect of gibberellin on the termination of dormancy in some seeds. Nature (Lond.) **183**, 1830—1831 (1959). — 16. KATO, Y.: Responses of plant cells to gibberellin. Bot. Gazette **117**, 16—24 (1955). — 17. KATO, J.: Studies on the physiological effect of gibberellin. II. On the interaction of gibberellin with auxins and growth inhibitors. Physiologia Plantarum **11**, 10—15 (1958). — 18. KENTZER, T.: Effect of gibberellic acid on the growth and development of lettuce. Roczniki Nauk Rolniczych **81-A-1**, 187—204 (1960). Polnisch m. engl. Zusammenfassung. — 19. KLEBER, W., und M. LINDEMANN: Erfahrungen aus der Anwendung von Gibberellinsäure in der Kleinnäzlung und in der Praxis. Brauwelt **100**, 542—547 (1960). — 20. KNAPP, R.: Die Gibberelline und ihre Bedeutung für die Pflanzenphysiologie. Die Naturwissenschaften **45**, 408—413 (1958). — 21. KOFRANEK, A. M.: The effect of gibberellins supplied by Attapulgate clay on the top growth of pea seedlings. Proc. kon. ned. Akad. Wet., **C**, **62**, 533—541 (1959). — 22. KREKULE, J., and J. ULLMANN: The influence of gibberellic acid on the growth of overground parts and roots of wheat, lettuce and oats. Biologia Plantarum **1**, 22—30 (1959). — 23. LANG, A.: Stem elongation in a rosette plant, induced by gibberellic acid. Naturwissenschaften **43**, 257—258 (1956). — 24. LEBEDENKO, L. A.: Der Einfluß des Gibberellins auf die Tätigkeit des apicalen Meristems einiger Pflanzen. Bot. J. **44**, 215—219 (1959), russisch. Ref.: Landw. Zbl. 1961, Nr. 2, 271. — 25. LEE, A. E.: The effects of various substances on the comparative growth of excised tomato roots of clones carrying dwarf and normal alleles. Amer. J. Botany **46**, 16—21 (1959). — 26. LEVAN, A., and G. ÖSTERGREN: The mechanism of C-mitotic action. Observations on the naphthalene series. Hereditas **29**, 381—443 (1943). — 27. LONA, F.: Gibberellic acid effect on flower-stalk growth of some herbs. Nuovo giornale botanico italiano, n. s. **63**, 61—76 (1956). — 28. Mc MANUS, M. A.: Certain mitotic effects of kinetin, gibberellic acid, indoleacetic acid, and moleic hydrazide on the root of *Allium cepa*, Nature (Lond.) **185**, 44—45 (1960). — 29. MICHNIEWICZ, M., and M. CHROMINSKI: The influence of auxins and gibberellic acid on the resistance to drought of wheat during the period of germination and initial growth. Roczniki Nauk Rolniczych **81-A-2**, 383—399 (1960). — 30. OKUDA, M.: Responses of Pharbitis Nil Chois. to gibberellin with special reference to anatomical features. Bot. Mag. Tokyo **72**, 443—449 (1959). — 31. RICHARDSON, S. D.: Radicle elongation of *Pseudotsuga menziesii* in relation to light and gibberellic acid. Nature (Lond.) **181**, 429—430 (1958). — 32. SACHS, R. M., and A. LANG: Effect of gibberellin on cell division in *Hyoscyamus*. Science **125**, 1144—1145 (1957). — 33. SACHS, R. M., and A. LANG: Effect of gibberellin upon cell division in biennial *Hyoscyamus niger*. Plant Physiology **32**, Supplement XLVII (1957a). — 34. SACHS, R. M., CH. F. BRETZ and A. LANG: Shoot histogenesis: The early effects of gibberellin upon stem elongation in two rosette plants. Amer. J. Botany **46**, 376—384 (1959). — 35. SCHOOLER, A. B.: The effect of Gibrel and gibberellic acid (K salt) in embryo culture media for *Hordeum vulgare*. Agronomy Journal **52**, 411 (1960). — 36. SREENIVASAN, A. and S. D. WANDREKAR: Proc. Indian Acad. Sci. **32B**, 143 (1959). Zitiert nach GARG et al. (1958). — 37. STADLER, H., H. KIPPAHN und S. GALLINGER: Zur Gibberellinsäureanwendung beim Mälzen. Brauwelt **100**, 1361—1365 (1960). — 38. STODOLA, F. H.: Source book on gibberellin. 1828—1958. Peoria, Illinois U.S.A. — 39. STOWE, B. B., and T. YAMAKI: The history and physiological action of the gibberellins. Ann. Rev. Plant Physiology **8**, 181—216 (1957). — 40. STRAUB, J.: Wege zur Polyploidie. Berlin-Nikolassee: Gebr. Borntraeger 1950. — 41. SUDIA, TH. W.: Influence of temperature on the response of germinating barley grains to potassium gibberellate. Plant Physiology **34**, 473—475 (1959). — 42. SUDIA, TH. W.: Schriftliche Mitteilung vom 27. 6. 1960. — 43. WELLENSIEK, S. J.: Methods for producing Triticales. Journ. of Heredity **38**, 167—173 (1947). — 44. WHALEY, W. G., and J. KEPHART: Effect of gibberellic acid on growth of maize roots. Science **125**, 234 (1957). — 45. YABUTA, T., Y. SUMIKI, and M. HORIUCHI: Biochemistry of Bakanae Fungus. Part 22. Chemical composition of rice seedlings treated with gibberellin. Journ. of the Agric. Chem. Soc. Japan **24**, 396—397 (1951). Zitiert nach STODOLA (1958).