Über die photoperiodische Empfindlichkeit der Kotyledonen von *Pharbitis Nil* Chois.

von Chugo KUJIRAI* und Shun-ichiro IMAMURA**

鯨井忠五*・今村駿一郎**：アサガオ子葉の日長感応性について

Eingegangen am 1. September 1958

Bei vielen Pflanzen verhalten sich die Jugendformen im physiologischen Geschehen oft ganz anders als die Folgeformen. Dies trifft auch für Photoperiodismus zu, indem die Keimlinge vieler photoperiodisch hervorragend empfindlichen Pflanzen, im Gegensatz zur Folgeform, durch die Abänderung der Tageslänge nicht zur Bildung der Blütenanlagen veranlasst werden können. Schon 1918 hat Klebs darauf hingewiesen, dass jede Pflanze eine bestimmte Periode der vegetativen Entwicklung verlaufen muss, bevor sie den "blühreifen" Zustand erreicht⁸⁾. Soweit bisher bekannt wurde, ist *Pharbitis Nil* in dieser Hinsicht die einzige Ausnahme unter Kurztagpflanzen²⁾. In der vorliegenden Arbeit werden einige Beobachtungen mitgeteilt über das photoperiodische Verhalten der Keimlinge dieser Pflanze.

I. Material und Methode

Als Versuchspflanzen dienten *Pharbitis Nil* Chois., Rasse "Violett" und "Tendan", deren photoperiodisches Verhalten bei den Folgeformen eingehend untersucht wurde^{3), 4), 9)}.

Vor dem Aussäen wurden die Samen 30–45 Minuten lang mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt und gründlich gewässert, um die Keimung zu beschleunigen und gleichmässig zu machen. Fünfzig bis 120 Samen wurden in 4 oder 5 Reihen in hölzernen Kisten von etwa 35 cm. Länge, 20 cm. Breite und 15 cm. Tiefe gesät. Die Mehrzahl keimte gleichzeitig und gleichmässig aus; nur solche Keimlinge wurden zu Versuchen herangezogen. Die allzu früh oder allzu spät auskeimenden Individuen wurden beseitigt. Die Versuche wurden in heizbaren Gewächshäusern teils bei schwankender, teils bei konstanter Temperatur ausgeführt. Die Pflanzen wurden unter kontinuierlicher Beleuchtung gezogen, indem sie in der Nacht mit Glühlampen von 60 Watt belichtet waren. Die Lichtintensität an der Oberfläche der Kotyledonen war etwa 200 Lux.

Die Verdunkelung der Pflanzen wurde derart ausgeführt, dass man die Kulturkisten oder einzelne Pflanzenreihen in diesen mit hölzernen oder metallischen Kisten

* Institut für Chemische Forschung, Kyoto Universität, Kyoto, Japan 京都大学化学研究所

** Laboratorium für Angewandte Botanik, Landwirtschaftliche Fakultät, Kyoto Universität, Kyoto, Japan 京都大学農学部応用植物学研究室

von geeigneter Grösse bedeckt hielt. Auf besondere Durchlüftung wurde dabei nicht geachtet.

Der Versuch wurde im sehr frühen Keimungsstadium ausgeführt, da es sich in der vorliegenden Arbeit um die Induktion der Kotyledonen handelt. Die Kotyledonen, nicht die sich entwickelnde Plumula, kommen dabei als das Organ für Reizaufnahme in Betracht. Um dessen sicher zu sein, wurden in einigen Versuchen die von Kotyledonen befreiten Pflanzen als Kontrolle benutzt, aber die keimblattlosen Keimachsen wuchsen schlecht und gingen oft, besonders im Winter, durch Pilzbefall zugrunde.

Nach der experimentellen Behandlung wurden die Pflanzen unter kontinuierlicher Beleuchtung gezogen und nach etwa 2 Wochen unter Binokularmikroskop untersucht. Die Zahl und die Lage der gebildeten Blütenanlagen an der Hauptachse oder an den durch Beseitigung der Hauptachse zur Entwicklung veranlassten kotyledonaren Achselknospen wurden beobachtet. Bei starker Induktion waren alle Vegetationspunkte zu Blütenanlagen umgewandelt womit die weitere vegetative Entwicklung abgeschlossen war; der Vegetationspunkt der Hauptachse wurde zur Anlegung der endständigen Blütenknospe vollständig verbraucht. Die Zahl der die Blütenanlagen tragenden Pflanzen, die Zahl der Blütenanlagen pro 10 Pflanzen und die Zahl der Pflanzen mit Terminalblüten wurden als Masstabe der Reaktion benutzt. Meistens laufen diese drei Zahlen ungefähr parallel zueinander. In seltenen Fällen von starker Induktion aber tritt eine Unregelmässigkeit ein, indem die Pflanze mit Terminalblüte eine kleinere Zahl der Blütenanlagen führt.

II Versuchsergebnisse

1) Photoperiodische Empfindlichkeit der Kotyledonen in Abhängigkeit mit dem Alter der Keimlinge.

Die Folgepflanze von *Pharbitis Nil* kann durch einmalige, genügend lange Verdunkelung eines einzigen Laubblatts zur Bildung der Blütenanlagen veranlasst werden³⁾. Um die mit dem Alter der Keimlinge vor sich gehende Veränderung der photoperiodischen Reaktion zu prüfen, wurden die Keimlinge an verschiedenen Tagen von ihrem Erscheinen über dem Boden gerechnet, einer Dunkelperiode von 16 stündiger Dauer ausgesetzt und dann unter kontinuierlicher Beleuchtung gezogen. Die Ergebnisse eines Versuchs, der in der Mitte von November ausgeführt wurde, sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Am ersten Tage unmittelbar nach der Auskeimung, wenn das Hypokotyl noch eine epinastische Knickung zeigte oder die zwei Kotyledonen noch nicht auseinanderklappten, reagierten die Pflanzen nicht oder sehr schwach gegen Kurztagbehandlung, am zweiten Tage wurden sie tiefer grün und zeigten eine stärkere Reaktion. Mit zunehmendem Alter wurde die Reaktion immer stärker, bis nach 8-12 Tagen ein Maximum erreicht wurde. Mit zunehmendem Alter erschien die erste Blütenanlage an aufeinander folgenden höheren Knoten. In einem anderen Versuch, welcher im Sommer bei konstanter Temperatur von 30° ausgeführt wurde, erreichte die Reaktion schon 4 Tage nach der

Tabelle 1. Photoperiodische Reaktion in Abhängigkeit mit dem Alter der Keimlinge Ausgesät am 12. XI, Versuchsbeginn: 15. XI Eine Dunkelperiode von 16 Stunden.

Rasse	Beobachtete Reaktion	Alter der Keimlinge in Tagen								Licht-kontrolle
		1	2	3	4	6	8	12	12***	
Violett	Blühquotient*	1/10	10/33	10/16	11/18	13/15	18/18	25/25	0/9	0/12
	Blühprozent	10	30	63	61	87	100	100	0	0
	Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	0	1	1	0	9	17	24	0	0
	Zahl d. Blüten pro zehn Pflanzen	1.0	5.8	16.2	12.2	35.2	49.0	47.2	0	0
	Lage d. ersten Blüte**	—	1.2	1.0	1.1	1.0	1.0	2.4	—	—
Tendan	Blühquotient	0/6	8/20	17/17	16/21	18/18	20/20	9/9	0/7	0/15
	Blühprozent	0	40	100	76	100	100	100	0	0
	Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	0	0	17	10	14	20	6	0	0
	Zahl d. Blüten pro zehn Pflanzen	0	9.5	45.9	32.8	44.4	61.5	48.9	0	0
	Lage d. ersten Blüten	—	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	3.7	—	—

* Zahl der Pflanzen mit Blütenanlagen/Zahl der Versuchspflanzen
** Durchschnittliche Nummer der Knoten, an denen die erste Blüte zur Anlegung kommt.
*** Kotyledonen beseitigt

Auskeimung ein Maximum, um dann allmählich abzunehmen. Dies mag wohl auf die höhere Temperatur, nämlich auf eine schnellere Entwicklung der Keimlinge und somit auf eine schnellere Alterung der Kotyledonen zurückzuführen sein.

Dass die Induktion durch die Kotyledonen und nicht etwa durch die sich entwickelnden Blättchen der Terminalknospe verursacht wurde, kann man sich leicht auf Grund der Versuchsserie der Tabelle 1 überzeugen, wo durch Beseitigung von Kotyledonen vor dem Versuche nur die sich entwickelnden Plumula dem Dunkeln ausgesetzt war. Die Keimachsen ohne Kotyledonen bildeten niemals Blütenanlage, auch wenn sie 12 Tage nach der Keimung verdunkelt wurden.

2) Photoperiodische Reaktion in Abhängigkeit mit der Dauer der Dunkelperiode.

Die Keimlinge wurden einer Dunkelperiode verschiedener Dauer von 8 bis 16 Stunden mit 2-stündigen Intervallen ausgesetzt. Wie man aus Tabelle 2 ersehen kann, liegt die kritische Dunkelperiode bei der Rasse "Violett" zwischen 8 und 10 Stunden, während sie bei der Rasse "Tendan" kürzer als 8 Stunden ist. Der gefundene Wert der Periode scheint von dem der Folgepflanzen nicht wesentlich abzuweichen^{3),4)}. Es ist bemerkenswert, dass "Tendan" eine in Nord-China einhei-

Tabelle 2 Kritische Dunkelperiode der Kotyledonen. Ausgesät am 19. XII, Versuch: 30. XII, Violett

Rasse	Beobachtete Reaktion	Dauer der Dunkelperiode in Stunden				
		8	10	12	14	16
Violett	Blühquotient	0/11	10/11	12/12	14/14	15/15
	Blühprozent	0	91	100	100	100
	Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	0	1	5	2	1
	Blütenzahl pro zehn Pflanzen	0	22.7	40.8	30.0	27.3
Tendan	Blühquotient	5/5	8/8	9/9	10/10	9/9
	Blühprozent	100	100	100	100	100
	Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	0	6	6	8	9
	Blütenzahl pro zehn Pflanzen	18.0	41.2	41.1	46.0	47.8

mische Rasse, einer kürzeren Dunkelperiode d. h. einer längeren Tageslänge angepasst ist⁹⁾.

3) Photoperiodische Reaktion in Abhängigkeit mit der Oberflächengrösse der Kotyledonen.

Der Einfluss der Kotyledonengrösse wurde untersucht, indem man die Kotyledonen durch Abschneiden auf verschiedene Grösse einschränkte. Halbe Kotyledonen erhielt man durch Beseitigung der apikalen Teile und ein viertel Kotyledonen durch Halbierung der basalen Hälften dem Mittelnerv entlang. Die Pflanzen wurden einer oder

Tabelle 3. Photoperiodische Reaktion in Abhängigkeit mit Dimension der Kotyledonen. Ausgesät am 22.V, Versuchsbeginn: 29.V, Violett

Behandlung	16 St. D × 1					16 St. D × 2*				
Zahl oder Grösse der Kotyledonen	zwei	einer	eine Hälfte	ein Viertel	völlig entfernt	zwei	einer	eine Hälfte	ein Viertel	völlig entfernt
Durchschnittliche Oberfläche der Kotyledonen in cm ²	16.2	8.7	5.0	2.6	0	15.9	9.3	4.9	2.6	0
Blühquotient	20/29	10/27	1/29	0/18	0/26	23/23	25/25	18/22	12/22	0/24
Blühprozent	69	37	3	0	0	100	100	82	55	0
Blütenzahl pro zehn Pflanzen	13.2	4.1	1.0	0	0	44.0	35.2	19.1	8.2	0

* Zwei durch eine 8 stündige Lichtperiode getrennte Dunkelperioden von je 16-stündiger Dauer.

zwei Dunkelperioden von 16-stündiger Dauer ausgesetzt. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, tritt die Reaktion mit abnehmender Kotyledonengröße immer schwächer auf, bis ihre vollständige Entfernung den Verlust der photoperiodischen Reaktionsfähigkeit zur Folge hat.

4) Einfluss der Beseitigung der photoperiodisch induzierten Kotyledonen.

Entfernt man das photoperiodisch behandelte Laubblatt von *Pharbitis* oder *Xanthium* zu verschiedenen Zeitpunkten, so nimmt die Blütenbildung mit der Verzögerung der Entblätterung zu^{4),7)}. Um eine ähnliche Möglichkeit an den Kotyledonen zu prüfen, wurde Versuche ausgeführt. Einer von den beiden Kotyledonen wurde mit einem Sack aus schwarzem lichtdichtem Papier eingehüllt, während der andere dem Licht ausgesetzt war. Nach 14 Stunden wurde der Sack entfernt und der verdunkelte Kotyledon wurde sofort oder nach 2, 5 bzw. 10 Stunden beseitigt. In diesem Versuche wurde nur einer und nicht beide Kotyledonen zum experimentellen Eingriff herangezogen, weil die vollständig keimblattlos gemachten Keimachsen oft zugrunde gehen ohne zu wachsen. Wie aus Tabelle 4 ersehen kann, je später der behandelte Kotyledon entfernt wurde, desto mehr Blütenknospen wurden angelegt. Der photoperiodische

Tabelle 4. Einfluss der Beseitigung des induzierten Kotyledons nach 14-stündiger Dunkelperiode auf Blütenbildung. Violett

Datum der Aussaat	Datum der Dunkelbehandlung	Beobachtete Reaktion	Zeit in Stunden nach dem Ende der Dunkelperiode bis zur Beseitigung des induzierten Kotyledons				
			0	2	5	10	∞
22. VI	26. VI	Blühquotient	0/3	0/10	2/8	6/11	21/21
		Blühprozent	0	0	25	55	100
		Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	0	0	0	0	10
		Blütenzahl pro zehn Pflanzen	0	0	3.8	10.0	41.4
15. VI	19. VI	Blühquotient	0/12	0/7	2/12	7/25	13/13
		Blühprozent	0	0	17	28	100
		Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	0	0	0	0	3
		Blütenzahl pro zehn Pflanzen	0	0	1.7	3.2	40.7

Reiz, der von dem Kotyledon empfangen wird, scheint innerhalb etwa 19 Stunden zum Vegetationspunkt der Plumula zu gelangen, wie es auch bei der Folgeform der Fall ist⁴⁾.

5) Einfluss der Beleuchtung eines Kotyledons bei Dunkelbehandlung des anderen auf die Induktion.

Bei vielen Kurztagpflanzen erfährt die durch Verdunkelung eines Teils der Pflanze veranlasste Induktion durch die gleichzeitig belichteten Sprosse oder Blätter eine mehr oder weniger starke Hemmung¹⁾. In diesem Versuche erhielt einer der beiden Kotyledonen eine Dunkelbehandlung, während der andere dem Lichte dauernd ausgesetzt blieb. Zum Vergleich standen drei Gruppen der Pflanzen zur Verfügung. In der ersten Gruppe wurde ein Kotyledon beseitigt und der andere mit einem Sack aus schwarzem lichtdichtem Papier 16 Stunden lang bedeckt, während in der zweiten Gruppe der dauernd im Licht gehaltene Kotyledon am Ende der Dunkelperiode beseitigt wurde. Bei den übrigen Pflanzen wurde der belichtete Kotyledon intakt gelassen.

Tabelle 5. Photoperiodische Reaktion, hervorgebracht durch Dunkelbehandlung eines Kotyledons in Abhängigkeit mit dem Vorhandensein des anderen im Licht befindlichen Kotyledon. Dunkelperiode: 16 Stunden. Violett

Datum der Aussaat	Datum des Versuchs	Beobachtete Reaktion	Behandlung des nicht verdunkelten Kotyledons		
			beseitigt vor Verdunkelung des anderen Kotyledons	beseitigt nach Verdunkelung des anderen Kotyledons	nicht beseitigt
15. VI	21. VI	Blühquotient	19/20	12/18	15/22
		Blühprozent	95	67	68
		Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	0	0	0
		Blütenzahl pro 10 Pflanzen	23.0	11.7	11.8
22. VI	26. VI	Blühquotient	21/25	21/21	14/22
		Blühprozent	84	100	64
		Zahl d. Pflanzen mit Terminalblüte	7	1	2
		Blütenzahl pro 10 Pflanzen	27.6	23.8	14.1

Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Beim dauernden Belassen des ununterbrochen dem Lichte ausgesetzten Kotyledons tritt die Reaktion schwächer auf. Die Frage, ob es sich dabei um die Bildung eines Hemmungsstoffes in dem belichteten Kotyledon handelt oder nicht, steht noch offen, da die sich entwickelnde Plumula durch beide Kotyledonen, den behandelten und den nicht behandelten, ernährt wird, wodurch der zugeleitete Reiz selbst eine Schwächung erleiden kann.

6) Photoperiodische Reaktion in Abhängigkeit mit dem Entwicklungszustand der Indikatorknospe.

Die Achselknospen beider Kotyledonen bleiben unentwickelt, solange die Hauptachse ungestört wächst. Sie können aber durch Entfernung der Hauptachse zu Langtrieben

Tabelle 6. Photoperiodische Reaktion in Abhängigkeit mit dem Entwicklungszustand der kotyledonaren Achselknospen. Asugesät am 11. IV; von 21. IV an, die Hauptachse um 4 Uhr nachmittags entfernt; am 24. IV, 16 Stunden lang verdunkelt. Violett

Tag der Beseitigung der Hauptachse	21. IV	22. IV	23. IV	24. IV	25. IV	26. IV	27. IV
Zeitintervall zwischen Dekapitierung und Verdunkelungsbeginn in Tagen	-3*	-2*	-1*	0	1	2	3
Blühquotient	17/19	22/22	19/20	7/17	0/23	0/17	0/23
Blühprozent	90	100	95	41	0	0	0

* Das Minus Zeichen bedeutet dass die Entfernung der Hauptachse der Dunkelbehandlung vorangegangen war.

Fig. 1. Kotyledonarblüten von "Tenden" unter Kurztag. Hauptachse entfernt 5 Tage nach der Auskeimung.

werden. Verdunkelt man den Keimling nach Beseitigung der Plumula, so tritt die Blütenanlage an den kotyledonaren Achselknospen auf. Die Reaktion hängt aber stark von dem Entwicklungszustand der Achselknospen, nämlich von dem Zeitpunkt ab, an dem die Plumula entfernt wird. In einem Versuche wurde die Hauptachse zu verschiedener Zeit vor und nach der Dunkelperiode entfernt. Wie aus Tabelle 6 ersichtlich ist, tritt umso stärkere Reaktion ein, je früher die Kotyledonarknospe durch Beseitigung der Hauptachse zur Entwicklung veranlasst wird (vergl. 10). Lässt man die Pflanzen unter Kurztagbedingungen auskeimen, so bilden die Kotyledonarknospen nach Entfernung der Plumula Terminalblüten. In seltenen Fällen werden sie lediglich zu Kotyledonarblüten, ohne Laubblätter auszubilden, wie man aus Fig. 1 ersehen kann.

III Schlussbetrachtung

Die Keimlinge der meisten Pflanzen sind photoperiodisch unempfindlich. Sie lassen sich durch Abänderung der Tageslänge nicht zur Ausbildung der Blütenanlagen veranlassen. Die Keimpflanzen von Sojabohne, Rasse Biloxi, bilden keine Blüten unter den günstigsten Kurztagbedingungen bis zu 4 Wochen nach Auskeimung. Das photoperiodische Verhalten der Keimlinge von *Xanthium saccharatum* wurde neuerdings eingehend untersucht⁶⁾. Die Pflanze ist nicht fähig gegen Kurztag zu reagieren, bevor sie etwa 2 Wochen alt ist, während die Folgepflanze durch eine einzige Dunkelperiode von 12 Stunden zur Bildung der Blütenanlagen gebracht werden kann. Sivorì und Went hat aber mitgeteilt, dass der Keimling von *Baeria chrysostoma*, eine Langtagpflanze, photoperiodisch empfindlich ist¹¹⁾.

Im Gegensatz zu den meisten Kurztagpflanzen sind die Keimlinge von *Pharbitis Nil* photoperiodisch sehr empfindlich. Zwar können die eben aus der Erde hervortretenden Keimlinge nicht reagieren, aber am zweiten Tag nach Auskeimen und nachher bilden sie nach einer einzigen Dunkelperiode von genügender Dauer Blütenanlagen. Bei starker Induktion werden alle Vegetationspunkte zu Blütenanlagen umgewandelt und weitere vegetative Entwicklung wird abgeschlossen, indem der Vegetationspunkt der Hauptachse zur Anlegung der endständigen Blütenknospe vollständig verbraucht wird. Die Empfindlichkeit nimmt mit dem Alter zu, bis ein Maximum erreicht wird, um dann wieder allmählich abzunehmen.

Die Frage, warum die meisten Pflanzen im Keimlingsstadium photoperiodisch unempfindlich sind, ist ohne weiteres schwer zu beantworten. In dieser Hinsicht ist die Tatsache von grosser Bedeutung, dass die Keimpflanze von *Pharbitis Nil* unmittelbar nach dem Auskeimen gegen Kurztag nicht reagieren kann. Um zu entscheiden, ob das Ergrünen der Kotyledonen dabei irgendeine Rolle spielt, bedarf eingehenderer Untersuchungen. Jedenfalls mag eine gewisse Veränderung des metabolischen Systems für das Erreichen des "blühreifen" Zustands unentbehrlich sein.

Aus den Resultaten vorliegender Arbeit stellt sich heraus, dass die Keimpflanze von *Pharbitis Nil* in ihrem photoperiodischen Verhalten von den Folgepflanzen nicht wesentlich abweicht. Aber die Möglichkeit kann nicht immer ausgeschlossen sein, dass die beiden Formen sich in Einzelheiten verschieden verhalten.

IV Zusammenfassung

1) Am ersten Tag nach dem Auskeimen ist der Keimling von *Pharbitis Nil* photoperiodisch unempfindlich, aber in folgenden Tagen kann er durch eine einzige Dunkelperiode von genügender Dauer zur Anlegung von Blütenknospen veranlasst werden. Die kritische Dunkelperiode scheint, wie bei der Folgepflanze, zwischen 8 und 9 Stunden zu liegen.

2) Die photoperiodische Reaktion hängt von der Oberfläche der Kotyledonen ab, die verdunkelt wird. Wird diese durch Abschneiden vor der Dunkelperiode reduziert, so ist die Reaktion schwächer.

3) Die Entfernung der behandelten Kotyledonen nach der Dunkelperiode hat eine schwache Reaktion zur Folge. Die Zahl der Blütenanlagen nimmt immer zu, je später der induzierte Kotyledon beseitigt wird.

4) Wenn ein Kotyledon während der Dunkelbehandlung des anderen dem Lichte ausgesetzt wird, wird die Reaktion abgeschwächt.

5) Beseitigt man die Plumula vor der Dunkelperiode, so werden die Blütenanlagen an den sich entwickelnden kotyledonaren Achselknospen gebildet. Bei Beseitigung der Plumula nach der Dunkelbehandlung kommen aber keine oder nur wenige Blütenanlagen zur Ausbildung.

Literatur

- 1) Harder, R., Symposia Soc. Expl. Biol. Vol., 2 (1948). 2) Imamura, S., Proc. Japan Acad. 29: 368 (1953). 3) ———, and Takimoto, A., Bot. Mag. Tokyo 68: 235 (1955). 4) ———, and ———, ibid. 69: 289 (1956). 5) ———, and ———, ibid. 69: 353 (1956). 6) Jennings, P. R., and Zuck, R. K., Bot. Gaz. 116: 199 (1954). 7) Kludairi, A. K., and Hamner, K. C., Plant Physiol. 29: 251 (1954). 8) Klebs, G., Flora 111: 128 (1918). 9) Muramatsu, M., and Sakamoto, S., Land and Crops of Nepal Himalaya (edt. by H. Kihara) 2: 193 (1956). 10) Salisbury, F. S., Plant Physiol. 30: 327 (1955). 11) Sivori, E., and Went, F. W., Bot. Gaz. 105: 321 (1944).

摘 要

- 1) 発芽当日のアサガオの子葉は暗期に感応しないが、翌日から強い感応性を示し、その限界暗期は成体と同じく 8 ないし 9 時間である。
- 2) 子葉の一部を切りさってその面積を制限すると、面積が小さいほど日長反応は弱くなる。
- 3) 暗期を与えたのち子葉を除けば、反応は弱くなるが、除去する時期が遅れるほど花芽数は増加する。
- 4) 一子葉が暗期を受けている間に他の子葉が光を受けているとき日長反応は弱くなる。
- 5) 主軸を除いた芽生に暗期を与えると花芽は子葉の腋芽に現われる。暗期を与えたのちで主軸を除くと子葉腋芽に現われる花芽数はいちじるしく減少する。