

Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von verschiedenen Gramineen im Dunkel und bei Belichtung mit besonderer Berück- sichtigung ihrer systematischen Stellung

Von

Hideo HAMADA

Botanisches Institut der Kaiserl. Universität in Kyoto

Mit 21 Tabellen und 38 Abbildungen

(Received Sept. 7. 1933)

Inhaltsübersicht

	Seite
EINLEITUNG	72
METHODISCHES	76
VERSUCHSERGEBNISSE	78
<i>Oryzoideae</i>	78
<i>Oryzae</i>	78
<i>Poaeoideae</i>	81
(a) <i>Hordeae</i>	81
(b) <i>Festuceae</i>	85
(c) <i>Avenae</i>	89
(d) <i>Chlorideae</i>	92
<i>Agrostoidae</i>	94
(a) <i>Agrostideae</i>	94
(b) <i>Phleae</i>	96
<i>Panicoideae</i>	97
(a) <i>Paniceae</i>	97
(b) <i>Arundinelleae</i>	104
(c) <i>Andropogoneae</i>	105
(d) <i>Mayideae</i>	108
DISKUSSION	111
(I) Endlänge der Keimorgane im Dunkel	112
(II) Entwicklungsverhältnisse des Mesokotyls und der Koleoptile bei etiolierten Keimlingen	115
(III) Wachstumsverhalten der belichteten Keimorgane	117
ZUSAMMENFASSUNG	123
LITERATUR	126

Einleitung

Da das Wachstum von Mesokotyl, Koleoptile und Primärblatt der *Avena*-Keimlinge unter Lichtwirkung ein bestimmtes Verhältnis aufweist (HAMADA, 1931), liegt die Frage nahe, wie sich in dieser Hinsicht andere Gramineenkeimlinge verhalten würden. Um sie zu beantworten, wurden zunächst die wichtigen Getreidearten, Wiesengräser und fernerhin die einheimischen wildwachsenden Gräser als Versuchsmaterial herangezogen. Im ganzen verfügte ich über 4 Unterfamilien, 11 Tribus, 27 Gattungen und 34 Arten aus tropischen bis kalttemperierten Gegenden.

Da die Versuchsergebnisse sich einwandfrei als artspezifisch erwiesen haben, versuchte ich folgende Punkte klarzustellen: 1) welcher Wachstumsmodus ergibt sich für die verdunkelten bzw. kurzbestrahlten Keimlinge sowie ihre Einzelorgane; 2) wie stellt sich das in der vorigen Mitteilung beschriebene charakteristische Verhalten der 3 Organe dar, je nach der Stellung der untersuchten Arten im System. Und umgekehrt 3) inwiefern könnte das Verhalten bei den in Frage stehenden Wachstumsvorgängen bei der Ermittlung verwandtschaftlicher Beziehungen massgebend sein.

Auf alle diese Fragen gibt in erster Linie die Mesokotylientwicklung im Dunkel sowie bei Lichtdosierung eine sehr deutliche Antwort. Wie wir später näher sehen werden, lässt sich z. B. bei *Oryza*-Varietäten kein einheitliches Mesokotylwachstum feststellen. Bei den *Hordeaceae* gibt es praktisch kein Mesokotyl oder nur verschwindend kleine Spuren dieses Organs, die *Lolium*-Arten ausgenommen, während bei *Festuca*-, *Avena*-, *Agrostis*-Arten u. a. ein ziemlich langes Mesokotyl und Koleoptile am Schluss der Keimlingsentwicklung beobachtet werden können. Die Paniceen, Andropogoneen und Maydeen weisen im Vergleich mit der kleinen oder auch winzigen Korngrösse ein ungeheuer langes Mesokotyl auf, welches indes nur ganz schwach auf den Lichtstimulus zu reagieren vermag.

In zweiter Linie stellt sich die Koleoptile als ein Übergangsglied zwischen Mesokotyl und Primärblatt heraus. Sie weist im allgemeinen, falls sie dem Lichtreiz unterworfen wird, zuerst Beschleunigung und dann Hemmung des Wachstums auf, wie es schon bei *Avena*-Keimlingen festgestellt wurde.

Das Primärblatt schliesslich wächst fast im gleichen Schritt mit der Koleoptile und erfährt in der Regel stets Wachstumsförderung durch das Licht.

Was nun die zweite Frage anbetrifft, möchte ich zuerst einige Arten nennen, die ein abweichendes Verhalten von anderen Arten ihres Verwandtschaftskreises zeigen. Zu diesen gehören *Lolium* unter den *Hordeaceae*, *Bromus* unter den *Festuceae*, *Arrhenatherum* unter den *Aveneae* und *Pennisetum* unter den *Panicaceae*. *Arundinella* und *Eccoilopus* zeigen auch ein mehr oder weniger abweichendes Verhalten von dem auf Grund ihrer systematischen Stellung erwarteten.

Betreffs der dritten Frage stellen die vorliegenden Ergebnisse eine interessante und schöne Übereinstimmung mit den anatomischen, morphologischen, mikrochemischen, physiologischen, cytologischen und systematischen Untersuchungen der Gramineen dar, freilich mit einigen Ausnahmefällen, welche wahrscheinlich Zwischenglieder zwischen Gattungen oder Tribus darstellen.

Im grossen und ganzen ist es klar, dass auch die Wachstumsverhältnisse der Keimlinge bestimmte Verwandtschaftsbeziehungen der Arten im Kreise der Gramineen zeigen.

Bei der Bestimmung der systematischen Verwandtschaftsabstände werde ich mich der Klassifikation der Gräser von HONDA (1930) bedienen. Es werden aber die Versuchsdaten mit graphischen Darstellungen nur auf die typischen Spezies und Varietäten beschränkt, und die Protokolle der übrigen Spezies und Varietäten bleiben im hiesigen Institut aufbewahrt. Die Arten, die abweichende Daten ergeben, sollen natürlich einzeln eingehend berücksichtigt werden.

Ehe ich zu den Einzelheiten der Versuchsergebnisse übergehe, möchte ich zuerst kurz meine Gesichtspunkte darlegen.

Die Endlänge des Mesokotyls etiolierter Keimlinge der verschiedenen Gräser scheint mit dem Fortschreiten in der systematischen Stufenfolge anzuwachsen. Diejenige der Koleoptile und des Primärblatts hingegen zeigt ein entgegengesetztes Verhalten.

Vergleicht man nun die Endlänge des Mesokotyls mit der von Mesokotyl und Koleoptile zusammen, so kann man im grossen und ganzen etwa 3 Gruppen unterscheiden (siehe Diskussion, Seite 115). Wenn man die Endlänge des im empfindlichsten Stadium belichteten Mesokotyls mit dem völlig etiolierten vergleichend betrachtet, kann man ebenfalls ein im Zusammenhang mit der systematischen Stufe charakteristisches Verhältnis erhalten. Während das Wachstum des Mesokotyls eine Hemmung durch Belichtung erleidet, weist es bei der Koleoptile bald Hemmung, bald Förderung auf. Beim Primärblatt tritt aber meistens Wachstumsbeschleunigung auf. Das Wachstumsvermögen des Mesokotyls nach halbstündiger Belichtung in der empfindlichsten Periode ist auch je nach der Art ziemlich verschieden.

Man hat früher die *Graminaceae* systematisch einfach nach der Zahl der Hülspeizen eingeteilt (ASCHERSON und GRAEBNER, 1889/90, HACKEL, 1924), indem man die *Maydeae* und *Andropogoneae* als die primitiveren und die *Hordeae* und *Bambuseae* als die abgeleiteten angesehen hat. Ganz umgekehrt kann man aber nach den vortrefflichen Arbeiten SCHELLENBERGS (1922) und HONDAS (1930) die Gruppen mit vielblütigen Ährchen, wie die *Bambuseae* und *Oryzaceae* als die primitiveren und die *Andropogoneae* sowie *Maydeae*, die nicht primär einfache, sondern „verarmte“ Blüten tragen, als die abgeleiteten auffassen (vgl. SCHUSTER, 1910). Die letztere Gliederung der Gräser ist höchstwahrscheinlich die richtige, wie die Ergebnisse meiner Arbeit ziemlich sicher zeigen.

Es gibt auch vielerlei Untersuchungen, die von anderen Gesichtspunkten aus als die üblichen taxonomischen die systematische Verwandtschaft berücksichtigt haben. So hat z. B. VAN TIEGHEM (1872) die Graskleinlinge auf Grund der Mesokotylentwicklung in drei Gruppen klassifiziert (vgl. SARGANT und ARBER, 1915). Von SCHROEDER (1910) sind drei Stufen der Wachstumsmodi etiolierter Keimlinge der Gramineen ermittelt worden, die von *Triticum*, *Panicum* und *Zea* vertreten sind. Bei der ersten Stufe wächst nur die Koleoptile, bei der zweiten indes das Mesokotyl und bei der dritten ist das Wachstum beider Organe fast gleichgross.

ROTHERT (1894) hat bereits früher sehr eingehend die phototropische Eigenschaft der verschiedenen Gräser untersucht und folgende 3 Typen der Pflanzen, je nach der Perzeptions- sowie Reaktionsfähigkeit von Koleoptile („Cotyledo“) und Mesokotyl („Hypocotyl“) unterschieden: 1. *Avena*, *Phalaris*, *Hordeum*, *Triticum*, *Bromus* u. a., 2. *Panicum*, *Setaria* und *Eleusine* und schliesslich 3. *Sorghum*.

Eine Art nützlicher Sortendiagnose der jungen Getreidepflanzen für die Unterscheidung von *Secale* und *Triticum* sowie *Hordeum* und *Avena* haben GASSNER und STRAIB (1930) je nach der Beschaffenheit der Anthokyanbildung in der Koleoptile oder Blattscheide der Keimlinge angestrebt. Noch andere morphologische Merkmale der Gräser sind von STÄHLIN (1926) vor allem betreffs der Zugehörigkeit der *Festuca*-, *Bromus*- und anderer Arten vergleichend erörtert. Nach ihm liefert die Behaarung der Vorspelzenkiele kein scharfes Kriterium, während die Blattrollung in Knospenlage und die Blattdrehung der erwachsenen Pflanzen verwertet werden können, um *Festuca* und *Bromus* zu unterscheiden. Anschliessend daran wird das Vorhandensein des Epiblasts bei *Festuca*, *Oryza*, *Leersia* und *Triticum* gegenüber dem Fehlen

desselben bei *Bromus* berücksichtigt. Die Merkmale von Infloreszenz und Epiblast sind beweiskräftig zum Unterscheiden zwischen *Festuca*- und *Bromus*-Arten. ZADE (1914) untersuchte die serologischen Unterschiede von *Avena*- und *Triticum*-Arten, und fand eine Übereinstimmung zwischen serologischer und phylogenetischer Verwandtschaft.

Ferner tritt die Chromosomenzahl nach KIHARA (1924) und -form nach KAGAWA (1926) beim stammesgeschichtlichen Nachweis der nahen Verwandtschaft der *Triticum*-, *Aegilops*-, *Secale*-, *Hordeum*- und *Avena*-Arten in Dienst (cf. YAMAURA, 1933). Weiter ist es von Interesse, dass nach STÄHLIN (1922), NISHIYAMA (1929) und MALZEW (1930) die Vermehrung der Chromosomenzahl mit der Wuchshöhe, vornehmlich bei *Avena*-Arten und beim Zuckerrohr (BREMER, 1928), innerhalb gewisser Grenzen parallel zu gehen pflegt.

Diese Fragen sind im Kreise der Gramineen auch betreffs der Abstufung von sexueller Affinität und auf Grund des Fruchtbarkeitsgrades der Bastarde zwischen den verschiedenen Formen von TSCHERMAK (1914) und SCHIEMANN (1932) eingehend erörtert.

Die Gruppierung der Gramineen auf Grund der Samenstärke nach NÄGELI

Typus	Charakteristik der Stärkeform	Pflanzennamen (Durchmesser der Stärkekörner in μ)
(I)	Körner einfach zentrisch, und sphärisch.	<i>Zea</i> (16–21 oder 30) <i>Coix</i> (12–16) <i>Setaria</i> (8–14) <i>Panicum</i> (10) <i>Pennisetum</i> (15–20)
(II)	Körner einfach, zentrisch und lentikular	<i>Triticum</i> (24–27) <i>Secale</i> (48) <i>Hordeum</i> (35)
(III)	Struktur undentlich	<i>Bromus unioloides</i> (20)
(IV)	Körner zusammengesetzt, viele Komponenten	<i>Oryza</i> (25 und 3,5–8) <i>Alopecurus</i> (33 und 1,5–5) <i>Phleum</i> (38 und 6–16) <i>Eleusine</i> (30 und 4–10) <i>Avena</i> (7–12 und 5) <i>Arrhenatherum</i> (30 und 2–10) <i>Festuca</i> (21 und 1,5–7, eventuell 28 und 1–5) <i>Lolium</i> (40–45 und 1,5–6)

Von grösserer Bedeutung ist nach NÄGELI (1858), REICHERT (1913) und HAYEK (1925) die Gruppierung der Samenstärke der Gräser, je nach Gestalt und anderen Eigenschaften. NÄGELI hat ermittelt, dass die Gramineen sich nach Stärkeform und -grösse in 4 Kategorien einteilen lassen (siehe die obige Tabelle), von denen eine aber (eine *Bromus*-Art) ganz allein dasteht, so dass im grossen und ganzen 3 Kategorien aufgestellt werden können, wie auch REICHERT (1913) fast übereinstimmend gefunden hat. REICHERTS 3 Gruppen sind: (1) *Zea* und *Andropogon*; (2) *Triticum*, *Secale* und *Hordeum* und endlich (3) *Avena* und *Arrhenatherum*. Hingegen hat aber HAYEK (1925) die verschiedenartigen Samen der Gramineen einfach in zwei Gruppen eingeteilt, nämlich 1. mit einfachen Stärkekörnern (*Triticum*, *Andropogon*, *Zea* u. a.), die ohne weiteres dem ersten und dem zweiten Typus NÄGELIS entspricht, und 2. mit zusammengesetzten Stärkekörnern (*Lolium* und *Festuca*), welche mit dem dritten Typus NÄGELIS übereinstimmt.

Auf Grund dieser Literaturangaben sowie meiner eigenen Untersuchungen möchte ich die Gräser im voraus wie folgt in drei Gruppen einteilen: I *Hordeum*, *Triticum* und *Secale*; II *Bromus*, *Oryza*, *Festuca*, *Phleum*, *Alopecurus*, *Agrostis*, *Dactylis*, *Sporobolus*, *Avena*, *Lolium*, *Arrhenatherum*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Pennisetum* u. a. und III *Setaria*, *Syntherisma*, *Panicum*, *Echinochloa*, *Sorghum*, *Ischaemum*, *Zea* und *Coix*.

Die vorliegenden Untersuchungen sind von Mai 1930 bis Mai 1932 im Botanischen Institut der Wissenschaftlichen Fakultät der Kaiserlichen Universität in Kyoto ausgeführt worden. Herrn Prof. Dr. K. KORIBA sage ich für die stets hilfsbereite Förderung der Arbeit auch an dieser Stelle herzlichen Dank. Auch Herrn Prof. Dr. M. AKEMINE in Sapporo und allen Kollegen, die mich mit Versuchsmaterial versehen haben, bin ich zu Dank verpflichtet. Schliesslich danke ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. I. NAMIKAWA und Herrn Prof. Dr. H. KIHARA für mancherlei wertvolle Anregung.

Methodisches

Die Versuchsanstellung war dieselbe wie die in der vorigen Mitteilung eingehend beschriebene (1931). Die Temperatur wurde prinzipiell bei 30°C. gehalten, mit Ausnahme einiger Sorten von *Sorghum vulgare*, die bei dieser Temperatur grösstenteils zu weich werden und bei 25°C. zur Keimung gebracht wurden. Vergleichshalber möchte ich die Angaben verschiedener Autoren hinsichtlich der Kei-

Tabelle 1

Spezies	Opt. Keimungstemperatur	Verbreitung
<i>Oryza sativa</i>	32—36° (HABERLANDT, 1878)	Tropen der alten u. neuen Welt.
"	30—35° (AKEMINE, 1914)	
"	32—35° (JOHNNES, 1926)	
"	32—36° (WINKLER, 1926)	
"	30—32° (KONDO, 1930—1)	
<i>Lolium multiflorum</i>	31° (HABERLANDT, 1874)	Küsten im Stillen Ozean.
<i>L. perenne</i>	20° (PIEPER 1909)	Europa und Asien.
<i>Hordeum vulgare</i>	17° (ATTERBERG, 1907)	Temperierte Gegenden der Welt.
"	19° (SACHS, 1860)	
"	20° (HABERLANDT, 1874)	
<i>Triticum vulgare</i>	25° (HABERLANDT, 1874)	Südwestliches Asien.
"	20—22° (PERCIVAL, 1921)	
"	15° (WILSON, 1928)	
"	15° (MALSURRY, 1920)	
"	28° (GERICKE, 1921)	
<i>Secale cereale</i>	24—25° (HABERLANDT, 1874)	Transkaukasien u. Kleinasien.
"	13—17° (ATTERBERG, 1907)	
<i>Bromis unioloides</i>	20—30°?	Süd-Amerika.
<i>Festuca elatior</i>	18° (BÄR, 1928)	Nord-Amerika.
<i>Festuca rubra</i>	.....	Europa und Amerika.
<i>Eragrostis ferruginea</i>	.....	Japan, Mandschurei, China, Himalaya.
<i>Dactylis glomerata</i>	20° (KLING, 1916)	Europa.
<i>Avena abyssinica</i>	.....	Abyssinien.
<i>Avena strigosa</i>	.....	Mittelmeergebiet.
<i>Avena byzantina</i>	.....	Mittelmeergebiet.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.....	Europa, Australien, Amerika.
<i>Eleusine Coracana</i>	.....	Indien, Java, Amerika.
<i>Eleusine indica</i>	.....	Kosmopolit.
<i>Agrostis palustris</i>	.....	Nord-Hemisphäre.
<i>Sporobolus elongatus</i>	25° (JACKSON, 1928)	Wärmere Zonen der beiden Hemisphären.
<i>Phleum pratense</i>	26° (HABERLANDT 1879)	Temperierte Zone.
"	30° (KLING, 1916)	
<i>Alopecurus pratensis</i>	20° (PIEPER, 1909)	Europa.
"	20° (KLING, 1916)	
"	28—30° (PICKHOLZ, 1911)	
<i>Pennisetum typhoideum</i>	26° (HABERLANDT, 1874)	Tropen von Afrika u. Asien.
<i>Pennisetum japonicum</i>	.....	Burma, China und Japan.
<i>Setaria italica</i>	.....	Kosmopolit.
<i>Setaria lutescens</i>	.....	Kosmopolit.
<i>Panicum miliaceum</i>	25—37°.5 (HABERLANDT, 1874)	China, Ostindien.
<i>Panicum bisulcatum</i>	.....	China, Ostindien, Japan.
<i>Echinochloa Crus-galli</i>	.....	Kosmopolit.
<i>Syntherisma sanguinalis</i>	.....	Kosmopolit.
<i>Arundinella hirta</i>	.....	Japan.
<i>Andropogon Sorghum</i>	.....	Afrika, Küsten des Mittel-ländischen Meeres.
<i>Ischaemum antheplloides</i>	.....	Wärmere Weltgegenden.
<i>Eccoilopus cotulifer</i>	.....	Asien
<i>Coix Lachryma Jobi.</i>	.....	Asien.
<i>Zea mays</i>	27° (BAILEY, 1889)	Warme Länder der neuen u. alten Welt.
"	34° (SACHS, 1860)	

mungstemperatur der verschiedenen Gräser, die ich in voriger Arbeit untersucht habe, anführen (Tab. 1). Ihre Verbreitung füge ich hinzu, um über die klimatischen Verhältnisse, denen sie angepasst sind, zu orientieren.

Die Kulturpflanzen zeigen sehr selten die Erscheinung der Samenruhe, während die wilden häufig ausserordentlich schwer keimen, d.h. den sog. Keimverzug nach SCHIEMANN (1932) aufweisen, weshalb mein Versuchsmaterial oft nicht so umfangreich war, wie ich es wünschte.

Bei einigen feinkörnigen Samenproben wurden Sandkulturen mit SACHSScher Nährlösung ausser der Wasserkultur ausgeführt.

Da das Wachstum der Keimorgane in der Regel am 6. Keimtag so gut wie abgeschlossen ist, wurden die in verschiedenen Zeitabschnitten einmal belichteten Keimlinge im Alter von 6 Keimtagen herausgenommen und in ca. 80 %igem Alkohol fixiert, einige Gattungen, wie *Eccoilopus* und *Ischaemum*, ausgenommen, die erst am 11. oder 12. Keimtage der Fixierung unterworfen werden konnten.

Versuchsergebnisse

Oryzoideae

Oryzaeae

(1) *Oryza sativa* L. „Asahi.“ Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Die Varietät „Asahi“ weist bei 30° einen recht vollständigen Keimprozentsatz¹⁾ und intensive Keimenergie auf; die von dem Mesokotyl erreichte Endlänge beträgt am 5. Keimtage etwa 3,6 mm. Das Wachstum des Mesokotyls ist bei dieser Varietät geringer als bei den übrigen Reissassen (siehe unten). Die Koleoptile streckt sich in die Höhe, ist steif und erreicht am 6. Keimtage ihre Endlänge (Abb. 1), die approximativ 36 mm. beträgt.

Es ist bemerkenswert, dass die Keimlinge schon am ersten Tage der Quellung binnen eines Tages durch 30 Minuten lange Belichtung mehr oder weniger in ihrem Wachstum gehemmt werden. Das Mesokotylwachstum weist am 2. Keimtage ein Kurvental von etwa 0,9 mm. auf, also ca. 77 %ige Herabsetzung im Vergleich mit der Kontrolle (Abb. 2 und Tab. 2).

Das Kurvental der Koleoptile tritt etwa 24 Stunden später als das des Mesokotyls hervor; ihre Länge beträgt ca. 67 % der Kontrolle.

1) Nach AKEMINE (1914) weist der Reissame keine Samenruhe auf.

Beim Primärblatt fällt die grösste Wachstumshemmung in dieselbe Zeit, aber der Prozentsatz der Hemmung beträgt ungefähr 32.

(2) *Oryza sativa* L. „Ohata-Wase“ Nr. 1. (ein japanischer Gebirgsreis). Ernte: 1930, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

(3) *Oryza sativa* L. „Riz flottant“ (ein Wasserreis). Ernte: 1928, aus Indo-China (Cochin).

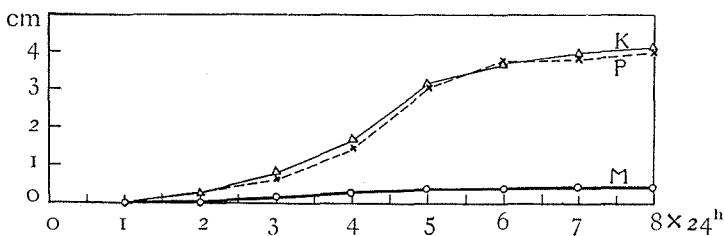


Abb. 1. Wachstumskurve der etiolierten Keimlinge von *Oryza sativa* L. „Asahi“.

M: Mesokotyl, K: Koleoptile, P: Primärblatt.

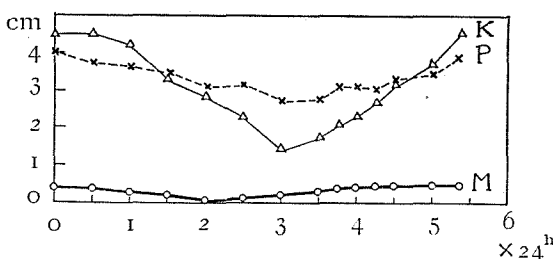


Abb. 2. Hemmungskurve von Reiskeimlingen („Asahi“). Ernte: 1929. Wasserkultur mit SACHSscher Nährlösung. Belichtung mit 1260 MK \times 30 Minuten. Temp.: 30°C. Gemessen im Alter von 6 Tagen.

M: Mesokotyl, K: Koleoptile, P: Primärblatt.

Gegenüber den Eigentümlichkeiten des vorher erwähnten Wasserreises, „Asahi“, möchte ich nun das Verhalten eines Gebirgsreises und des indochinesischen Wasserreises vergleichshalber behandeln, denn das Habitat dieser Sorten ist, wie bekannt, ziemlich verschieden.

Die Unterschiede bei der Keimung sind in der Hauptsache wie folgt. Als deutlichstes Kriterium der Wachstumsmodi kommen die Endlängengrößen des Mesokotyls in Betracht. Denn sie sind, wie Tabelle 2 zeigt, je nach den Sorten so verschieden, dass ihre Verhältniszahlen ca. 1 : 3 : 9 sind. Die maximalen Hemmungsprozente dieses Organs, welche sehr deutlich zutage treten, sind für die 3 Varietäten fast die gleichen, wenn auch die maximal gehemmten Endlängen etwa im Verhältnis 1 : 2 : 8 stehen. Die so starke Wuchsenergie der indochinesischen Varietät¹⁾ lässt uns vermuten, dass sie ein ökologisches Merkmal darstellt.

1) Sie wächst als perennierende Wasserpflanze in tiefen Sümpfen, weshalb sie „Riz flottant“ benannt wurde.

Hinsichtlich der Koleoptile sind die Unterschiede in der Endlänge nur sehr gering, und die Hemmungsgrößen bei Belichtung stellen sich auch etwas geringer dar als beim Mesokotyl.

Tabelle 2

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von verschiedenen *Oryza*-Varietäten im Dunkel und unter Lichtwirkung bei 30°C

Mesokotyl

Varietäten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in Tagen	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in St.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
„Asahi“	3.9±0.2	6	0.9±0.1	48	6 Tagen	77
„Ohatawase“	12.8±0.7	6	1.7±0.4	60	6 „	88
„Riz flott.“	34.9±1.6	6	7.0±0.7	84	6 „	83

Koleoptile

„Asahi“	44.8±0.9	6	14.9±0.5	72	6 „	67
„Ohatawase“	35.3±1.8	8	15.3±0.8	96	6 „	39
„Riz flott.“	37.6±1.1	7	22.0±0.7	84	6 „	42

Primärblatt

„Asahi“	39.0±0.6	8	27.1±0.4	72	6 „	32
„Ohatawase“	36.2±1.8	8	25.3±1.1	96	6 „	14
„Riz flott.“	51.3±1.8	7	39.2±1.2	96	6 „	12

Das Primärblatt von „Riz flottant“ wächst am üppigsten und tritt schon am 7. Keimtage aus der Koleoptilenspitze heraus, während die zwei japanischen Sorten in dieser Hinsicht etwas zurückstehen (um 71-76 %). Durch den im Alter von 72 oder 96 Stunden einsetzenden hemmenden Lichtreiz wird das Primärblatt bei der Varietät „Asahi“ am stärksten, nämlich um 32 % gehemmt, während es bei den übrigen Varietäten weit weniger von diesem Reiz beeinflusst wird.

Aus dem Vergleich dieser drei Rassen ersieht man, dass der Reis ziemlich verschiedenartige Entwicklung der Keimorgane im Dunkel zeigt. Da die ein längeres Mesokotyl aufweisende Sorte „Riz flottant“ ursprünglich in tropischen Sümpfen perennierend gedeiht, kann ihr diese Eigenschaft sicher sogar schon im frühesten Jugendstadium

zustatten kommen und kann als eine Anpassung an den Standort aufgefasst werden.

Da die Reissippen betreffs der Mesokotylstreckung ein so verschiedenes Verhalten zeigen, bin ich jetzt mit dem Studium einheimischer sowie ausländischer Varietäten in möglichst grossem Umfang beschäftigt, um näheres Licht in diese Verhältnisse zu bringen.

Die Wachstumsunterschiede zwischen den Varietäten in bezug auf Koleoptile und Primärblatt sind hingegen unbedeutend.

Poaceoideae
a) *Hordeaceae*

(1) *Lolium multiflorum* LA MARK. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo.

Der Wachstumsverlauf dieser Keimlinge im Dunkel stellt einen besonderen Fall unter den *Hordeaceae* dar: das Mesokotyl überholt die Koleoptile und erreicht im Alter von 6 Keimtagen die Länge von ca. 65 mm. Die Koleoptile ist im Alter von 5 bis 6 Tagen beinahe fertig entwickelt und etwa 24 mm. lang. Das Primärblatt entfaltet sich, erst nachdem die Koleoptilenstreckung zum Stillstande gekommen ist, korrelativ weiter, seine Streckungslänge ist

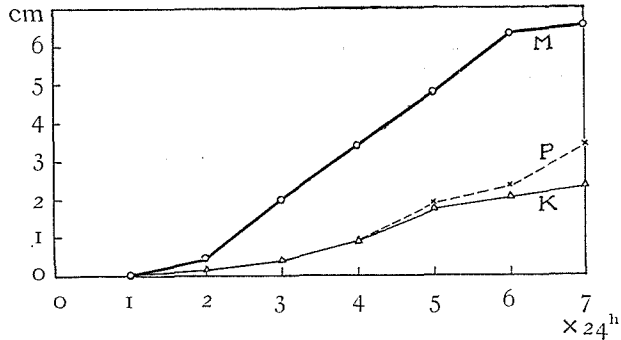


Abb. 3. Wachstumskurve der etiolierten Keimlinge von *Lolium multiflorum* LA MARK.

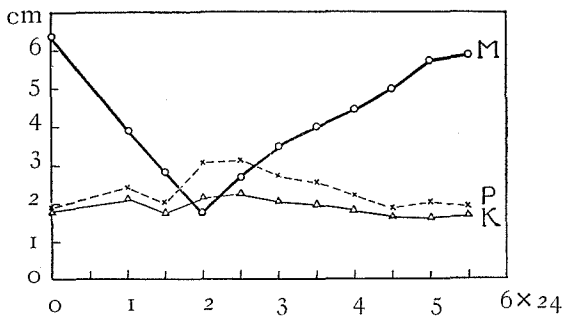


Abb. 4. Hemmungskurve der Keimlinge bei *Lolium multiflorum*. Ernte: 1929. Aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo. Wasserkultur mit SACHS'SCHER Nährlösung. Temp.: 30°C. Lichtmenge: 1260 MK × 30 Min. Gemessen im Alter von 6 Tagen.

indessen sogar im 7tägigen Alter klein (ca. 34 mm., siehe Abb. 3).

Zieht man die Lichtwirkung auf die Mesokotyllänge in Betracht, so findet man eine scharfe V-förmige Hemmungskurve mit einem Kurvental im 48stündigen Alter. Das Hemmungsprozent im Kurvental ist aber nicht sehr über-

raschend (ca. 72 %). Es gibt auch hier eine korrelative Wachstumssteigerung bei Koleoptile und Primärblatt im 2- bis 3tägigen Alter. Die Höchstpunkte dieser Beschleunigung beider Organe liegen bei ca. 26 bzw. 29 % der Kontrolle (Abb. 4 und Tab. 3).

Tabelle 3

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von *Lolium*-Arten im Dunkel und unter Lichtwirkung bei 30°C

Mesokotyl

Arten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	% der max. Hemmung
<i>L. mult.</i>	65.5 ± 1.3	7	17.3 ± 0.6	48	6 Tagen	72
<i>L. peren.</i>	63.7 ± 1.5	7	13.7 ± 0.8	48	7 "	77

Koleoptile

"	"	"	max. geförderte Endlänge	"	"	% der max. Förderung
<i>L. mult.</i>	23.7 ± 0.9	7	22.6 ± 0.6	60	6 Tagen	26
<i>L. peren.</i>	22.7 ± 0.8	7	21.9 ± 0.8	36	7 "	7

Primärblatt

"	"	"	max. geförderte Endlänge	"	"	"
<i>L. mult.</i>	34.5 ± 2.2	7	31.1 ± 1.1	60	6 Tagen	29
<i>L. peren.</i>	25.9 ± 1.4	7	27.3 ± 1.1	96	7 "	15

Es ist bemerkenswert, dass bei dieser Art die maximale Lichtempfindlichkeit des Mesokotyls auffallend früh aufhört, nämlich schon am 2. Keimtage bei einer Länge von nur 4 mm.

(2) *Lolium perenne* L. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo.

Das Entwicklungsverhalten im Dunkel bei 30° ist wie bei der vorher erwähnten Art auffällig deutlich, auch ist das Wachstum des Mesokotyls ausgeprägt schön.

Aus der Übersicht in Tabelle 3 geht hervor, dass alle Keimorgane von *Lolium perenne*, obschon sie nur ein bisschen kürzer zu bleiben pflegen als beim *L. multiflorum*, nahverwandtschaftliche Beziehungen mit den entsprechenden Organen des letzteren aufweisen. Die Unterschiede im Wachstumsverhalten sind beim Mesokotyl gering, abgesehen davon, dass der grösste Hemmungsprozentsatz bei *L. perenne* etwa 5 % höher ist als bei *L. multiflorum*. Auch was das Koleoptilen- und Primärblattverhalten anbelangt, zeigt *L. perenne* einen sehr ähnlichen Wachstumsverlauf und fast dieselben Daten für die Belichtungs-

effekte. Es ist daraus mit Sicherheit zu entnehmen, dass diese beiden Arten sich in systematischer Hinsicht sehr nahestehen.

(3) *Hordeum vulgare* L. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Der Keimprozentatz war bei 30° nicht besonders gut, aber die Keimenergie war ziemlich gross. Es ist sicher, dass die Mesokotylstreckung bei etiolierten Gerstenkeimlingen gar nicht wahrzunehmen ist, was auch bei Weizen und Roggen der Fall ist, während die Koleoptile im 4tägigen Alter die grosse Periode des Wachstums zeigt, sich aber dann langsamer entwickelt, bis sie endlich am 5. Keimtage die Länge von 58-60 mm. erreicht. Das Primärblatt ist es, dessen Wachstumsgeschwindigkeit um diese Zeit herum immer mehr zunimmt (13.8-14.8 cm. am 6. Keimtage).

Wir wollen die Beziehungen des Wachstums zur Lichtwirkung in aller Kürze graphisch darstellen (Abb. 5 und 6).

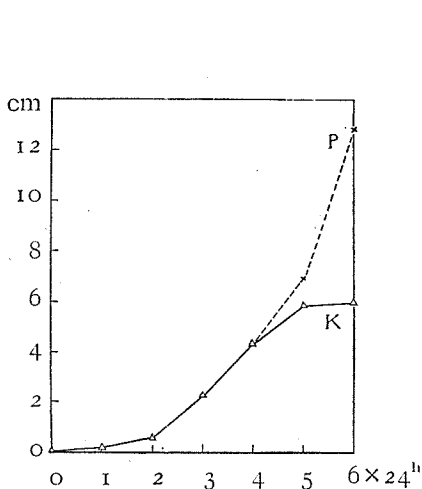


Abb. 5. Wachstumskurve der etiolierten Gerstenkeimlinge. („Rokkaku-Omugi“).

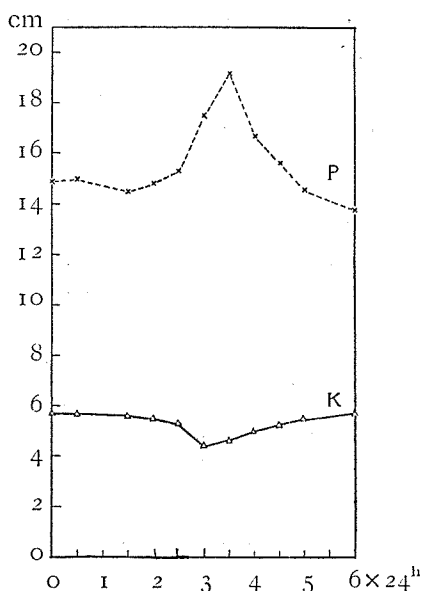


Abb. 6. Hemmungskurve bei den Gerstenkeimlingen. Gemessen im Alter von 7 Tagen.

(4) *Triticum vulgare* VILL. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Hinsichtlich der Keimungstemperatur finden sich manche Angaben in der Literatur. In meinen Versuchen keimten die Samen bei 30°

gut, und der Wachstumsverlauf der Keimorgane war dem bei der Gerste beobachteten ganz ähnlich.

Es ist bemerkenswert, dass die Endlänge der Koleoptile¹⁾ bedeutend grösser ist als bei der Gerste, während das Mesokotyl²⁾ sich wie bei den übrigen *Hordeaceae* nicht entwickelt.

Die Hemmungskurve der Koleoptile stellt eine Art von V-Kurve dar, deren Tal mit dem 60stündigen Alter zusammenfällt. Die maximale Hemmungsgrösse erreicht, ähnlich wie bei der Gerste, ca. 27 %. Das Wachstum des Primärblatts erfährt durch Belichtung im 72stündigen Alter die grösste Beschleunigung, die im Vergleich zur Kontrolle etwa 13 % beträgt, was ohne weiteres als Wachstumskorrelation aufzufassen ist.

(5) *Secale cereale* L. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Bei 30° war die Keimenergie mehr oder weniger schwach. Der Wachstumsverlauf der Koleoptile im Dunkel ähnelt dem bei Weizen und Gerste gefundenen. Dies geht aus Tabelle 4 deutlich hervor.

Das grösste Herabdrücken des Koleoptilenwachstums fällt auf die 60. Stunde des Keimlingsalters, dabei ist die Neigung der Kurven ganz ähnlich wie bei der Gerste, insbesondere die Hemmungsgrösse des Koleoptilenwachstums, deren Länge 25 % der Kontrolle beträgt.

Vergleichen wir nun alle *Hordeaceae* miteinander, so ist zunächst zu betonen, dass die Auskeimung und jugendliche Entwicklung bei *Lolium*-Arten und bei *Triticum* energischer vor sich gehen als bei *Hordeum* und *Secale*.

Insbesondere war bei *Lolium*-Arten die Entwicklung des Mesokotyls dreimal so gross im Vergleich mit der Koleoptile. Diese Daten des Dunkelwachstums lassen die Vermutung zu, dass *Lolium*-Arten in ihrem Verhalten dem Reis nahestehen. HONDA (1930) hat sie bereits zwischen *Oryza* und *Hordeum* gestellt.

Die übrigen *Hordeaceae*, nämlich *Hordeum*, *Triticum* und *Secale*, weisen in bezug auf das Wachstum der etiolierten Koleoptile und des Primärblatts enge Zusammengehörigkeit auf. Die Streckung des Mesokotyls ist bei diesen drei Gattungen praktisch als Null zu bezeichnen.

Anstatt des Mesokotyls reagiert bei diesen Gattungen die Koleop-

1) Nach der Angabe PERCIVALS (1915) erreicht die Koleoptilenendlänge beim Weizen ca. 60 mm., falls der Same 10 cm. tief in der Erde ausgesät wird.

2) SARGANT und ARBER (1915) berichten: „A mesocotyl can hardly be said to exist, for the vertical distance during which the inverted scutellum trace is distinct from the stele is very small; in our best specimen it does not exceed 0.05 mm.“

tile mit gehemmtem Wachstum auf das Licht. Das ist auch beim Primärblatt von *Secale* der Fall, während das Primärblatt von *Hordeum* und *Triticum* auf das Licht mit einer Wachstumsbeschleunigung reagiert.

Tabelle 4

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane bei den *Hordeaceae* im Dunkel und unter Lichtwirkung bei 30°C

Koleoptile

Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>Hordeum</i>	60.3±0.8	6	43.5±0.9	72 Std.	7 Tagen	24
<i>Triticum</i>	84.2±0.8	6	49.4±0.8	60 „	5 „	27
<i>Secale</i>	67.9±1.2	5	48.1±1.6	60 „	6 „	25

Primärblatt

„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>Hordeum</i>	138.0±4.8	6	192.3±4.4	84 Std.	7 Tagen	29
<i>Triticum</i>	171.2±3.8	6	151.5±2.4	72 „	5 „	13
<i>Secale</i>	145.2±4.3	6	121.9±3.8*	96* „	6 „	16*

b) *Festuceae*

1) *Bromus unioloides* (WILLD) H. B. K. Ernte: 1931, aus der Kyoto-Provinz.

Im Versuch bei 30° keimten etwa 30 % der Körner. Die Keimung war also mangelhaft, wahrscheinlich infolge der Samenruhe. Das Dunkelwachstum der Keimorgane zeigt Abb. 7.

Es ist bemerkenswert, dass die Wachstumskurven dieser Pflanze weder den von *Festuca* noch *Eragrostis* ähnlich sind, sondern auch zu *Oryza* oder den typischen *Hordeaceae* engere Beziehungen aufweisen.

Das gering bleibende Mesokotylwachstum wird durch Lichtwirkung im Alter von 2 bis 3 Keimtagen besonders herabgesetzt, so dass die Länge dieses Organs kaum messbar ist. Die Koleoptile wird anfangs in ihrem Wachstum ein bisschen beschleunigt oder verhält sich eventuell scheinbar „indifferent“, dann aber tritt die maximale Hemmung ein (siehe Abb. 8).

* Hier findet Wachstumshemmung, nicht -beschleunigung, statt.

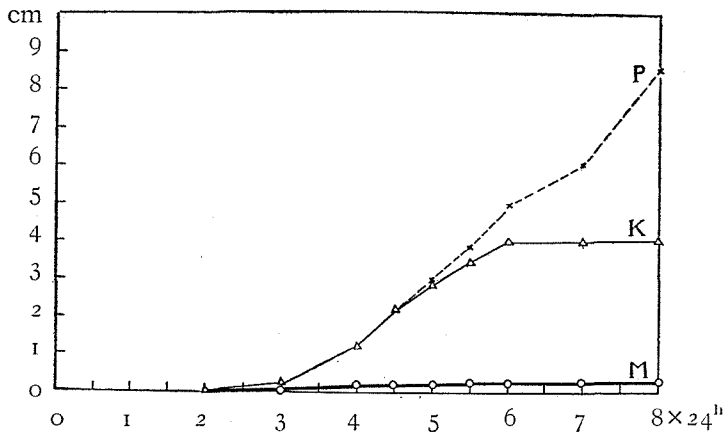


Abb. 7. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Bromus unioloides* WILLD H. B. K.

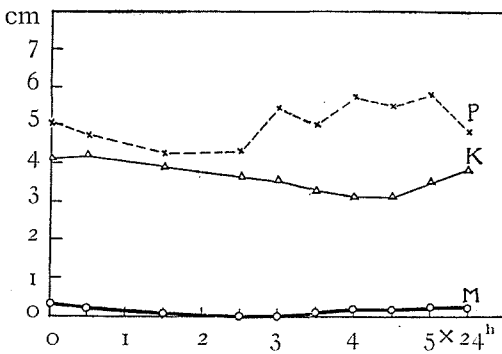


Abb. 8. Hemmungskurve der Keimlinge von *Bromus unioloides*. Ernte: 1931. Aus Kyoto. Gemessen im Alter von 6 Tagen.

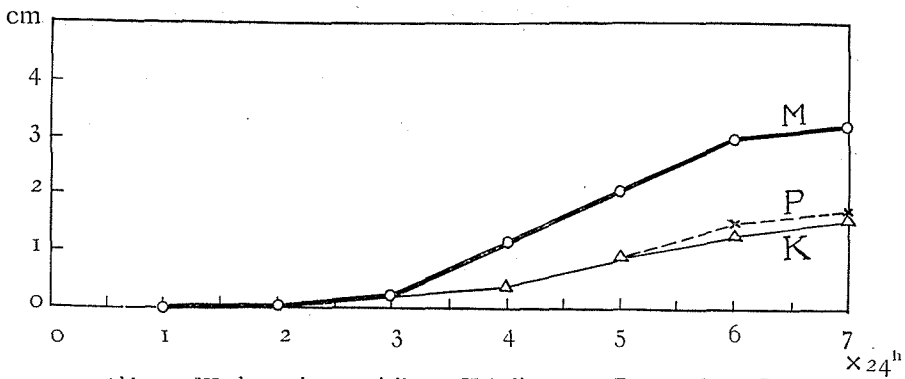
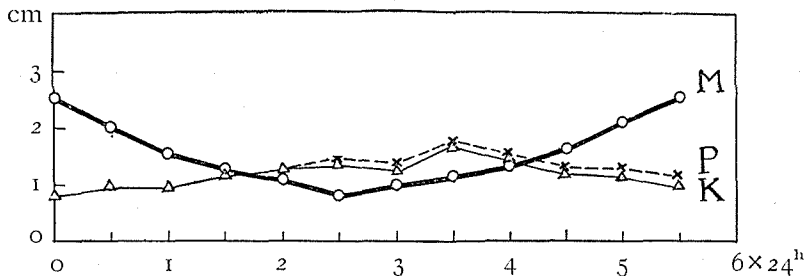
(2) *Festuca elatior* L.
Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo.

Das Wachstum geht im Dunkel auffallend langsam vor sich, da die Keimung erst am dritten Tag festgestellt werden kann. Diese Spezies bietet eine der bei der *Lolium*-Gattung gefundenen ähnliche Wachstumskurve dar, wenn auch der

Keimling nur kurz bleibt. (siehe Abb. 9 u. 10).

(3) *Festuca rubra* L. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo.

Der Keimungsprozess ging in meinem Versuch auffallend langsam vor sich; erst am 4. Keimtage oder noch später fingen das Mesokotyl und die Koleoptile an sich zu entfalten an, während das Primärblatt viel später, nämlich im Alter von 9 Tagen bemerkbar wurde. Das heisst, das Dunkelwachstum von Mesokotyl und Koleoptile wurde erst am 4. oder 5. Keimtage ausgelöst und die beiden Organe erreichten im Alter von 9 oder 10 Tagen ihre Endlänge, die etwa 14 bzw. 49% derjenigen bei *F. elatior* ausmachte.

Abb. 9. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Festuca elatior* L.Abb. 10. Hemmungskurve des Keimlingswachstums bei *Festuca elatior*. Gemessen im Alter von 6 Tagen.(4) *Eragrostis ferruginca* BEAUV. Ernte: 1930. Kyoto-Provinz.

Die Keimung war bei 30° ganz gleichmässig und das Wachstum recht gut. Im Alter von 2 Tagen wird das Koleoptilenwachstum ungefähr abgeschlossen, während das Mesokotyl sich immer weiter entfaltet, bis es schliesslich nach 7 Tagen ca. 33 mm. als Endlänge erreicht. Bis zum 6tägigen Alter entwickelt sich das Primärblatt mit derselben Wachstumsgeschwindigkeit wie die Koleoptile, im Alter von 7 Tagen nimmt sein Wachstumstempo allmählich zu, worauf es die Koleoptile durchbricht.

(5) *Dactylis glomerata* L.¹⁾ Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo.

Bei *Festuca elatior*, *Eragrostis* und *Dactylis* war die Keimung fast vollständig, während sie bei *Bromus* etwas schlechter war, was

1) Cf. KUMMER, H., 1932. Der Zusammenhang zwischen dem geringen Fettgehalt und der schwachen Keimfähigkeit der *Dactylis*-Samen ist an dieser Art nachgewiesen worden.

wohl teils auf der noch nicht aufgegebenen Samenruhe, teils auf schlechter Ernte beruhen könnte.

Festuca und *Eragrostis* zeigen eher lebhafteres Mesokotylwachstum, indem die Koleoptile bloss $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ der Mesokotyllänge erreicht. Das Primärblatt tritt auch nur wenig aus der Koleoptile heraus.

Tabelle 5

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane bei *Festuceae* im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl						
Gattungen bzw. Arten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>Festuca elat.</i>	32.7 ± 1.0	7	8.0 ± 0.5	72 Std.	6 Tagen	68
<i>Festuca rubra</i>	28.3 ± 1.7	10	16.2 ± 0.4	108 „	9 „	42
<i>Eragrostis</i>	33.0 ± 0.5	9	20.2 ± 0.5	72—84 „	7 „	36
<i>Dactylis</i>	34.7 ± 0.6	9	15.1 ± 0.6	84 „	8 „	57
Koleoptile						
„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>F. elatior</i>	15.5 ± 0.7	7	13.5 ± 0.5	72 „	6 Tagen	73
<i>F. rubra</i>	7.9 ± 0.4	9	10.8 ± 0.4	108 „	9 „	37
<i>Eragrostis</i>	3.1 ± 0.1	9	3.6 ± 0.1	60—84 „	7 „	38
<i>Dactylis</i>	10.8 ± 0.3	9	13.3 ± 0.4	96 „	8 „	30
Primärblatt						
„	„	„	„	„	„	„
<i>F. elatior</i>	15.7 ± 0.7	7	14.0 ± 0.5	96 „	6 Tagen	77
<i>F. rubra</i>	9.3 ± 0.8	9	17.4 ± 1.2	144 „	9 „	87
<i>Eragrostis</i>	4.9 ± 0.5	9	8.4 ± 0.4	136 „	7 „	223
<i>Dactylis</i>	15.5 ± 0.9	9	24.0 ± 1.5	96 „	8 „	82

Bromus ist diejenige Gattung, welche eine ganz andere Wachstumskurve im Dunkel als die anderen *Festuceae* aufweist. Während das Mesokotyl auffallend wenig wächst, streckt sich die Koleoptile ziemlich lang, wie es bei dem Wasserreis „Asahi“ der Fall war. Der Unterschied zwischen *Bromus* und *Oryza* besteht darin, dass das Primärblatt sich bei *Bromus* bedeutend länger zu strecken vermag als beim Reis.

In der Tribus *Festuceae* zeigt *Bromus* ein ganz isoliertes Verhalten dem Lichtreiz gegenüber, was auch mit einer Art von *Avena*

der Fall ist. Eine völlige Sistierung der Mesokotylentwicklung ist durch Belichtung im Alter von 2.5 Tagen erreichbar. Bei der Koleoptile ist vor der ziemlich starken Wachstumshemmung eine schwache Förderung zu sehen. Eine ähnliche Erscheinung von Beschleunigung und Hemmung wird auch bei dem Primärblatt beobachtet.

Die typischen *Festuceae*, i. e. *Festuca*-, *Eragrostis*- und *Dactylis*-Arten, ergeben fast gleichartige und gleichintensive Reaktionen dem Licht gegenüber. Die Hemmung wird nur beim Mesokotyl und die Beschleunigung bei der Koleoptile und dem Primärblatt beobachtet.

(c) *Aveneae*

(1) *Avena abyssinica* HOCHST. Ernte: 1931, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Ogleich *Avena abyssinica* eine andere Herkunft als *A. sativa* hat, können Dunkelwachstum und auch Wachstumshemmung bei Belichtung ähnlich wie beim echten Hafer beobachtet werden.

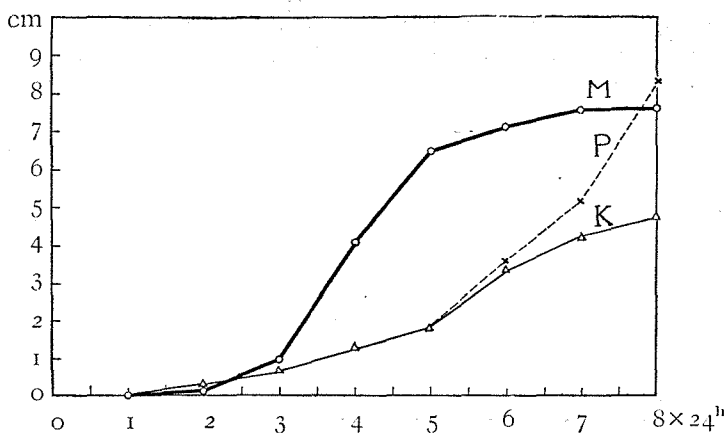


Abb. 11. Wachstumsverlauf im Dunkel von *Avena byzantina* C. Koch.

Der Wachstumsverlauf ist bei verdunkelten Keimlingen dem der *Lolium*-Arten analog, abgesehen davon, dass das Primärblatt sich üppig entwickelt.

(2) *Avena strigosa* SCHREB. Ernte: 1931, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Bei den Keimversuchen bei 30° konnte ich ca. 21 % der Samen zu normalen Keimlingen heranziehen. Im Vergleich mit dem folgenden Hafer, *A. byzantina*, weisen diese Keimlinge im Dunkel weniger steile Wachstumskurven der Organe auf.

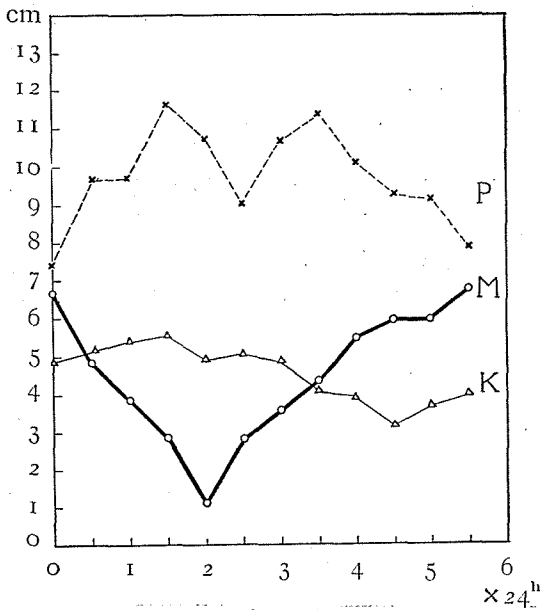


Abb. 12. Hemmungskurve der Keimorgane von *Avena byzantina* C. KOCH. Gemessen im Alter von 7 Tagen.

(3) *Avena byzantina* C. KOCH. Ernte: 1931, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Die Auskeimung des Saatgutes war bei 30° im grossen und ganzen befriedigend, und die weitere Entwicklung, zumal die des Mesokotyls war recht üppig, woraus sich eine grosse S-Kurve ergibt. Das Mesokotyl erreicht am 7. Keimtage ca. 76 mm. als Endlänge, während die Koleoptile etwa zwei Tage später ihre Entwicklung (ca. 49 mm.) einstellt (s. Abb. 11 und 12).

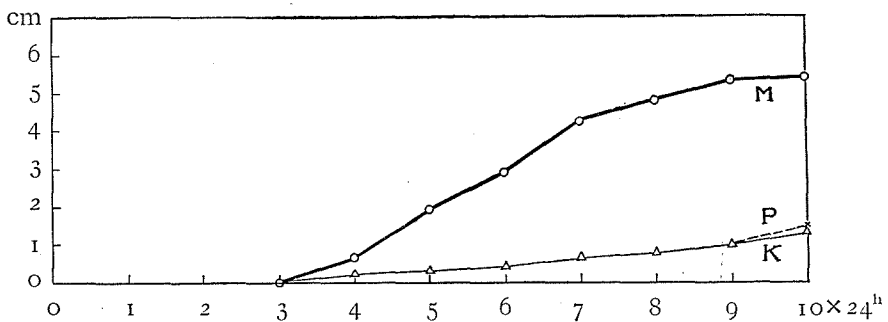


Abb. 13. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Arrhenatherum elatius* MERTENS et KOCH.

(4) *Arrhenatherum elatius* MERTENS et KOCH. Ernte: 1929, aus der hiesigen Universität. (Abb. 13 und 14).

Bei den wilden Hafern, *Avena fatua*, *A. Wiestii* u. a. konnte ich wegen ihrer hartnäckigen Samenruhe keine genügende Anzahl der Keimlinge zum Experiment bekommen. Einen etwas besseren Keimprozentatz erzielte ich bei *A. abyssinica* und *A. strigosa*, während die kultivierten Formen *A. sativa* und *A. byzantina* ganz leicht zur Keimung gebracht werden konnten.

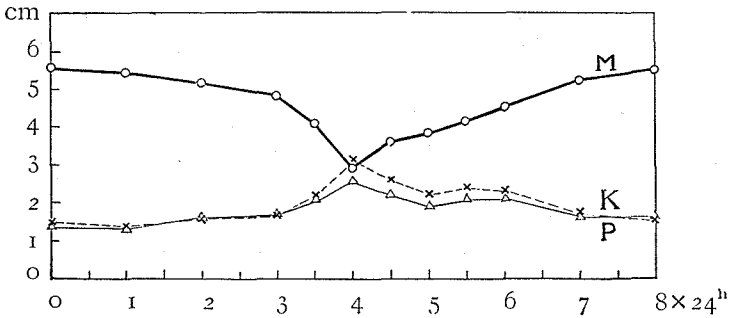


Abb. 14. Hemmungskurve der Keimlinge von *Arrhenatherum elatius* MERTENS et KOCIR. Gemessen im Alter von 9 Tagen.

Bei *Arrhenatherum* war die Keimung ausreichend.

Wenn man das Dunkelwachstum der Keimorgane von *A. strigosa*, *A. abyssinica* und *A. byzantina* vergleicht, sieht man, dass sie im

Tabelle 6

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von *Avena*-Arten, die Verdunklung und Lichtwirkung ausgesetzt waren

Mesokotyl

Arten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>A. abyssinica</i>	67.4 ± 1.7	6	26.8 ± 1.5	72	6 Tagen	60
<i>A. strigosa</i>	44.1 ± 2.4	6	21.0 ± 1.1	72	6 "	52
<i>A. byzantina</i>	76.4 ± 1.3	8	11.7 ± 0.6	48	7 "	82
<i>A. sativa</i>	64.2 ± 1.7	6	13.9 ± 0.4	36	5 "	76

Koleoptile

"	"	"	"	"	"	"
<i>A. abyssinica</i>	42.4 ± 0.9	6	34.0 ± 1.8	108	6 Tagen	20
<i>A. strigosa</i>	33.1 ± 1.3	6	24.8 ± 1.7	96	6 "	25
<i>A. byzantina</i>	48.5 ± 1.2	7	31.3 ± 0.6	108	7 "	35
<i>A. sativa</i>	68.3 ± 1.3	7	40.4 ± 1.0	72	5 "	13

Primärblatt

"	"	"	max. geförderte Endlänge in mm.	"	"	Förderungsprozent
<i>A. abyssinica</i>	98.5 ± 4.7	8	80.5 ± 6.7	84	6 Tagen	47
<i>A. strigosa</i>	100.7 ± 2.3	8	62.0 ± 4.6	96	6 "	22
<i>A. byzantina</i>	88.6 ± 3.4	8	116.0 ± 2.3	36	7 "	57
<i>A. sativa</i>	139.7 ± 5.0	7	95.1 ± 3.3	78	5 "	98

ganzen einander nahestehen, obgleich die Endlängen des Mesokotyls grössere Unterschiede aufweisen als die der beiden übrigen Organe, indem sie 44.1, 67.4 und 76.4 mm. resp. betragen.

Arrhenatherum scheint hingegen nicht wenig von *Avena* entfernt zu sein, denn seine Koleoptile erreicht nur $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{5}$ und das Primärblatt etwa $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{10}$ Länge der entsprechenden Organe der untersuchten *Avena*-Arten.

Zwei *Avena*-Arten, *A. strigosa* und *A. abyssinica*, sind nach der Lichtreaktion nahe miteinander verwandt; das Mesokotyl und die Koleoptile weisen bei beiden beinahe gleichgrosse Lichthemmung auf, nur beim Primärblatt tritt ein etwas verschiedener Förderungseffekt auf. Diese zwei Arten zeigen auch ähnliche Chromosomenverhältnisse¹⁾ und stimmen ferner im Gesamtverhalten dem Licht gegenüber mit *Avena sativa* schön überein.

d) *Chloridaceae*

(1) *Eleusine Coracana* GAERTN. Ernte: 1930, aus der Kyoto-Provinz.

Im meinem Versuch keimten die Samen bei 30° gut. Das Mesokotyl verlängerte sich auffallend und übertraf im Laufe der weiteren Entwicklung immer mehr die Koleoptile und das Primärblatt (Abb. 15 u. 16).

(2) *Eleusine indica* GAERTN. Ernte: 1930, aus der Kyoto-Provinz.

Die Keimung war bei 30° ganz befriedigend und die weitere Entwicklung gestaltete sich normal.

Die Wachstumsmerkmale dieser beiden Arten stimmen miteinander gut überein. Der Hauptunterschied besteht darin, dass die Streckungsdauer des Mesokotyls 5 bzw. 7 Tage beträgt, wobei eine Endlänge von ca. 69 bzw. 60 mm. erreicht wird.

Es wurde festgestellt, dass die Koleoptile bei beiden Arten nur sehr schwach heranwächst, indem sie nur $\frac{1}{16}$ oder $\frac{1}{24}$ des Mesokotyls ausmacht; dasselbe gilt auch für das Primärblatt. Wie Abb. 16 zeigt, erfährt das Mesokotyl allein durch das Licht eine Wachstumshemmung, welche etwa 53 bzw. 36 % der Kontrolle beträgt. Die Koleoptile weist indes bei Lichtwirkung fast gleichzeitig ein ungefähr gleichgrosses Förderungsprozent auf wie das Mesokotyl, während das

1) Siehe KIHARA und NISHIYAMA (1932).

Primärblatt etwa einen halben oder einen Tag später eine bedeutend (4–8 mal) kräftigere Streckung als die Koleoptile erfährt.

Der Gesamtverlauf der Entwicklungskurven der drei Keimorgane bei Lichtwirkung ist bei dieser Gattung dem der *Agrostidaceae* sehr ähnlich. (Vgl. Tab. 7 und 8).

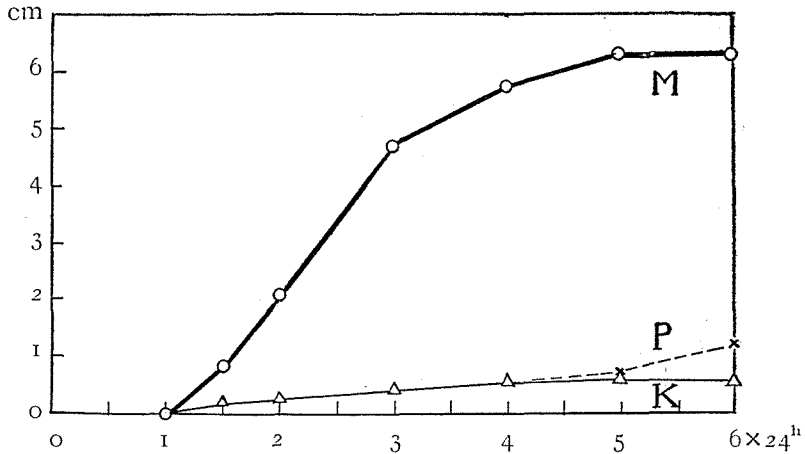


Abb. 15. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Eleusine Coracana* GAERTN.

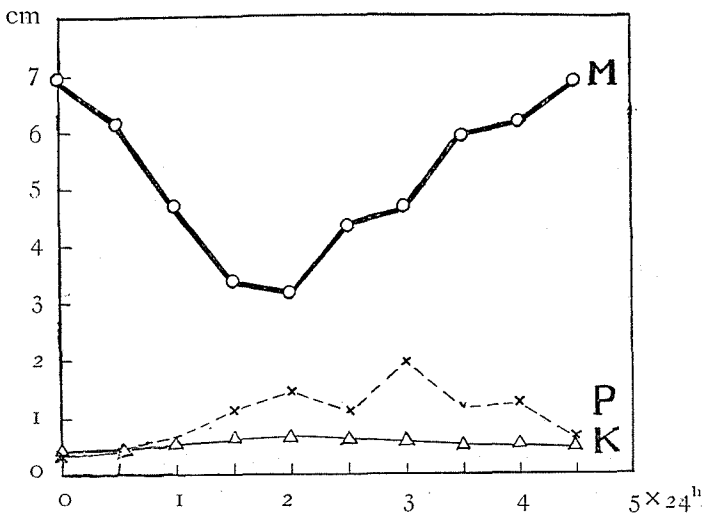


Abb. 16. Hemmungskurve der Keimlinge von *Eleusine Coracana* GAERTN. Gemessen im Alter von 5 Tagen.

Tabelle 7

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von *Eleusine*-Arten, die sich im Dunkel und unter Lichtwirkung entwickelt haben

Mesokotyl						
Arten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>E. Coracana</i>	69.0±1.1	5	32.2±0.6	48	5 Tagen	53
<i>E. indica</i>	60.4±0.9	9	32.5±0.7	60	7 „	36

Koleoptile						
„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>E. Coracana</i>	4.4±0.2	5	6.7±0.1	48	5 Tagen	52
<i>E. indica</i>	2.5±0.1	7	3.6±0.2	72	7 „	44

Primärblatt						
„	„	„	„	„	„	Förderungsprozent
<i>E. Coracana</i>	13.2±0.8	6	19.8±1.0	72	5 Tagen	408
<i>E. indica</i>	2.9±0.2	7	8.1±0.6	84	7 „	180

Agrostoidae

a) *Agrostidae*

(1) *Agrostis palustris* Auds. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo. (Siehe Abb. 17 und 18).

(2) *Sporobolus clongatus* R. Br. Ernte: 1931, aus der Kyoto-Provinz.

Bei meiner Untersuchung bei 30° war die Keimung recht gut. Wie aus der systematischen Gruppierung zu ersehen ist, steht diese Spezies sehr nahe der Gattung *Agrostis*; auch bei mir weisen nicht nur die Wachstumskurven der etiolierten Keimorgane, sondern auch die Hemmungskurven, abgesehen von den absoluten Werten bei *Sporobolus* (etwa 50 % grösser als bei *Agrostis*), ziemlich ähnliche Gestalt auf.

Die Vertreter dieser Tribus, *Agrostis* und *Sporobolus*, besitzen ein auffällig übereinstimmendes Dunkelwachstum des Mesokotyls, das sehr ähnlich dem der *Eleusine*-Arten ist, nur dass die absolute Länge ungefähr um die Hälfte kleiner ist als bei der letztgenannten Gattung.

Die Streckung der Koleoptile und des Primärblatts zeigt indessen ungefähr dieselben Werte wie bei *Eleusine indica*. Die wesentlichen Eigenschaften sind demzufolge meines Erachtens bei beiden oben erwähnten Gattungen dieser Tribus die gleichen.

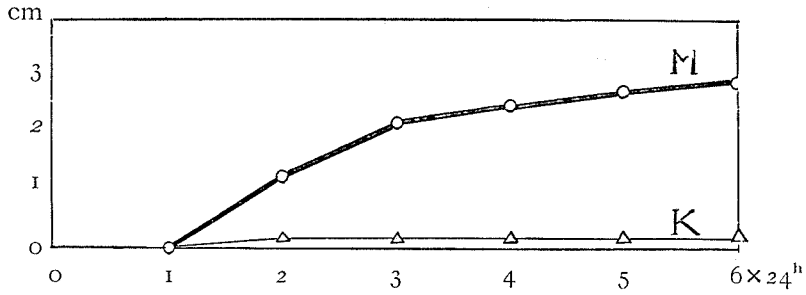


Abb. 17. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Agrostis palustris* Auds

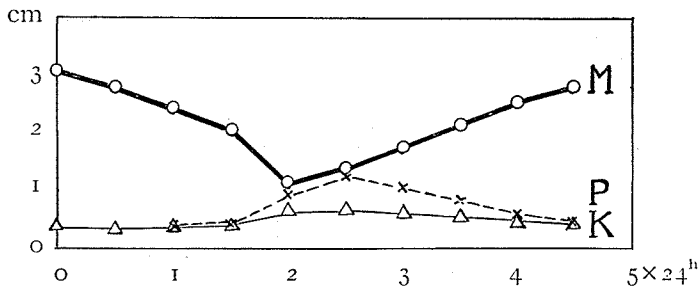


Abb. 18. Hemmungskurve der Keimlinge von *Agrostis palustris* Auds. Gemessen im Alter von 6 Tagen.

Tabelle 8

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane bei *Agrostideae* im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl						
Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>Agrostis</i>	30.0 ± 0.5	6	11.9 ± 0.5	48	6 Tagen	61
<i>Sporobolus</i>	37.1 ± 0.4	10	11.7 ± 0.4	84	9 „	68
Koleoptile						
<i>Agrostis</i>	2.0 ± 0.1	6	6.7 ± 0.2*	60	6 Tagen	91**
<i>Sporobolus</i>	3.6 ± 0.1	10	5.6 ± 0.1*	84	9 „	60**
Primärblatt						
<i>Agrostis</i>	2.0 ± 0.1	6	12.8 ± 0.7*	60	6 Tagen	256**
<i>Sporobolus</i>	3.6 ± 0.1	10	16.4 ± 0.3*	84	9 „	369**

Die mit einem Sternchen bezeichneten Zahlen geben die geförderte Endlänge an, nicht die gehemmte, die mit zwei Sternchen versehenen die maximalen Beschleunigungsprozente.

Es gibt keinen merklichen Unterschied im Verhalten bei Lichtwirkung zwischen den *Agrostideae* und *Chlorideae*, denn hier wie dort findet eine Wachstumshemmung beim Mesokotyl und -förderung bei Koleoptile und Primärblatt statt, nur mit einem kleinen prozentualen Unterschied für jedes Organ.

b) *Phlecae*

(1) *Phleum pratense* L. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo.

Obwohl KLING (1916) darauf hingewiesen hat, dass die Temperatur von 30° für das Optimum zu hoch ist, war dies bei mir kaum der Fall, vielmehr fand eine gleichmässige Auskeimung schon am zweiten Tage statt (siehe Abb. 19 und 20).

(2) *Alopecurus pratensis* L. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Sapporo (siehe Tabelle 9).

Phleum und *Alopecurus* zeigen bei Lichtwirkung eine kräftige Entwicklung, so dass die Zahl der normalen Keimlinge im Licht höher ist als im Dunkel. Die Wachstumsverhältnisse aller Keimorgane sind

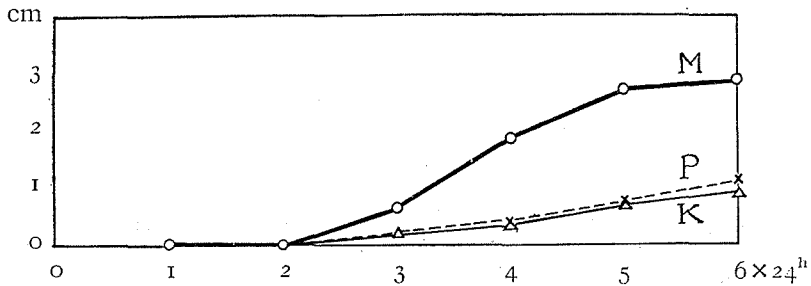


Abb. 19. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Phleum pratense* L.

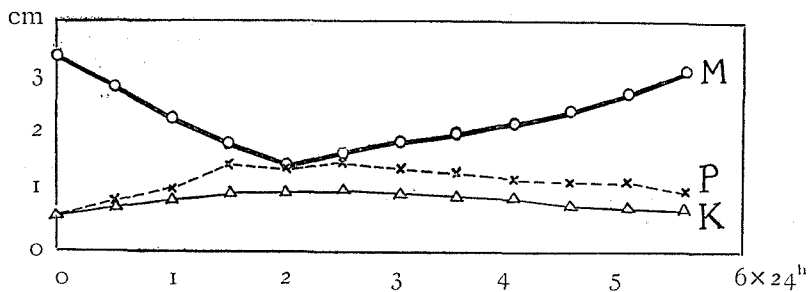


Abb. 20. Hemmungskurve der Keimlinge von *Phleum pratense* L. Gemessen im Alter von 6 Tagen.

den beim Hafer beobachteten ähnlich, nur dass die absoluten Werte etwa $\frac{1}{3}$ der dort erhaltenen betragen.

Während das Mesokotyl eine schwache Hemmung im Licht erfährt, weisen Koleoptile und Primärblatt nur Wachstumsbeschleunigung auf. Jedenfalls sind die Hemmungskurven sehr flach, besonders bei *Alopecurus* ist eine langsamere Entfaltung im Dunkel und bei Lichtdosierung bemerkbar als bei *Phleum*. Dieser Punkt stellt das unterscheidende Merkmal zwischen den beiden Gattungen dar.

Bezüglich der Lichtwirkung verhalten sich die *Phleaceae* wie die *Chlorideae* und *Agrostideae*. Darum sollten sie zweifellos im System dicht nebeneinander stehen.

Tabelle 9

Zusammenstellung der Wachstungsverhältnisse der Keimorgane der *Phleaceae* im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl						
Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>Phleum</i>	29.4±0.5	6	15.3±0.5	48	6 Tagen	54
<i>Alopecurus</i>	26.5±0.5	9	10.6±0.5	84	9 „	60
Koleoptile						
„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>Phleum</i>	9.3±0.3	6	10.3±0.2	60	6 Tagen	75
<i>Alopecurus</i>	16.8±0.5	9	18.7±0.6	84	9 „	11
Primärblatt						
„	„	„	„	„	„	„
<i>Phleum</i>	11.5±0.8	6	15.3±0.6	60	6 Tagen	135
<i>Alopecurus</i>	23.3±1.3	9	40.4±1.7	108	9 „	73

Panicoideae

a) *Panicaceae*

(1) *Pennisetum typhoideum* RICH. Ernte: 1931, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Keimung und weitere Entwicklung gehen in diesem Versuch bei 30° ziemlich gut vor sich (siehe Abb. 21 und 22).

(2) *Pennisetum japonicum* TRINUS, var. *viridescens* MATSUMURA. Ernte: 1930, aus der Kyoto-Provinz.

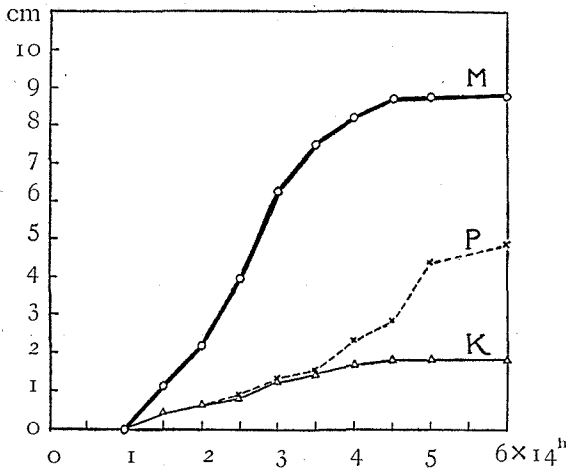


Abb. 21. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Pennisetum typhoideum* RICH.

Wie man aus den Wachstumskurven der Paniceen ersehen kann, ist das Verhalten dieser Pflanze etwas abweichend von dem typischen der etiolierten Pflänzchen der übrigen Paniceen, wie *Setaria*, *Panicum*, *Echinochloa* und *Syntherisma*, die gewöhnlich sowohl ein langgestrecktes Mesokotyl mit einer winzigen Koleoptile als auch ein darin verborgenes kurzbleibendes Primärblatt besitzen.

(3) *Setaria italica* BEAUV. cm
Ernte: 1928, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Das Wachstum des Mesokotyls verläuft sehr energisch, wie die folgende S-Kurve (Abb. 23) zeigt, deren grosse Periode zwischen zwei und drei Tagen liegt.¹⁾ Eine typische Reaktionsweise der Keimorgane dem Lichtreiz gegenüber stellt die Kurve in Abb. 24 dar.

(4) *Setaria lutescens* HUB. var. *genuina* HONDA. Ernte: 1930, aus der Kyoto-Provinz.

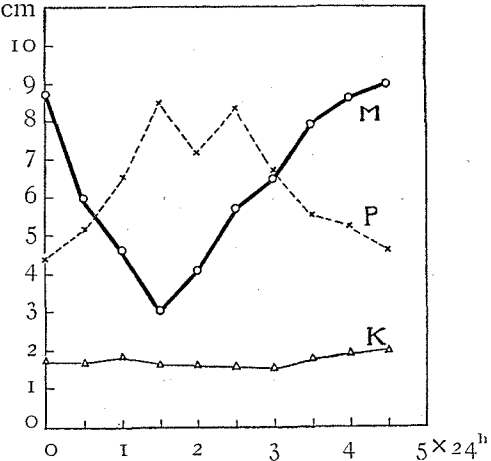


Abb. 22. Hemmungskurve der Keimlinge von *Pennisetum typhoideum* RICH. Gemessen in Alter von 5 Tagen.

1) TAKASAKI (1931) hat die Mesokotylendlänge bei *Setaria italica* in verschiedenen Bodentiefen wie folgt gemessen.

Alter der Keimlinge	Tiefe in cm.	Endlänge in cm.	Dicke in cm.	Bemerkungen
7 Tage	1.0	1.375	0.51	Kultur in Porzellantöpfen, am 11. Juni, 1931 ausgesät. Bodenbedeckung gegeben gleich nach der Aussaat.
7 "	3.0	2.948	0.46	
16 "	6.0	5.443	0.23	

Tabelle 10

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane bei *Pennisetum*-Arten im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl

Arten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>P. typhoid.</i>	88.3±1.5	6	30.9±1.7	36	5 Tagen	65
<i>P. japonic.</i>	32.0±0.6	9	19.7±0.4	60	7 „	38

Koleoptile

„	„	„	„	„	„	„
<i>P. typhoid.</i>	17.5±0.4	5	15.3±0.8	72	5 Tagen	13
<i>P. japonic.</i>	17.1±0.3	7	12.6±0.3	96	7 „	17

Primärblatt

„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>P. typhoid.</i>	48.7±0.4	6	85.0±6.2	36	5 Tagen	91
<i>P. japonic.</i>	30.2±0.7	9	31.3±0.9	84	7 „	16

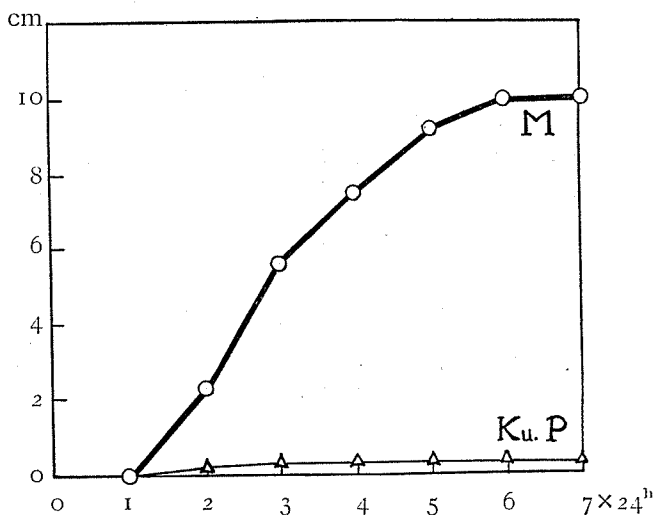


Abb. 23. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Setaria italica* BEAUV.

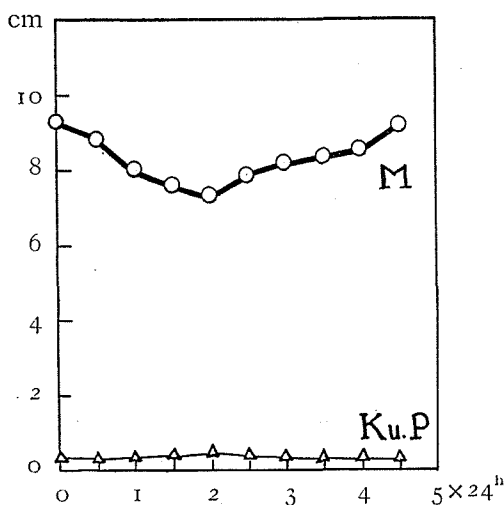


Abb. 24. Hemmungskurve der Keimlinge von *Setaria italica* BEAUV. Gemessen im Alter von 5 Tagen.

Die Wachstumsverhältnisse und Hemmungserscheinungen bei Lichtwirkung stimmen mit dem der beiden untersuchten *Setaria*-Arten gut überein.

(5) *Panicum miliaceum* L. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

In den bei 30° erhaltenen Versuchen waren Keimung und weitere Entwicklung der Pflänzchen befriedigend. Bemerkenswert ist hierbei, dass auch so winzige Samen wie diese ein so stark verlängertes Mesokotyl zutage fördern können (Abb. 25 und 26).

Tabelle 11

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane bei *Setaria*-Arten im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl						
Arten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>S. italica</i>	101.3 ± 2.3	7	73.7 ± 2.1	48	5 Tagen	20
<i>S. lutes.</i>	89.5 ± 1.7	6	69.6 ± 1.1	48	6 „	22
Koleoptile						
„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>S. ital.</i>	3.4 ± 0.1	7	4.3 ± 0.1	48	5 Tagen	26
<i>S. lutes.</i>	2.4 ± 0.1	6	3.1 ± 0.2	84	6 „	29
Primärblatt						
„	„	„	„	„	„	„
<i>S. ital.</i>	3.4 ± 0.1	7	4.3 ± 0.1	48	5 Tagen	26
<i>S. lutes.</i>	2.4 ± 0.1	6	3.1 ± 0.2	84	6 „	29

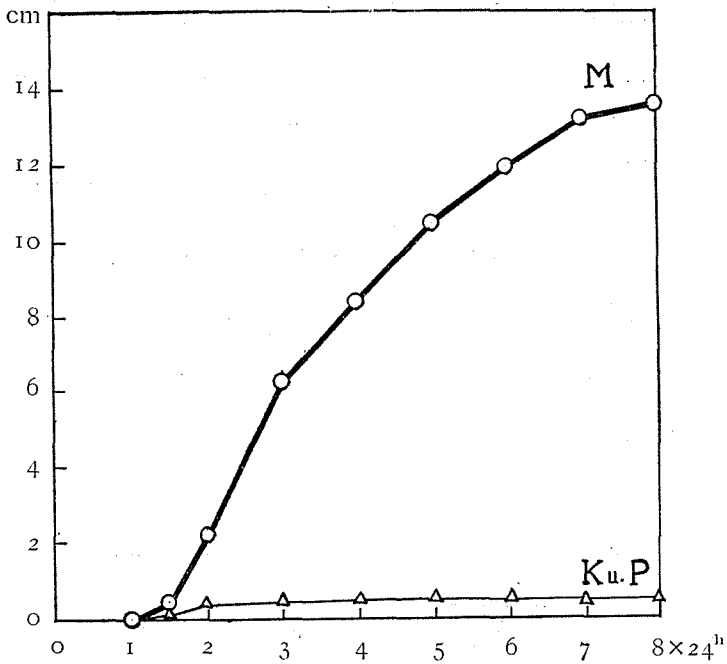


Abb. 25. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Panicum miliaceum* L.

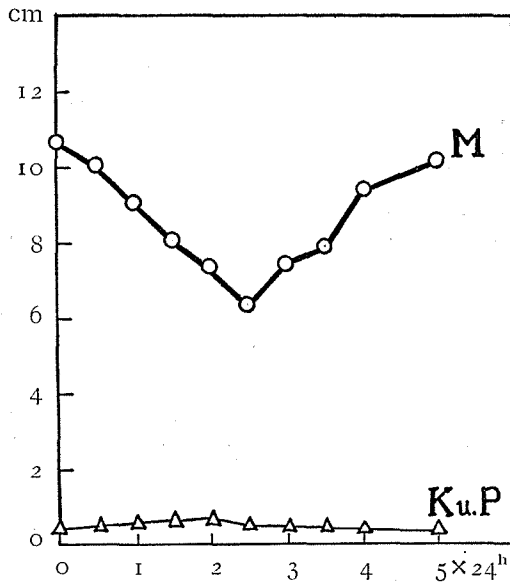


Abb. 26. Hemmungskurve der Keimorgane von *Panicum miliaceum* L. Gemessen im Alter von 6 Tagen.

(6) *Panicum bisulcatum* THUNB. Ernte: 1930, aus der Kyoto-Provinz.

Im Versuch bei 30° schicken sich die Samen dieser Pflanze nach einer etwas längeren Zeitspanne (nach zwei bis zwei und einem halben Tag) zur ersten Keimung an.

(7) *Echinochloa Crus-galli* BEAUV. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

In meinem Versuch bei 30° war die Keimung sowie die weitere Entfaltung der Keimorgane ziemlich gut; die optimale Keimungstemperatur für diese Pflanze soll auch nach KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER (1912) über 25° liegen. (Siehe Abb. 27 und 28).

(8) *Syntherisma sanguinalis* DUL. Ernte: 1930, aus der Kyoto-Provinz. (Siehe Tabelle 13).

Tabelle 12

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane bei den *Panicum*-Arten im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl						
Arten	Endlänge in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>P. milia.</i>	138.2±1.9	8	63.6±2.3	60	6 Tagen	39
<i>P. bisul.</i>	59.2±1.1	8	46.6±1.2	96	7 „	20
Koleoptile						
„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>P. milia.</i>	5.2±0.1	8	6.0±0.2	48	6 Tagen	46
<i>P. bisul.</i>	2.1±0.0	8	2.7±0.1	120	7 „	29
Primärblatt						
„	„	„	„	„	„	„
<i>P. milia.</i>	5.2±0.1	8	9.9±1.6	48	6 Tagen	142
<i>P. bisul.</i>	2.1±0.0	8	2.7±0.1	120	7 „	29

Tabelle 13

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von *Echinochloa* und *Syntherisma* im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl						
Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>Echinochloa</i>	166.1±2.4	7	117.0±2.0	36	7 Tagen	30
<i>Syntherisma</i>	97.0±1.9	7	80.7±1.3	60	6 „	14

Tabelle 13 (Fortsetzung)

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von *Echinochloa* und *Syntherisma* in Dunkel und unter Lichtwirkung

Koleoptile

Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. geförderte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Förderungsprozent
<i>Echinochloa</i>	5.1 ± 0.2	7	7.3 ± 0.3	36	7 Tagen	43
<i>Syntherisma</i>	2.0 ± 1.7	6	2.2 ± 0.1	48-84	6 „	10

Primärblatt

„	„	„	„	„	„	„
<i>Echinochloa</i>	5.4 ± 0.4	7	7.9 ± 0.4	36	7 Tagen	46
<i>Syntherisma</i>	2.0 ± 0.0	6	2.4 ± 0.2	84	6 „	20

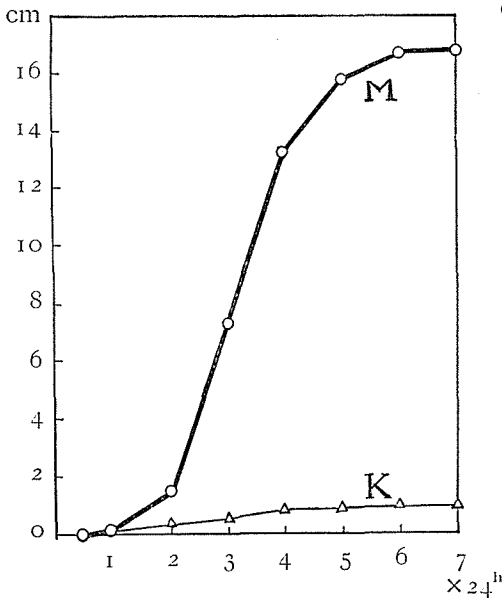


Abb. 27. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Echinochloa Crus-galli* BEAUV.

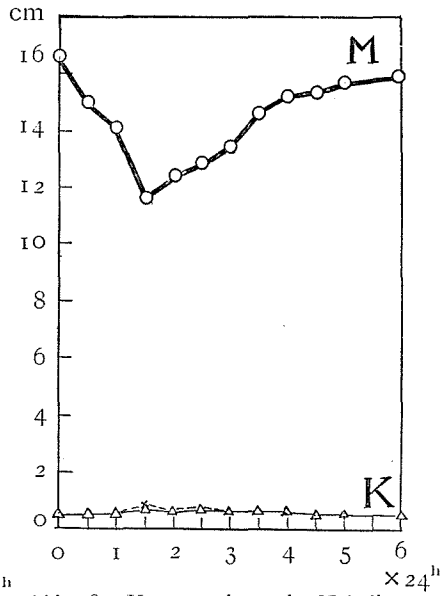


Abb. 28. Hemmungskurve der Keimlinge von *Echinochloa Crus-galli*. Gemessen im Alter von 7 Tagen.

Bei der Tribus *Panicaceae* konnte man ein ganz ausreichendes Material an brauchbaren Keimlingen mittels Sandkulturen bekommen, mit Ausnahme von *Pennisetum typhoidum*, dessen Keimungsprozentsatz nur ca. 42 % betrug.

Es ist nicht überraschend, dass die im vorigen besprochenen

Spezies, *Pennisetum typhoideum* und *P. japonicum*, eine Gattung mit übermässiger Mesokotylentwicklung, wie sie auch die übrigen Paniceen aufweisen, darstellen; es ist jedoch beachtenswert, dass die Koleoptile sowie auch das Primärblatt bei dieser Gattung eine viel grössere Verlängerung erfahren als bei den anderen Gattungen der Paniceen.

Obwohl die Unterschiede in absoluter Endlänge und Wachstumsgeschwindigkeit des Mesokotyls der beiden *Pennisetum*-Arten nicht zu leugnen sind, sind die Wachstumsverhältnisse im allgemeinen dieselben. Die Endlängen der anderen zwei Organe, d. h. Koleoptile und Primärblatt, weisen auf recht enge Verwandtschaftsbeziehungen hin.

Es fragt sich nun, was ist im allgemeinen für die eigentlichen *Panicaceae* charakteristisch? Wie die Abbildungen und Tabellen zeigen, ist das lange Mesokotyl sehr bezeichnend, dessen kürzeste Länge 59.2 mm. (bei *Panicum bisulcatum*) und längste 166.1 mm. (bei *Echinochloa Crus-galli*) beträgt, während die Koleoptile eine Länge von bloss ca. 2.0 mm. (bei *Syntherisma sanguinalis*) oder 5.1 mm. (bei *Echinochloa Crus-galli*) zeigt und das Primärblatt nur selten die Koleoptilenspitze durchbricht.

Betreffs der Lichtreaktion sieht man die *Pennisetum*-Arten nicht wenig von den übrigen *Panicaceae* abweichen, da sowohl der Grad der Wachstumshemmung von Mesokotyl und Koleoptile als auch die korrelative Wachstumsförderung des Primärblatts sehr auffällig sind. Die übrigen *Panicaceae* zeigen gewöhnlich schwächere Lichtreaktionen; es tritt weder eine Hemmung des Mesokotylwachstums noch eine Beschleunigung der Koleoptilen- und Primärblattentwicklung deutlich zutage.

b) *Arundinellae*

(1) *Arundinella hirta* TANAKA, var. *ciliata* KOIDZ. Ernte: 1931, aus der Kyoto-Provinz.

Der Keimprozentsatz war bei dieser Art nicht zufriedenstellend, aber ca. 20 normale Keimlinge (also etwa 34 % der ausgesäten Körner) wurden aus jeder Saatkiste gewonnen und zum Versuch verwendet (Abb. 29 und 30).

Unter Lichtwirkung und im Dunkel gehen die Keimvorgänge bei dieser Tribus ebenso gut vor sich wie bei der vorigen (*Panicaceae*). *Arundinella* zeichnet sich durch den langsamen Wachstumsverlauf der Keimorgane aus. Sie erreichen hierbei nur kürzere Endlängen nach Ablauf von 11 Keimtagen, nämlich 44.6 mm. für das Mesokotyl und

2.3 mm. für Koleoptile und Primärblatt. Aus diesen Zahlen folgt, dass dieses Gewächs näher zu *Agrostis* oder *Sporobolus* zu stellen ist als zu *Andropogon* oder *Panicum*, insofern man die Wachstumsbefunde allein in Betracht zieht.

Abgesehen von den absoluten Werten der im Dunkel geleiteten Organentwicklung der besprochenen *Arundinella*-Art, zeigt die Entwicklung der Keimorgane unter Lichtwirkung bei den Gattungen

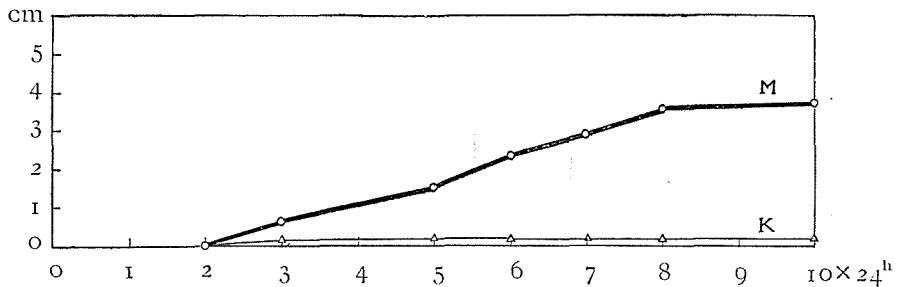


Abb. 29. Wachstumsverlauf im Dunkel bei *Arundinella hirta* TANAKA, var. *ciliata* KOIDZ.

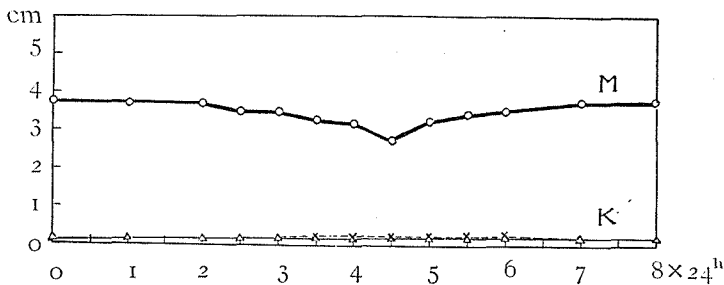


Abb. 30. Hemmungskurve der Keimlingsorgane von *Arundinella hirta* TANAKA, var. *ciliata* KOIDZ. Gemessen im Alter von 10 Tagen.

dieser Tribus ein ziemlich ähnliches Verhalten mit dem der systematisch am nächsten stehenden Tribus *Andropogonaceae*, insbesondere der Gattung *Sorghum*. Das Mesokotyl bei dieser Pflanze weist eher eine geringere Herabsetzung des Wachstums auf, während die Koleoptile und das Primärblatt eine auffallend hohe Wachstumsförderung erfahren können (ca. 73 bzw. 110 % der Kontrolle).

c) *Andropogonaceae*

(1) *Andropogon Sorghum* BROT. var. *vulgaris* HACK. Ernte: 1929, aus der Versuchsstation der Südmandschurischen Eisenbahngesellschaft.

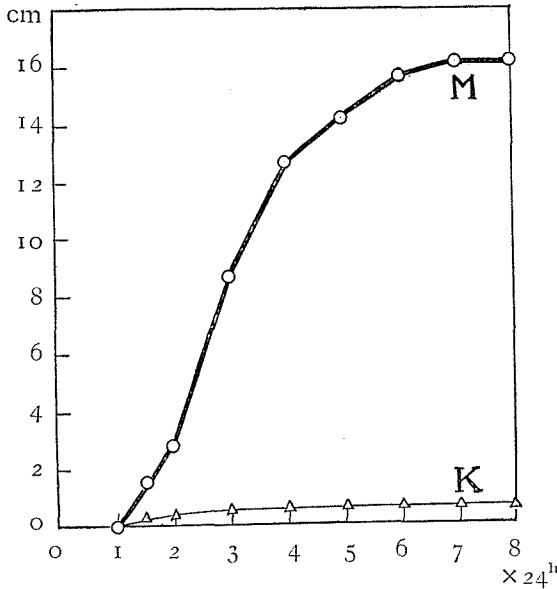


Abb. 31. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Andropogon Sorghum* Brot. var. *vulgaris* HACK. („Heisê-Shehyehung“).

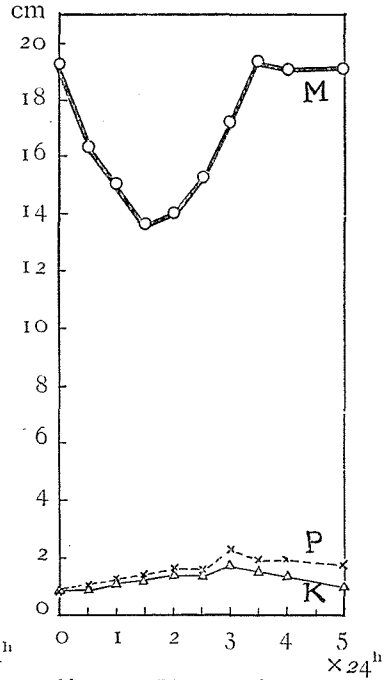


Abb. 32. Hemmungskurve der Keimlinge von *Andropogon Sorghum* Brot. var. *vulgaris* HACK. („Heisê-Shehyehung“). Gemessen im Alter von 6 Tagen.

Tabelle 14

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von *Andropogon Sorghum* Brot. var. *vulgaris* Hack. im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl						
Varietäten	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
„ Heisê.“	167.8 ± 4.1	7	137.6 ± 2.1	36	6 Tagen	29
„ Nien “	142.1 ± 3.9	7	137.1 ± 2.3	48	7 „	13
Koleoptile						
„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
„ Heisê.“	9.3 ± 0.3	7	17.6 ± 0.5	72	6 Tagen	91
„ Nien “	12.5 ± 0.4	7	21.7 ± 0.4	48	7 „	78
Primärblatt						
„	„	„	„	„	„	„
„ Heisê.“	9.5 ± 0.3	7	22.5 ± 1.6	72	6 Tagen	142
„ Nien “	12.4 ± 0.4	7	29.9 ± 2.8	84	7 „	143

Die mir zur Verfügung gestellten Samen, die aus der Landw. Versuchsstation in Kungchuling, Südmandschurei, stammten, wiesen nach der Keimung öfters eine Art Entwicklungsschädigung bei 30° auf, weshalb ich gezwungen war, die Keimlinge bei niedrigerer (25°) Temperatur heranwachsen zu lassen. Zur Verwendung kamen folgende vier Varietäten: „Heisê-Shehyenhung“ (黑色蛇眼紅), „Nien“ (粘) Nr. 2, „Hungku-Taishchyen“ (紅殼大蛇眼) und „Pai-Kaoliang“ (白高粱). Die zwei zuerst genannten Varietäten sind auch zum Hemmungsversuch benutzt worden. (Siehe Abb. 31 und 32).

(2) *Ischaemum antheplloides* MIQ. var. *riostachyum* HONDA. Ernte: 1931, aus der Kyoto-Provinz.

Die Keimlinge ergeben bei 30° nach Ablauf von 12 Tagen ein langes Mesokotyl mitsamt kürzerer Koleoptile und ebenso kleinem Primärblatt (Tab. 15).

(3) *Eccoilopus cotulifer* A. CAMUS. Ernte: 1931, aus der Kyoto-Provinz.

Trotzdem diese in Japan in grossen Mengen wild wachsende Spezies systematisch in die *Andropogonaceae* eingeschlossen ist, ist ihr Wachstumsmodus etwas verschieden, da das Mesokotyl kaum die Hälfte oder nur ein Drittel der Mesokotyllänge der *Sorghum*-Keimlinge erreicht und auch die Koleoptile entsprechend kurz bleibt (Tab. 15).

Alle vier Sippen von *Andropogon Sorghum* aus Mandschukuo keimen ganz energisch sowohl bei 30° als auch bei 25°, normale weitere Entwicklung konnte aber nur bei 25° erzielt werden. *Ischaemum* und *Eccoilopus* ergeben bei 30° eine genügende Zahl normaler Keimlinge.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das Dunkelwachstum dieser Pflanzengruppe enge Beziehungen zu dem der Paniceen, besonders der *Echinochloa*-Art, aufweist, die sich in einer auffälligen Verlängerung des Mesokotyls, einer kurzbleibenden Koleoptile und zugleich winzigem Primärblatt kundgeben, wie das bei *Andropogon*, *Ischaemum* und *Eccoilopus* der Fall war.

Sowohl die anatomischen Untersuchungen VAN TIEGHEMS (1872) wie mikrochemische Untersuchungen der Stärkekörner von HAYEK (1925) sprechen für die nahe Verwandtschaft dieser und der die *Echinochloa*-Art enthaltenden Tribus. Anschliessend daran findet sich eine sonderbare Spezies, *Eccoilopus*, die trotz ihrer Zugehörigkeit zu den *Andropogonaceae* in ausgeprägter Weise die Merkmale der *Agrostideae* aufweist.

Aus dem Verhalten bei Lichtwirkung von zwei untersuchten *Sorghum*-Rassen kann man schliessen, dass beide vor allen Dingen in bezug auf geringe Hemmung der Mesokotyl- und kräftige Förderung der Koleoptilen- und Primärblattentwicklung schön übereinstimmen.

Tabelle 15

Zusammenstellung der Wachstumsverhältnisse der Keimorgane der *Andropogoneae* im Dunkel und unter Lichtwirkung

Mesokotyl

Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>Sorghum</i>	167.8±4.1	7	137.6±2.1	36	6 Tagen	29
<i>Ischaemum</i>	202.8±6.0	12	164.1±4.0	132	12 „	18
<i>Eccoilopus</i>	70.4±2.2	11	56.8±3.2	96	11 „	19

Koleoptile

„	„	„	max. geförderte Endlänge in mm.	„	„	Förderungsprozent
<i>Sorghum</i>	9.3±0.3	7	17.6±0.5	72	6 Tagen	91
<i>Ischaemum</i>	10.5±0.6	12	14.2±0.6	72	12 „	27
<i>Eccoilopus</i>	2.3±0.1	11	3.1±0.1	108	11 „	35

Primärblatt

„	„	„	„	„	„	„
<i>Sorghum</i>	9.5±0.3	7	22.5±1.6	72	6 Tagen	142
<i>Ischaemum</i>	11.5±0.9	12	22.4±3.2	144	12 „	35
<i>Eccoilopus</i>	2.3±0.1	11	3.4±0.2	144	11 „	48

Die bei *Ischaemum* und *Eccoilopus* gefundenen Verhältnisse stehen sich auch nahe, denn die Reaktionsweise und -intensität dem Licht gegenüber ist bei allen drei Organen zweifellos schwächer als bei den *Sorghum*-Arten, speziell was den Förderungsgrad der Primärblatt- und Koleoptilenentwicklung anbetrifft; aber das Gesamtverhalten ist dem der *Sorghum*-Arten im grossen und ganzen ähnlich (siehe Tab. 15).

d) *Maydeae*

(1) *Coix Lachryma-Jobi* L. var. *frumentacea* MAK. Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Da *Coix* den hohen Temperaturen angepasst ist, ergeben sich bei 30° sehr gute Auskeimung und Wachstum der Keimorgane (Abb. 33 und 34).

(2) *Zea mays* L. (Glasiges Korn, Pop corn). Ernte: 1929, aus dem Versuchsgarten der Universität in Kyoto.

Bei 30° beginnt die Saatprobe schon nach einem Tag zu keimen (siehe Abb. 35 und 36).

Bei *Coix* erhält man eine etwas bessere Aufzucht der Keimlinge als bei *Zea*. Es gibt aber keinen wesentlichen Unterschied in dieser Beziehung. Die Keimlinge von *Coix* zeigen eine Ähnlichkeit einerseits

Tabelle 16

Zusammenstellung des im Dunkel und unter Lichtwirkung ausgeführten Wachstums der Keimorgane der *Maydeae*

Mesokoty]

Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. gehemmte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Hemmungsprozent
<i>Coix</i>	239.7 ± 4.8	12	126.3 ± 2.3	48	8 Tagen	36
<i>Zea</i>	214.2 ± 6.1	8	113.7 ± 3.3	48	6 „	42

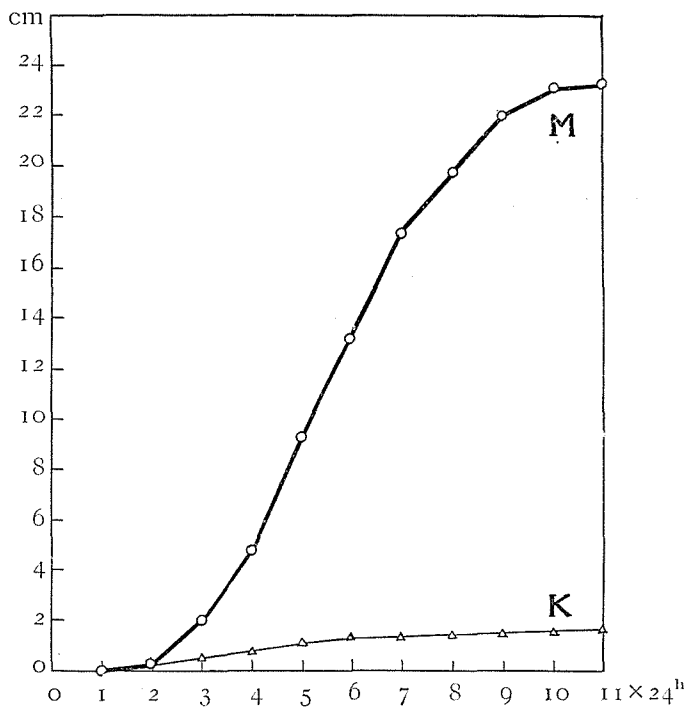


Abb. 33. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Coix Lachryma-jobi* L.

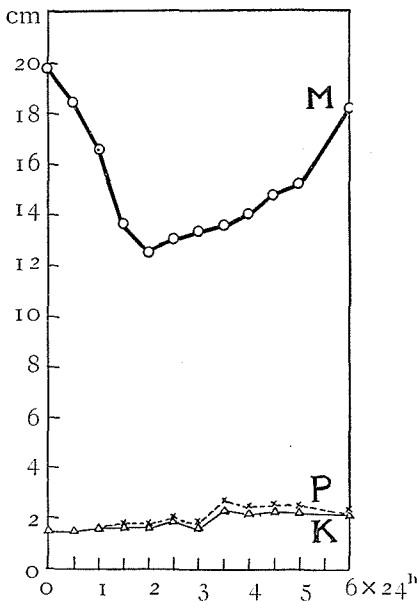


Abb. 34. Hemmungskurve der Keimlinge von *Coix Lachrym-jobi* L. Gemessen im Alter von 8 Tagen.

mit *Echinochloa* aus den *Panicaceae* und andererseits mit *Sorghum* aus den *Andropogoneae*, von der absoluten Grösse der Mesokotylstreckung abgesehen, die weit grössere Ausmasse zeigt, da die Mesokotylendlänge ca. 1.5 mal der von *Sorghum* oder *Echinochloa* beträgt. Die Koleoptile und das Primärblatt pflegen sich dementsprechend auch sehr kräftig zu entwickeln.

Die *Zea*-Arten zeigen auch eine beträchtliche Streckung des Mesokotyls, wie die *Coix*-Arten, aber die Koleoptile und besonders das Primärblatt entfalten sich viel lebhafter, weshalb die gesamten Entwicklungskurven etwas von denen von *Coix* verschieden sind.

Das gesamte Dunkelwachstum der *Zea*-Arten ist demzufolge mehr

Tabelle 16 (Fortsetzung)

Zusammenstellung des im Dunkel und unter Lichtwirkung ausgeführten Wachstums der Keimorgane der *Maydeae*

Koleoptile						
Gattungen	Endlänge im Dunkel in mm.	Alter in T.	max. geförderte Endlänge in mm.	Alter, in dem die Belichtung einsetzt, in Std.	Gemessen im Alter von	Förderungsprozent
<i>Coix</i>	16.6 ± 0.5	12	22.9 ± 0.4	84	8 Tagen	60
<i>Zea</i>	51.8 ± 1.4	8	49.8 ± 1.8	48	6 „	5
Primärblatt						
„	„	„	„	„	„	„
<i>Coix</i>	17.3 ± 0.5	12	26.4 ± 0.8	84	8 Tagen	85
<i>Zea</i>	103.7 ± 4.9	8	104.1 ± 4.0	84	6 „	43

oder weniger mit dem der *Avena*- oder *Lolium*-Arten ähnlich, die absoluten Werte fallen freilich viel grösser aus.

Wie das Dunkelwachstum von Koleoptile und Primärblatt bei

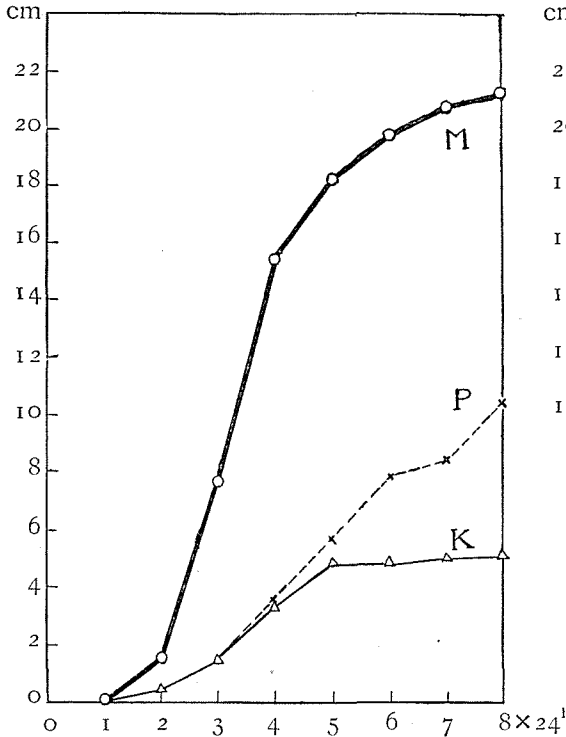


Abb. 35. Wachstumskurve etiolierter Keimlinge von *Zea mays* L.

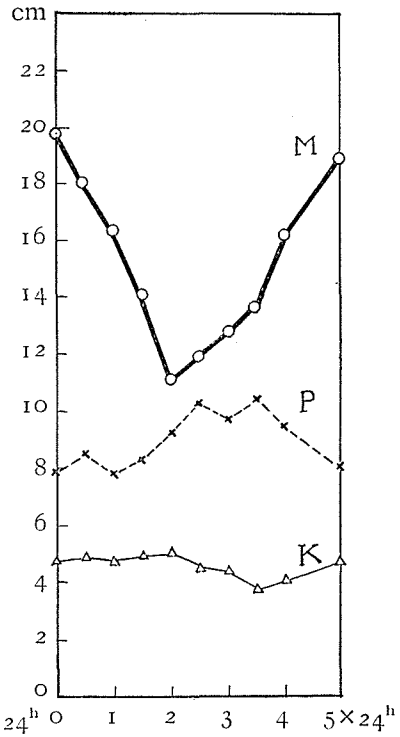


Abb. 36. Hemmungskurve der Keimlinge von *Zea mays* L. Gemessen im Alter von 6 Tagen.

Zea und *Coix* ziemlich verschieden ist, weichen auch die beiden Gattungen in der Reaktionsfähigkeit dem Lichtreiz gegenüber nicht wenig voneinander ab. Wenn auch das Mesokotyl sich ziemlich lang im Dunkel strecken kann, zeigt es indessen eine viel stärkere Wachstumshemmung durchs Licht, falls man die Befunde bei den *Panicaceae* oder *Andropogoneae* zum Vergleich heranzieht.

Noch deutlicher und auffallender zeigt die *Coix*-Gattung Förderung des Koleoptilen- und Primärblattwachstums durch das Licht, während die *Zea*-Gattung nur eine sehr dürftige Förderung der Koleoptilenentwicklung aufweist, auf die eine geringe Hemmung folgt (Vgl. Abb. 34 u. 36).

Diskussion

Unter bestimmten Versuchsbedingungen, vor allem in bestimmten Temperatur-, Licht- und Ernährungsverhältnissen, zeigen die Keimorgane der Gramineen in ziemlich ausgeprägter Weise artspezifischen

Wachstumsverlauf. Der Grad der Übereinstimmung der Wachstumskurven steht in der Regel in Einklang mit dem systematischen Verwandtschaftsgrad. Im folgenden sollen die allgemeinen Ergebnisse meiner Untersuchungen zusammenfassend besprochen werden.

I Endlänge der Keimorgane im Dunkel

In Tab. 17 sind die Endlängen der einzelnen Organe von 6 bis 12 Tage lang im Dunkel gehaltenen Keimlingen vergleichshalber zusammengestellt. Auf Grund dieser Zusammenstellung und der in Abb. 37 gegebenen graphischen Darstellung wollen wir nun die Verhältnisse der einzelnen Tribus summarisch besprechen.

Die Keimlinge einiger Reisvarietäten aus den Tropen haben ein langes Mesokotyl mit ebenso langen Koleoptile und Primärblatt, während die aus Japan ein ganz kurzes Mesokotyl mit etwas längerer Koleoptile ausbilden. Die ersteren verhalten sich ähnlich wie *Zizania aquatica* L. und *Leersia oryzoides* Sw., die echten Wasserpflanzen unter den *Oryzaceae* (vgl. SARGANT und ARBER, 1915), während die letzteren eher den *Bromus*-Arten aus der Tribus *Festuceae* nahestehen.

Die typischen *Hordeaceae*, *Hordeum*, *Triticum* und *Secale*, bilden praktisch kein Mesokotyl aus, während die anderen zwei Organe im Gegensatz dazu ein riesiges Wachstum aufweisen. Die Gattung *Lolium* nimmt eine Sonderstellung unter den *Hordeaceae* ein, da sie ein ziemlich langes Mesokotyl mit einer korrelativ etwas verkürzten Koleoptile besitzt, was man weder bei *Hordeum* noch bei *Triticum* beobachten kann.

Das Mesokotyl von *Bromus* streckt sich ganz wenig, wie bei japanischen Varietäten von *Oryza* oder den typischen *Hordeaceae*, während die anderen zwei Organe sich auffallend üppig zu entwickeln pflegen. Darum möchte ich mit NÄGELI (1878) *Bromus* als eine isolierte Gruppe betrachten.

In der Tribus *Festuceae* weisen die *Festuca*-, *Eragrostis*- und *Dactylis*-Arten im allgemeinen ein mittelmässiges Wachstum des Mesokotyls auf, während die Koleoptile und das Primärblatt ihr Wachstum früh einstellen und kurz bleiben.

Die *Avena*-Gattung stellt ein typisches Beispiel von kräftiger Entwicklung aller drei Organe dar, wobei die Koleoptile in der Endlänge nur um ein geringes hinter dem Mesokotyl zurückbleibt. Bemerkenswert ist das Verhalten der *Arrhenatherum*-Keimlinge. Es scheint mir, dass diese Gattung einerseits mit den *Festuceae* und andererseits mit den *Chlorideae* nahverwandt sei, denn sowohl die Koleoptile als auch das Primärblatt weisen eine bedeutend kürzere Endlänge als bei *Avena* auf,

Tabelle 17

Pflanzennamen	Mesokotyl in mm.	Koleoptile in mm.	Primärblatt in mm.	Gemessen im Alter von
<i>Oryza sativa</i> („Asahi“)	4.1±0.2	39.1±0.7	37.6±0.5	7 Tagen
<i>Oryza sativa</i> („Ohata-Wase“)	14.3±0.5	31.7±1.2	31.8±1.2	7 „
<i>Oryza sativa</i> („Riz flot.“)	39.0±2.1	37.6±1.1	51.3±1.8	7 „
<i>Lolium multiflorum</i>	63.9±1.6	20.3±1.0	23.2±1.3	6 „
<i>Lolium perenne</i>	56.2±1.2	19.9±0.8	20.5±0.9	6 „
<i>Hordeum vulgare</i>	. . . .	60.3±0.8	138.0±4.8	6 „
<i>Triticum sativum</i>	. . . .	84.2±0.8	171.2±3.8	6 „
<i>Secale cereale</i>	. . . .	67.9±1.2	147.6±5.0	5 „
<i>Bromus unioloides</i>	2.9±0.5	40.3±0.6	58.7±5.4	8 „
<i>Festuca elatior</i>	32.7±1.0	15.5±0.7	15.7±0.8	7 „
<i>Festuca rubra</i>	28.3±1.7	6.0±1.1	6.6±1.5	10 „
<i>Eragrostis ferruginea</i>	33.0±0.5	3.1±0.1	4.9±0.5	9 „
<i>Dactylis glomerata</i>	34.7±0.6	10.8±0.3	15.5±0.9	9 „
<i>Avena abyssinica</i>	68.0±1.2	41.1±1.5	98.5±4.5	8 „
<i>Avena strigosa</i>	41.3±0.5	35.5±0.5	100.7±2.3	8 „
<i>Avena byzantina</i>	76.4±1.3	48.3±0.7	88.6±3.4	8 „
<i>Arrhenatherum elatius</i>	54.1±1.2	13.0±1.2	14.4±1.6	10 „
<i>Eleusine Coracana</i>	62.1±1.8	5.4±0.2	13.2±0.8	6 „
<i>Eleusine indica</i>	60.4±0.9	2.2±0.1	2.2±0.1	9 „
<i>Agrostis palustris</i>	30.0±0.5	2.0±0.1	2.0±0.1	6 „
<i>Sporobolus elongatus</i>	37.1±0.4	3.6±0.1	3.6±0.1	10 „
<i>Phleum pratense</i>	29.4±0.5	9.3±0.3	11.5±0.8	6 „
<i>Alopecurus pratensis</i>	26.5±0.7	17.2±0.5	33.0±1.6	10 „
<i>Pennisetum typhoideum</i>	88.3±1.5	17.7±0.7	48.7±0.4	6 „
<i>Pennisetum japonicum</i>	32.0±0.6	15.0±0.3	30.2±0.7	9 „
<i>Setaria italica</i>	101.3±2.3	3.4±0.1	3.4±0.1	7 „
<i>Setaria lutescens</i>	89.5±1.7	2.4±0.1	2.4±0.1	6 „
<i>Panicum miliaceum</i>	138.2±1.9	5.2±0.1	5.2±0.1	8 „
<i>Panicum bisulcatum</i>	59.2±1.1	2.1±0.0	2.1±0.0	8 „
<i>Echinochloa Crus-galli</i>	161.7±2.6	5.5±0.2	5.5±0.2	8 „
<i>Syntherisma sanguinalis</i>	97.0±1.9	2.0±0.0	2.0±0.0	7 „
<i>Ischaemum antheplloides</i>	202.8±6.0	10.5±0.6	11.5±0.9	12 „
<i>Sorghum</i> („Heisè-Shehyen.“)	167.8±4.1	9.3±0.3	9.5±0.3	7 „
<i>Sorghum</i> („Nien“, Nr. 2)	142.1±3.9	12.5±0.4	12.4±0.4	7 „
<i>Arundinella anomala</i>	37.5±1.5	1.5±0.1	1.5±0.1	11 „
<i>Ecoitopus cotulifer</i>	44.6±1.4	2.3±0.1	2.3±0.1	11 „
<i>Coix Lachryma-jobi.</i>	239.7±4.8	16.6±0.5	17.3±0.5	12 „
<i>Zea mays</i>	214.2±6.1	51.8±1.4	103.7±4.9	8 „

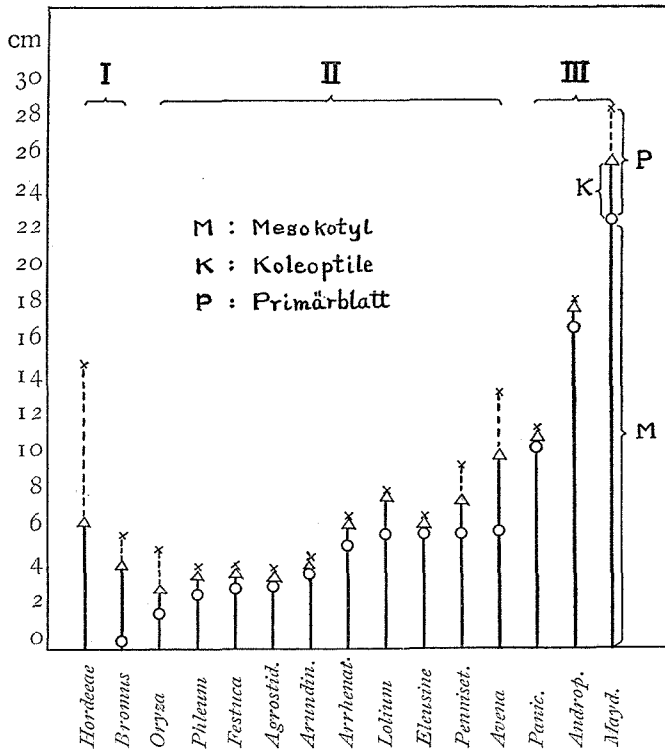


Abb. 37. Die drei Gruppen der *Gramineae* je nach der Mesokotylendlänge im Dunkel.

nämlich nur $\frac{1}{3}$ bzw. $\frac{1}{4}$ der entsprechenden *Avena*-Organe. Soweit das Dunkelwachstum allein in Betracht gezogen wird, steht *Arrhenatherum* den beiden genannten Tribus näher als *Avena*. Als Vertreter der *Chlorideae* standen mir zwei *Eleusine*-Arten zur Verfügung. Die Hauptmerkmale der Entwicklung ihrer Keimorgane sind im grossen und ganzen denen bei *Arrhenatherum* oder bei den zunächst zu erörternden *Agrostidae* ähnlich, was mit ihrer benachbarten Stellung im System in Einklang steht.

Bei der Tribus *Agrostoidae* sieht man ein besseres Wachstum des Mesokotyls als bei den *Phlecae*, obwohl die Koleoptile sich umgekehrt verhält.

Ausserordentlich starkes Wachstum des Mesokotyls findet man erst bei der allerletzten Unterfamilie, den *Panicoideae*, unter denen zumal die *Maydeae* die bei weitem längste Streckung dieses Organs zeigen. Die Koleoptile und das darin eingeschlossene Primärblatt zeigen eine kaum nennenswerte Entfaltung, insbesondere bei den *Paniceae*. *Zea mays* weist jedoch eine merkliche Entwicklung dieser beiden Organe auf.

Sofern es sich um das Dunkelwachstum der einzelnen Keimorgane verschiedener *Gramineae*-Arten handelt, lassen sich drei Gruppen betreffs der drei Organe unterscheiden, nämlich I: kein Mesokotyl und grösste Streckung von Koleoptile wie Primärblatt (*Hordeae*); II: mittelmässiges Wachstum von Mesokotyl und diesem etwas nachstehendes Wachstum von Koleoptile wie Primärblatt (*Oryzae*, *Phlecae*, *Festuceae*, *Agrostidaceae*, *Chloridaceae* und *Aveneae*) und endlich III: riesiges Wachstum von Mesokotyl und sehr geringe Entfaltung von Koleoptile wie Primärblatt (*Panicaceae*, *Andropogoneae* und *Maydeae*), vgl. SCHROEDER (1910), VAN TIEGHEM (1872) u. a. *Bromus* kommt zwischen I und II zu stehen, während *Arundinella* und *Eccoilopus*, eine Mittelstellung in der zweiten Gruppe einnehmen, trotzdem sie in der Systematik zu den *Panicoideae* gestellt werden. Solche zwischenliegenden Formen bedürfen noch ausführlicherer Untersuchungen. Diese Verhältnisse findet man in der graphischen Darstellung der Abb. 37 übersichtlich zusammengestellt.

II Entwicklungsverhältnisse des Mesokotyls und der Koleoptile bei etiolierten Keimlingen

Die absoluten Endlängen etiolierter Keimorgane weisen je nach den Spezies, Gattungen oder Tribus einen auffallenden Unterschied auf, wie man oben gesehen hat. Stellt man den Quotienten Mesokotyl/(Mesokotyl+Koleoptile) in Prozenten dar und reiht die Spezies nach dessen Grössenordnung ein, dann zerfällt die Quotientenkurve in drei Teile, und die Verwandtschaftsbeziehungen kommen ziemlich deutlich zum Ausdruck. Wie man sieht (vgl. Tab. 18), gruppieren sich die untersuchten Arten in überzeugender Weise in vier Unterfamilien (*Oryzoideae*, *Poacoidae*, *Agrostoidae* und *Panicoideae*), ähnlich wie in der systematischen Klassifikation HONDAS (1930); eine völlige Übereinstimmung ist natürlich kaum zu erwarten.

Die typischen *Hordeae* zeigen, wie ich oben ausgeführt habe, so gut wie keine Mesokotylentwicklung, wodurch sie als eine von den anderen ganz abweichende Gruppe gekennzeichnet sind. Sie stellen den ersten Typus dar.

Zum zweiten Typus gehört zunächst *Bromus unioloides* (ca. 7%). Auf ihn folgt *Oryza sativa* „Asahi“, für die der Quotient etwa 9% beträgt.

Dann lenkt besondere Aufmerksamkeit auf sich das Wachstumsverhalten im Dunkel der *Lolium*-Arten, welche systematisch zu den *Hordeae* gehören; auf Grund des prozentualen Wertes des Quotienten

Tabelle 18

Prozentuale Darstellung der Mesokotylentwicklung im Vergleich
mit dem ganzen Sprosse: Mes./Mes.+Kol.

Prozentsatz	Typus	Pflanzennamen
0	I	<i>Hordeum vulgare</i> L.
0	I	<i>Triticum sativum</i> L.
0	I	<i>Secale cereale</i> L.
7	II	<i>Bromus unioloides</i> HUMB.
9	II	<i>Oryza sativa</i> L. („Asahi“)
28	II	<i>Oryza sativa</i> L. („Ohata-Wase“)
48	II	<i>Avena sativa</i> L. („Clydesdale“)
51	II	<i>Oryza sativa</i> L. („Riz flottant“)
54	II	<i>Avena strigosa</i> SCHREB.
61	II	<i>Alopecurus pratensis</i> L.
61	II	<i>Avena byzantina</i> C. KOCH.
62	II	<i>Avena abyssinica</i> HOCHST.
68	II	<i>Pennisetum japonicum</i> TRIN.
70	II	<i>Festuca elatior</i> L.
73	II	<i>Lolium multiflorum</i> LAM.
74	II	<i>Lolium perenne</i> L.
76	II	<i>Phleum pratense</i> L.
76	II	<i>Dactylis glomerata</i> L.
80	II	<i>Festuca rubra</i> L.
81	II	<i>Zea mays</i> L.
81	II	<i>Arrhenatherum elatius</i> MERT.
82	II	<i>Panicum miliaceum</i> L.
83	II	<i>Pennisetum typhoideum</i> RICH.
90	III	<i>Andropogon Sorghum</i> BROT. („Heisê-Shehyehung“)
90	III	<i>Sporobolus elongatus</i> R. BR.
91	III	<i>Eragrostis ferruginea</i> BEAUV.
92	III	<i>Andropogon Sorghum</i> BROT. („Nien“ Nr. 2)
92	III	<i>Eleusine Coracana</i> GAERTN.
94	III	<i>Panicum bisulcatum</i> THUNB.
94	III	<i>Coix Lachryma-Jobi</i> L.
94	III	<i>Agrostis palustris</i> AUDS.
95	III	<i>Ischaemum antheplloides</i> MIQ.
95	III	<i>Eccoilopus cotulifer</i> A. CAMUS.
96	III	<i>Echinochloa Crus-galli</i> BEAUV.
96	III	<i>Eleusine indica</i> GAERTN.
96	III	<i>Arundinella hirta</i> TANAKA, var. <i>ciliata</i> KOID.
97	III	<i>Setaria italica</i> BEAUV.
97	III	<i>Setaria lutescens</i> HUBB.
98	III	<i>Syntherisma sanguinalis</i> DUL.

aber, der sehr hoch ist, nämlich 73 bzw. 74% für die beiden untersuchten Arten beträgt, muss diese Gattung zum zweiten Typus gestellt

werden. Sie scheint demnach weniger verwandt zu sein mit den übrigen *Hordeaceae* als diese untereinander.

Bei *Phleum pratense* unter den *Agrostoidaceae* weist das Mesokotylwachstum auch einen Wert von etwa 76% auf, deshalb müsste es nicht zum dritten Typus, sondern zum zweiten gestellt werden. Fast dieselben Beziehungen zeigen die *Pennisetum*-Arten (d. h. 68 bzw. 83%) und *Zea mays* (81%).

Zwischen dem zweiten und dem dritten Typus gibt es keine merkliche Abgrenzung der Wachstumsprozentsätze, zum letzteren gehören aber die meisten *Panicoidaceae*, deren Mesokotylentwicklung im endgültigen Zustande mehr als 90% beträgt. In der dritten Gruppe finden sich zunächst *Sorghum*-Varietäten (90%), dann die *Eragrostis*- und zwei *Eleusine*-Arten, die wieder nicht zu den *Panicoidaceae* gehören und daher eine Übergangsstufe darstellen.

III Wachstumsverhalten der belichteten Keimorgane

(a) Endlängenverhältnisse beim belichteten und etiolierten Mesokotyl

Um nun den Hemmungsgrad der Mesokotylentwicklung bei Belichtung vergleichshalber auszudrücken, habe ich folgende Formel aufgestellt: $H = \frac{k-h}{k} \times 100$, wobei H Hemmungsprozent, k Endlänge der Kontrolle und h Endlänge bei den im reizbarsten Alter belichteten Keimlingen bedeutet.

Ferner werden diese Verhältnisse bei anderen Organen mitsamt dem Alter der Keimlinge, in dem ihre Endlänge am stärksten beeinflusst wird, je nach der systematischen Stellung, tabellarisch aufgeführt (Tab. 19).

Um die stärkste Einwirkung des Lichtes, zumal auf das Mesokotylwachstum zu illustrieren, dessen Mass freilich in Endlängenwerten angegeben werden muss, bringe ich das Schema in Abb. 38. Nach der Höhe der prozentualen Werte ordnen sich die untersuchten Arten in drei Gruppen wie folgt. In den Vordergrund treten die *Hordeaceae* (*Hordeum*, *Triticum* und *Secale*) als die erste Gruppe, mit 0 als Prozentsatz der Wachstumshemmung. Die übrigen *Gramineae*-Arten ergeben eine Reihe von Hemmungsprozenten, die eine ungefähre umgekehrte Reihenfolge zeigen als HONDAS systematische Gruppierung. Zur zweiten Gruppe (10-45%) gehören *Arundinella*, *Eccoilopus*, *Ischaemum*, *Sorghum*, *Syntherisma*, *Setaria*, *Echinochloa*, *Panicum*,

Tabelle 19

Der grösste Prozentsatz der Wachstumshemmung (H) sowie Förderung (F) von belichteten Keimorganen

Arten bzw. Varietäten	Mesokotyl		Koleoptile		Primärblatt		Gemessen im Alter (Tage)
	(H)	Tage	(F)	Tage	(F)	(H) Tage	
<i>Oryza</i> („Asahi“)	77	2	0 0	67 3	0 0	32 3	6
<i>Oryza</i> („Ohata“)	88	2.5	0 0	39 4	0 0	14 4	6
<i>Oryza</i> („Riz flot.“)	83	3.5	0 0	42 3.5	20 2	12 4	6
<i>Lolium multifl.</i>	72	2	22 3	0 0	63 3	0 0	6
<i>Lolium perenne</i>	77	2	8 1.5	0 0	29 4	0 0	7
<i>Hordeum vulgare</i>	0 0	0 0	0 0	26 3	30 3.5	0 0	7
<i>Triticum sativum</i>	0 0	0 0	0 0	30 2.5	14 3	0 0	5
<i>Secale cereale</i>	0 0	0 0	0 0	26 2.5	0 0	15 4	6
<i>Bromus unioloid.</i>	100	2.5	5 0.5	27 4	16 5	14 1.5	6
<i>Festuca elatior</i>	68	2.5	73 3	0 0	77 4	0 0	6
<i>Festuca rubra</i>	42	4.5	37 4.5	0 0	87 6	0 0	9
<i>Eragrostis ferr.</i>	38	3	38 2.5	0 0	170 3.5	0 0	7
<i>Dactylis glomer.</i>	57	3.5	30 4	0 0	82 4	0 0	8
<i>Avena abyssinica</i>	60	3	0 0	17 4.5	47 3.5	0 0	6
<i>Avena strigosa</i>	52	3	0 0	25 4	22 4	0 0	6
<i>Avena byzantina</i>	82	2	12 1.5	35 4.5	57 1.5	0 0	7
<i>Arrhenatherum</i>	46	4	80 4	0 0	100 4	0 0	9
<i>Eleusine Coraca.</i>	54	2	52 2	0 0	408 3	0 0	5
<i>Eleusine indica</i>	37	2.5	44 3	0 0	179 3.5	0 0	7
<i>Agrostis palust.</i>	61	2	91 2.5	0 0	256 2.5	0 0	6
<i>Sporobolus elon.</i>	68	3.5	60 3.5	0 0	369 3.5	0 0	9
<i>Phleum pratense</i>	54	2	75 2.5	0 0	135 2.5	0 0	6
<i>Alopecurus prat.</i>	60	3.5	11 3.5	0 0	73 4.5	0 0	9
<i>Pennisetum typh.</i>	64	1.5	5 1	13 3	91 1.5	0 0	5
<i>Pennisetum jap.</i>	38	2.5	0 0	17 4	11 4	0 0	7
<i>Setaria italica</i>	20	2	26 2	0 0	26 2	0 0	5
<i>Setaria lutes.</i>	22	2	29 3.5	0 0	29 3.5	0 0	6
<i>Panicum miliac.</i>	39	2.5	46 2	0 0	142 2	0 0	6
<i>Panicum bisul.</i>	20	4	29 5	0 0	29 5	0 0	7
<i>Echinochloa Crus.</i>	30	1.5	43 1.5	0 0	46 1.5	0 0	7
<i>Syntherisma sang.</i>	14	2.5	10 2	0 0	20 3.5	0 0	6
<i>Arundinella lirt.</i>	21	4.5	63 5	0 0	109 6	0 0	10
<i>Sorghum</i> („Heisê.“)	29	1.5	91 3	0 0	142 3	0 0	6
<i>Sorghum</i> („Nien“)	13	2	78 3	0 0	143 3.5	0 0	7
<i>Ischaemum anthe.</i>	18	5.5	29 3	0 0	35 6	0 0	12
<i>Eccoilopus cot.</i>	19	4	35 4.5	0 0	48 6	0 0	11
<i>Coix Lachryma.</i>	36	2	60 3.5	0 0	85 3.5	0 0	8
<i>Zea mays</i>	42	2	5 2	19 3.5	43 3.5	0 0	10

Pennisetum, *Coix*, *Zea*, *Eleusine*, *Eragrostis* und *Festuca*. Zur dritten Gruppe (45–100%) *Dactylis*, *Avena*, *Arrhenatherum*, *Eleusine* (*E. Coracana*); *Phleum*, *Festuca* (*F. elatior*), *Agrostis*, *Sporobolus*, *Lolium*, *Oryza* und *Bromus*.

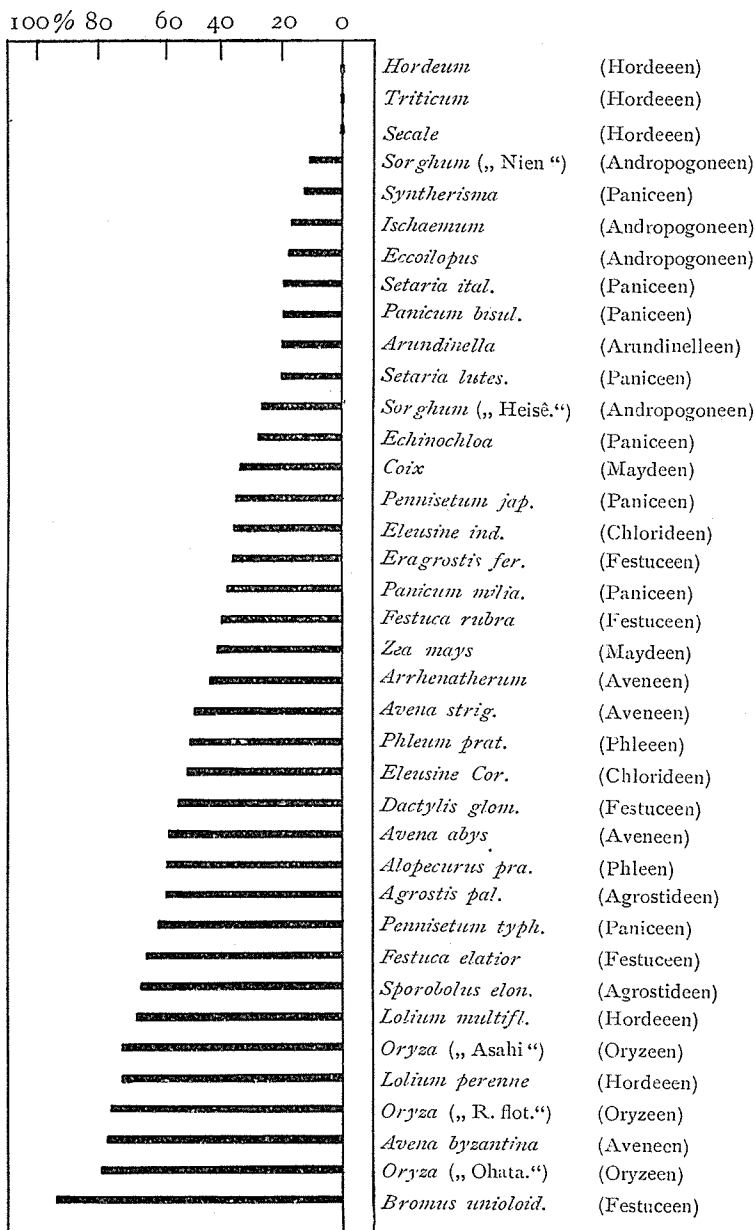


Abb. 38. Der Prozentsatz der Wachstumshemmung beim Mesokotyl.

Hieraus folgt, dass die ein langes Mesokotyl ausbildenden Tribus, wie die *Paniceae* oder *Andropogoneae*, für ihren Keimungsmodus eine sehr intensive Lichtdosierung brauchen, um sich in normaler Weise zu

entwickeln ; ihr Längenwachstum wird durch die üblichen Lichtmengen, die ich stets gegeben habe, bloss um 10 bis 30%, höchstens nur um 45% ihrer Endlänge herabgesetzt. Zwischen langes und kurzes Mesokotyl besitzenden Spezies gibt es Übergänge, die im grossen und ganzen auch in der systematischen Gruppierung als solche zu erkennen sind. Die Gattungen *Avena*, *Phleum*, *Lolium* und *Oryza* weisen ca. 45%- bis 88%ige Wachstumshemmung auf (Abb. 38 und Tab. 19).

Was nun die Einwirkung des Lichtes auf die Koleoptillenlänge anbelangt, so zeigen *Oryza* und *Hordeum* als Ausnahmefälle eine Wachstumshemmung. Die Hemmungsgrössen für die Koleoptile findet man in Tab. 19, Zeile 4. Bei den übrigen Arten tritt meistens eine Beschleunigung auf (5 bis 91 %).

Hemmende Wirkung des Lichtes auf das Primärblatt kommt allerdings sehr selten vor, so z. B. bei *Oryza*, *Sccale* und *Festuca*. Die beschleunigenden Faktoren wirken hingegen noch intensiver als auf die Koleoptile (die grösste Beschleunigung, nämlich 90 % findet man bei *Eleusine Coracana*, durchschnittlich indes sieht man ca. 40.8 % in 35 Fällen).

(b) Stadium, in dem die Keimorgane dem Lichtreiz gegenüber am empfindlichsten sind

Im allgemeinen schwanken die Zeitpunkte, in denen das Wachstum am leichtesten durch das Licht beeinflussbar ist, innerhalb enger Grenzen. Für das Mesokotyl wurde dieses Stadium bei sämtlichen untersuchten Gramineenkeimlingen wie folgt gefunden.

Tabelle 20

Zahl der Tage, nach deren Ablauf das empf. Stadium einsetzt	Zahl der Fälle	Zahl der Tage, nach deren Ablauf das empf. Stadium einsetzt	Zahl der Fälle
1.5	3	4.0	3
2.0	12	4.5	2
2.5	7	5.0	0
3.0	3	5.5	1
3.5	4		

Aus den obigen Zahlen kann man folgern, dass das Stadium der grössten Empfindlichkeit bei den weitaus meisten der 35 untersuchten Gramineenarten bei 30° 2 bis 2.5 Tage nach dem Aussäen einsetzt.

Die korrelative Wachstumsförderung tritt bei der Koleoptile durchschnittlich ca. 6 Stunden später ein als die Wachstumshemmung des Mesokotyls, zuweilen aber simultan.

Bei dem Primärblatt zeigt sich die grösste Wachstumsbeschleunigung durchschnittlich am dritten Tage nach dem Aussäen, also einen Tag später als die Mesokotylhemmung. In dieser Hinsicht stellt auch die Koleoptile eine Übergangsstufe zwischen dem Mesokotyl und dem Primärblatt dar.

Die Keimorgane weisen in dem lichtempfindlichsten Stadium, sowohl bei Hemmung (Mesokotyl) wie auch Förderung (Koleoptile u. Primärblatt) des Wachstums, keine bestimmten Gattungs- bzw. Tribusmerkmale auf. Das heisst, jede Spezies für sich zeigt wohl in diesem Stadium ein charakteristisches Verhalten, die gefundenen Werte schwanken aber in ziemlich auffälliger Weise innerhalb einer Gattung bzw. Tribus von Spezies zu Spezies (vgl. z. B. die *Avena*-Gattung, Tab. 19).

(c) Weitere Streckung des Mesokotyls nach der Lichteinwirkung

Die Untersuchungen ergaben, dass die Streckung des Mesokotyls durch Belichtung zuerst mehr oder minder gehemmt wird, später aber wieder hergestellt werden kann. Wieviel des wiedererlangten Längenwachstums der Zellteilung bzw. -streckung zuzuschreiben ist, ist von Art zu Art bzw. von Gattung zu Gattung, eventuell auch von Fall zu Fall, verschieden (HAMADA, 1931); jedenfalls zeigt aber die weitere Streckung nach Belichtung auch spezifischen Charakter! Tab. 21 stellt die Verlängerungsprozente der untersuchten Arten in aufsteigender Reihenfolge dar.

Völlige Einstellung des Wachstums zeigt *Agrostis palustris*, die mit ihr nahverwandte Spezies *Sporobolus elongatus* streckt sich nur um 30%, und die den Agrostoiden nahestehenden zwei *Elcusine*-Arten um 54 bzw. 81%; *Avena strigosa* verlängert sich nur um 9% und stellt als *Avena*-Art einen Ausnahmefall dar.

Es ist zu ersehen, dass die Pflanzen, die auf das Licht weniger empfindlich reagieren oder die Mesokotylstreckung energischer fortsetzen können, etwa 1 bis 4 mal so lang werden, wie sie im Stadium der grössten Empfindlichkeit waren. Dies wurde bei 6 Paniceen, 4 Festuceen, 2 Aveneen u. a. festgestellt. Die sich lebhaft streckenden Arten, wie z. B. *Zea*, *Coix*, *Andropogon* usw. setzen im Dunkel ihre

Tabelle 21

Die späteren Streckungsverhältnisse der im reizbarsten Stadium kurz belichteten Mesokotyle: max. gehemmte Endlänge/Länge im Zeitpunkt der grössten Lichtempfindlichkeit

Spezies bzw. Varietäten	Prozentsatz	Länge im Zeitpunkt der grössten Empfindlichkeit	Alter in Std.	Endgültige Länge	Alter in Tagen
<i>Agrostis pal.</i>	0	12.0 mm.	48	12.0 mm.	6
<i>Avena strig.</i>	9	19.3	96	21.0	6
<i>Sporobolus el.</i>	30	9.0	84	11.7	9
<i>Eleusine Cor.</i>	54	20.8	48	32.2	5
<i>Panicum nullia.</i>	55	41.0	60	63.6	6
<i>Eleusine ind.</i>	81	18.0	60	32.5	7
<i>Panicum bisul.</i>	102	23.1	96	46.6	7
<i>Alopecurus prat.</i>	124	4.8	84	10.6	9
<i>Avena abyssin.</i>	125	11.9	72	26.8	6
<i>Syntherisma san.</i>	137	34.0	60	80.7	6
<i>Arundinella hir.</i>	146	12.0	108	39.5	10
<i>Setaria lutes.</i>	178	25.0	48	69.6	9
<i>Pennisetum typh.</i>	181	11.0	36	30.9	5
<i>Setaria italica</i>	215	23.4	48	73.7	5
<i>Dactylis glom.</i>	236	4.5	84	15.1	8
<i>Eragrostis ferr.</i>	242	5.9	72	20.2	7
<i>Festuca rubra</i>	305	4.0	108	16.2	9
<i>Lolium multifl.</i>	322	4.1	48	17.3	6
<i>Oryza</i> („Ohata-Wase“)	325	0.4	96	1.7	6
<i>Pennisetum jap.</i>	338	4.5	60	19.7	7
<i>Arrhenatherum el.</i>	390	6.0	96	29.4	9
<i>Festuca elatior</i>	414	1.4	72	8.0	6
<i>Eccoilopus cotul.</i>	416	11.0	96	56.8	11
<i>Zea mays</i>	624	15.7	48	113.7	6
<i>Lolium perenne</i>	706	1.7	48	13.7	7
<i>Echinochloa Crus.</i>	909	11.6	36	117.0	7
<i>Sorghum</i> („Nien“)	1193	10.6	48	137.1	7
<i>Avena byzantina</i>	1363	0.8	48	11.7	7
<i>Sorghum</i> („Heisê.“)	2193	6.0	36	137.6	6
<i>Coix Lachryma.</i>	4952	2.5	48	126.3	8

Entwicklung so energisch fort, dass sie wenigstens mehr als 6 mal, im extremen Fall 49.5 mal so lang werden. Diese Streckung dürfte wohl genügend sein, um die einstweilig gehemmte Mesokotylausbildung wieder in Gang zu setzen.

Man sieht, dass die kürzeren Mesokotyl aufweisenden Arten in der Regel durch Belichtung stärker beeinflusst werden, während die längeren Mesokotyl bildenden am geringsten vom Lichtreiz beeinflusst zu werden pflegen.

Zusammenfassung

(1) In der Art und Weise des Mesokotylwachstums liegen zweifellos zuverlässige Art- und Gattungsmerkmale, während die Koleoptile und das Primärblatt sich in ihrem Wachstum weniger charakteristisch verhalten.

(2) Bei *Oryza sativa* zeigt sich bei verschiedenen Varietäten ein grosser Unterschied in der Endlänge des Mesokotyls. Das Verhalten der anderen zwei Organe ist indessen in hohem Grade artspezifisch.

(3) Die gewöhnlichen *Hordeaceae* haben, makroskopisch beobachtet, kein Mesokotyl. Seinen Platz nimmt die Koleoptile ein, die abgesehen von *Avena*-Arten, bei dieser Gruppe der *Gramineae* die grösste Länge erreicht.

Unter den *Hordeaceae* findet sich die abweichende Gattung *Lolium*, die ein langes Mesokotyl und minder starke Entwicklung der Koleoptile aufweist.

(4) Die *Bromus*-Gattung zeigt nähere Beziehungen zu *Oryza* (japanischem Reis) als die mit ihr systematisch zusammengehörenden *Festuca*, *Eragrostis* oder *Dactylis*.

(5) Im grossen und ganzen sind die Wachstumsverhältnisse von 4 *Avena*-Arten, *A. abyssinica*, *A. strigosa*, *A. byzantina* und *A. sativa*, im Licht und Dunkel annähernd gleich, obwohl die absolute Grösse der Organe in verschiedenen Entwicklungsstadien sowie bei Belichtung etwas verschieden ausfällt. *Avena abyssinica* und *A. strigosa* einerseits, und *A. byzantina* und *A. sativa* andererseits sind einander auffallend ähnlich.

(6) *Eleusine*-, *Agrostis*-, *Sporobolus*-, *Phleum*- und *Alopecurus*-Arten verhalten sich ziemlich ähnlich, insofern man ihre Organentwicklung, und zwar die Endlängenwerte berücksichtigt. Sie weisen im allgemeinen eine geringere Streckung der Koleoptile auf, die durch Belichtung eine schwache Wachstumsförderung erfährt. Die Dunkelwachstums- sowie Lichthemmungskurven der *Festuceae*, die *Bromus*-Gattung ausgenommen, sind auch ähnlich.

(7) Unter den *Panicaceae* weichen die *Pennisetum*-Arten auffallend

von den übrigen ab. Ihr Verhalten weist sie in die Nähe der *Lolium*- oder *Arrhenatherum*-Arten.

(8) *Setaria*-, *Panicum*-, *Echinochloa*- und *Syntherisma*-Arten sind, wenngleich die absoluten Werte des Längenwachstums etwas verschieden ausfallen, sicher als zu einer Gruppe gehörend aufzufassen.

(9) *Arundinella*-Arten zeigen ein mit dem der *Agrostideae*-Keimlinge ähnliches Wachstumsverhalten auf, trotzdem sie sich im System zwischen den *Panicaceae* und *Andropogonëae* finden.

(10) *Andropogon Sorghum* wird den *Panicaceae* nahe gestellt, obwohl die Länge aller seiner Organe um ein vielfaches die der Organe der *Panicaceae*-Keimlinge übertrifft. Die *Eccoilopus*-Arten sind vielmehr den *Arundinella*- oder *Agrostis*-Arten ähnlich.

(11) Die Verschiedenheit der Organentwicklung der *Maydeae*, insbesondere von *Coix* und *Zea*, beruht auf den Grössenunterschieden der Koleoptile und des Primärblatts; betreffs der ersteren weichen die beiden Gattungen nur wenig voneinander ab, während das letztere bei *Zea* merklich grösser ist.

(12) In bezug auf die prozentuale Mesokotylstreckung in der Dunkelheit lassen sich drei Kategorien unterscheiden. Die erste umfasst die *Hordeaceae*, die zweite *Bromus*, *Oryza*, *Avena*, *Festuca* u.a., die dritte schliesslich manche Arten von *Panicaceae* und *Maydeae*.

(13) Die Koleoptile erfährt bei *Oryza*, *Hordeum*, *Triticum*, *Secale*, *Avena abyssinica*, und *Pennisetum* keine Wachstumsförderung durchs Licht, sondern bloss Hemmung, die 13–67 %, durchschnittlich 30 %, der Kontrolle beträgt. Bei *Lolium*, *Festuca*, *Eragrostis*, *Arrhenatherum*, *Eleusine*, *Agrostis*, *Setaria*, *Panicum*, *Echinochloa*, *Syntherisma*, *Andropogon*, *Coix* und *Zea* weist die Koleoptile keine Hemmung des Wachstums auf, sondern durchschnittlich etwa 46 %ige Beschleunigung (10–91 %). Bei *Bromus* und *Zea* tritt anfangs eine schwache Förderung (5–7 %) und später kleine Hemmung (19–27 %) auf. Auch gibt es solche Arten, die weder Förderung noch Hemmung des Koleoptilenwachstums zeigen, wie es bei *Pennisetum japonicum* oder *Syntherisma sanguinalis* der Fall ist.

(14) Das Primärblatt erfährt fast ausschliesslich Wachstumsförderung durchs Licht, so bei *Hordeum*, *Triticum*, *Lolium*, *Bromus*, *Eragrostis*, *Avena*, *Arrhenatherum*, *Eleusine*, *Phleum*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Echinochloa*, *Andropogon*, *Coix* und *Zea*. Ausnahmsweise kommt bei drei Varietäten von *Oryza sativa* und *Secale cereale* eine Wachstumshemmung vor, und bei *Bromus unioloides* zuerst Förderung

und dann Hemmung, während bei *Setaria*, *Syntherisma* und *Panicum bisulcatum* weder Förderung noch Hemmung zutage tritt.

(15) Die Periode der grössten Lichtreizbarkeit der Keimorgane ist wie folgt: für das Mesokotyl fand man die intensivste Hemmung am häufigsten, nämlich bei 70 % der untersuchten Arten, im Alter von 2 oder 2.5 Tagen, bei der Koleoptile tritt gewöhnlich Förderung 2-3 Tage nach dem Aussäen mit späterer Hemmung auf. Das Primärblatt weist sie fast ausschliesslich nach 3.5 Tagen auf.

(16) Das Mesokotyl erreicht bei den meisten Arten seine Endlänge bei 30°C. am 6. Keimtage, während es bei einigen erst am 10. oder 12. Tage sein Wachstum endgültig abschliesst (Tab. 17).

(17) Die weitere Streckung des Mesokotyls nach der Lichtwirkung ist bei *Agrostis*, *Avena strigosa*, *Sporobolus* und *Eleusine* 0-0.81 mal so gross wie die Mesokotyllänge in der lichtempfindlichsten Periode; bei *Panicum*, *Alopecurus*, *Syntherisma*, *Setaria*, *Eragrostis* u. a. 1.02-2.42 mal so gross; bei *Festuca*, *Pennisetum*, *Lolium*, *Eccoilopus*, *Zea* und *Echinochloa* 3.05-9.09 mal und schliesslich bei *Andropogon*, *Avena byzantina* und *Coix* 11.93-49.52 mal so gross (Tab. 21).

(18) Die *Lolium*-Arten stellen vielleicht eine systematische Zwischenstufe zwischen Reis und den typischen Hordeeen dar, die *Bromus*-Arten kommen im grossen und ganzen zwischen *Lolium* und *Festuca*, und *Pennisetum* zwischen *Eleusine* und manchen Paniceen zu stehen.

(19) Bei den Kulturpflanzen scheint die Samenruhe sehr kurz oder kaum vorhanden zu sein, während die wildwachsenden ziemlich keimungsrenitent sind.

(20) Wenn man die optimalen Keimungstemperaturen für Samenproben aus den Tropen (26°-36° oder durchschnittlich 28°.5'-35°) und aus gemässigten Zonen (7°.5'-30° oder durchschnittlich 16°.4'-25°) vergleicht, so stellt sich ein Unterschied von etwa 10° heraus. Die Keimungstemperatur von 30°, die ich für alle Proben angewendet habe, scheint ohne weiteres für tropische Pflanzen passend zu sein, während sie etwas höher sein dürfte als die für Pflanzen aus den gemässigten Zonen passende, doch in der Regel nicht zu hoch.

Literatur

- AKEMINE, M. 1914. Zur Kenntnis der Keimungsphysiologie von *Oryza sativa* (Reis). Fühl. Lw. Ztg. 63.
- 1929. Arten der Kulturpflanzen in Japan (Japanisch) Nogyo oyobi Engei, Bd. 4. Heft 9. Tokyo.
- 1931. Crop Plant under Cultivation in Japan. Journ. of American Society of Agronomy. Vol. 23, No. 3.
- ARBER, A. 1925. Monocotyledons. Cambridge.
- ASCHERSON, P. und P. GRAEBNER. 1898/1902. Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. II. 1.
- ATTERBERG, M. 1907. Die Nachreife des Getreides. Lw. V. St. 67.
- BAILEY, L. H. 1889. On the influence of certain conditions upon the sprouting of seeds. N. Y. Cornell Exp. St. Bull. 7.
- BARLOW'S Table. 1929. London.
- BEYER, A. 1927. Zur Keimungsphysiologie von *Avena sativa*. Ber. d. d. bot. Ges. 45.
- BREMER, G. 1928. De cytologie van het suikerriep. Archief voor de Suikerindustrie in Nederlandisch-Indie. No. 11.
- BUY, H. G. DU und E. NUERNBERGK, 1929. Über das Wachstum der Koleoptile und des Mesokotyls von *Avena sativa* unter verschiedenen Aussenbedingungen. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 32, No. 5 und 6.
- COPELAND, E. B. 1924. Rice. London.
- CUMMINS, MARGARET P. 1929/30. Development of the integument and germination of the seed of *Eleusine indica*. Bull. Torr. Bot. Club. 56.
- ENGLER, A. 1924. Syllabus der Pflanzenfamilien, 9 und 10 Auf. Berlin.
- FRIESEN, G. 1926. Der Einfluss der Samenvorbehandlung auf Wachstums- und Reizvorgänge im Keimling. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 65.
- GASSNER, G. und W. STRAIB, 1930. Über die Anthocyanbildung junger Getreidepflanzen und ihre Verwertbarkeit als Sortenmerkmal. Wiss. Arch. f. Lw. Abt. A. Bd. 4. Heft 2.
- GERICKE, W. F. 1929. Some relations of maintained temperatures to germination and early growth of wheat in nutrient solutions. Philippine Journ. Sci. 38.
- HABERLANDT, F. 1874. Die oberen und unteren Temperaturgrenzen für die Keimung der wichtigsten landwirtschaftlichen Sämereien. Lw. V. St. 17.
- HAMADA, H. 1931. Über die Beeinflussung des Wachstums des Mesokotyls und der Koleoptile von *Avena*-Keimlingen durch das Licht. Memoirs Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Series B. Vol. 6. No. 4, Article 6.
- HAYEK, A. 1925. Zur Systematik der Gramineen. Österr. bot. Ztschr. Bd. 74.
- HITCHCOCK, A. S. 1920. The genera of grasses of the United States. U. S. D. Agr. Bull. No. 772.
- FONDA, M. 1930. Monographia Poacearum Japonicarum, Bambusoideis exclusis. Journ. Facul. Sci. Imp. Univ. Tokyo. Section III. Vol. III. Part I.
- JONES, J. W. 1926. Germination of rice seed as affected by temperature, fungicides and age. Journ. Amer. Sci. Agr. 18. (Zitiert aus „Keimungsphysiologie der Gräser“ von Lehmann u. Aichele 1931).
- KAGAWA, F. 1929. On the phylogeny of some cereals and related plants, as considered from the size and shape of chromosomes. Jap. Journ. Bot. Vol. IV. No. 4.
- KIHARA, H. 1924. Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und die Sterilität in den Bastarden. Memoirs Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Series B. Vol. I. No. 1.
- KIKKAWA, S. 1912. On the classification of cultivated rice. Coll. Agr. Tokyo. Vol. III. No. 2.

- KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER, 1912. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. 1-288. Stuttgart.
- KLING, F. 1916. Beitrag zur Prüfung der Gräserkeimung. Dissert. Giessen (Zitiert nach Lehmann u. Aichele, 1931).
- KONDO, M. und T. OKAMURA, 1930. Beziehung zwischen Wassertemperatur und Wachstum der Reispflanzen. I Mitteilung. Ber. d. Ohara-Inst. f. lw. Forsch. Bd. 4. Heft 3.
- , 1931. Beziehung zwischen Wassertemperatur und Wachstum der Reispflanzen. II Mitteilung. Ibd. Bd. 5, Heft 1.
- LEHMANN, E. und F. AICHELE, 1931. Keimungsphysiologie der Gräser. Stuttgart.
- MALSBURY, M. R. 1920. Imbibition and germination of wheat at different temperatures. Unpublished data. Plant physiology, Div. Univ. Illinois. (Nach Lehmann und Aichele, 1931).
- MALZEW, A. I. 1930. Wild and cultivated oats, Sectio *Euavena* Griseb. Bulletin Appl. Bot. Leningrad.
- NÄGELI, C. VON, 1858. Die Stärkekörner.
- NISHIYAMA, I. 1929. The Genetics and Cytology of Certain Cereals. I. Morphological and Cytological Studies on Triploid, Pentaploid and Hexaploid *Avena* Hybrids. Jap. Journ. of Genetics. Vol. V. No. 1-2.
- PERCIVAL, J. 1921. The Wheat Plant. London.
- PICKHOLZ, L. 1911. Ein Beitrag zur Frage über die Wirkung des Lichtes und der intermittierenden Temperatur auf die Keimung von Samen sowie über die Rolle des Wassergehaltes der Samen bei dieser Wirkung Zschr. lw. V. Öst. 14. (Zitiert nach Lehmann und Aichele, 1931).
- PIEFER, H. 1909. Vergleichende Keimversuche mit Grassämereien. Dissertation, Jena. (Zitiert nach Lehmann und Aichele, 1931).
- REICHERT, E. T. 1913. The differentiation and specificity in relation to genera, species, etc. Part I and II. Washington.
- REILING, R. 1912. Keimversuche mit Gräsern zur Ermittlung des Einflusses, den Alter und Licht auf den Keimprozess ausüben. Dissert. Jena. (Zitiert nach Lehmann und Aichele, 1931).
- ROTHERT, W. 1894. Ueber Heliotropismus. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 7.
- SACHS, J. 1860. Physiologische Untersuchungen über die Abhängigkeit der Keimung von der Temperatur. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II.
- SARGANT, E. und A. ARBER, 1915. The comparative morphology of the embryo and seedling in the Gramineae. Ann. Bot. Vol. 29.
- SCHIELLENBERG, G. 1922. Die systematische Gliederung der Gramineen. Bot. Arch. I
- SCHIEMANN, E. 1932. Entstehung der Kulturpflanzen. Bd. III. Lieferung 15. Handbuch d. Vererbungswissenschaft.
- SCHROEDER, H. 1910. Über den Einfluss von Aussenfaktoren auf die Koleoptilenlänge bei *Oryza sativa* und einigen Gramineen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 28.
- SCHUSTER, J. 1910. Über die Morphologie der Grasblüte. Flora.
- STÄHLIN, A. 1929. Morphologische und zytologische Untersuchungen an Gramineen. Pflanzenbau. I.
- TAKASAKI, T. 1931. Soil dressing and other studies in italian millet (Japanisch). Ann. Agr. Exp. Stat. Government-Gen. Chosen. Vol. VI. No. 4.
- TIEGHEM, PH. VAN, 1872. Observations anatomiques sur le cotyledon des graminées. Ann. Sci. nat. sér. 5.
- TSCHERMAK, E. VON, 1914. Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe. Zschr. f. Pfl. zücht. Bd. II. Heft 3.

- WILSON, H. K. 1928. Wheat, soybean and oat germination studies with particular reference to temperature relationships. J. Am. Soc. Agron. 20. (Zitiert nach Lehmann und Aichele, 1931).
- WINKLER, H. 1926. Reis. Wohltmannsbücher. Bd. 33. (Zitiert nach Lehmann und Aichele, 1931).
- YAMAURA, A. 1933. Karyologische und Embryologische Studien über einige Bambus-Arten (Vorläufige Mitteilung). Bot. Mag. Tokyo. Vol. 47. No. 559.
- ZADE, A. 1914. Serologische Studien an Leguminosen und Gramineen. Zschr. f. Pfl. zücht. Bd. II. Heft 2.
-