

Die Abhängigkeit der Bulbillenbildung bei *Poa alpina vivipara* von Photoperiodismus und Frost

Innerhalb des Formenkreises von *Poa alpina* gibt es neben samen tragenden Pflanzen vivipare Formen, die sich durch Bulbillen vermehren. Wie schon durch ältere morphologische Untersuchungen nachgewiesen worden ist, entstehen diese Bulbillen durch Verlaubungen von Blütenprimordien¹. Es war daher naheliegend, die Erbverhältnisse der Vermehrungsweise zu untersuchen und zu prüfen, inwieweit der Reproduktionsmodus von *Poa alpina* durch Aussenfaktoren beeinflusst werden kann. Frühere Autoren stimmen darin überein, dass samen tragende Formen rein weiterzuchten und durch Veränderung von Aussenbedingungen nicht zu viviparer Vermehrung gezwungen werden können. Dagegen weichen die Beobachtungen über die Konstanz der Viviparie voneinander ab; bestimmte vivipare Rassen behielten in der Kultur die vegetative Propagation bei², während in anderen Fällen Pflanzen, die aus Bulbillen gezogen worden waren, Samensprossen entwickelten³. Ausserdem konnte gezeigt werden, dass solche Stöcke von *Poa alpina* imstande sind, im Verlaufe ihrer individuellen Entwicklung von der Blütenbildung zur Viviparie überzugehen⁴. Versuche, durch Veränderung von Bodenfaktoren eine Umstellung in der Reproduktionsweise zu erreichen, schlugen fehl⁵.

Den eigenen Untersuchungen lag die Annahme zugrunde, dass Frosteinwirkung die Reproduktionsbereitschaft von *Poa alpina* auslöst und die darauffolgende photoperiodische Beeinflussung die Vermehrungsweise bestimmt.

Die Hypothese wurde durch Kulturversuche geprüft. Die Versuchspflanzen stammten aus Scoresbysund an der grönländischen Ostküste. Im Herbst 1949 wurden 18 rein vivipare Pflanzen in die Schweiz versetzt und bis zum nächsten Sommer kultiviert. Aus Bulbillen dieser Stammpflanzen wurde eine F₁-Generation von rund 100 Versuchsstöcken nachgezogen und, soweit die Pflanzen nicht vorher eingingen, vom Herbst 1949 bis zum Frühsommer 1952 unter Kontrolle gehalten. Samen von Pflanzen der F₁-Generation, die zur Blütenbildung zurückschlugen, kamen im Sommer 1950 zur Aussaat. Zur Kontrolle wurden einige Versuche mit alpinen Poen schweizerischer Herkunft durchgeführt.

Die Versuchspflanzen waren dem natürlichen, jahreszeitlichen Lichtwechsel ausgesetzt. Um den Einfluss des Frostes festzustellen, wurde im Winters 1949/50 ein Teil der Versuchsstöcke im Freiland gehalten, der Rest im Gewächshaus kultiviert.

Die Versuche haben folgendes ergeben:

1. Die grönländischen Stammpflanzen, soweit sie nochmals zur Reproduktion gelangten, entwickelten unter Langtagbedingungen Bulbillen; unter Kurztag-einfluss wurden normale, voll fertile Blühsprosse angelegt.

2. In der aus Bulbillen gezogenen F₁-Generation wurde nach Frosteinwirkung durch Kurztag die Bildung von

Blüten, durch Langtag die Entwicklung von Bulbillen induziert. Diese Abhängigkeit der Vermehrungsweise von der photoperiodischen Beeinflussung ist dadurch nachgewiesen worden, dass die Versuchspflanzen im Verlaufe ihrer individuellen Entwicklung den Reproduktionsmodus einmal oder mehrfach umstellten. Im Frühling erfolgte der Übergang von Blühsprossen über Intermediärschosse zur Viviparie; im Herbst schlugen bulbillen tragende Stöcke zur Blütenbildung zurück. Die minimale Tageslänge zur Auslösung der Bulbillenbildung beträgt rund 14 Stunden. Die photosensible Phase fällt in ein frühes Entwicklungsstadium des Vegetationspunktes; es kann angenommen werden, dass die Determination zur einen oder anderen Vermehrungsweise rund fünf Wochen vor dem Zeitpunkt erfolgt, in welchem sich der Reproduktionsmodus feststellen lässt.

3. Frosteinfluss fördert die Reproduktionsbereitschaft von *Poa alpina*. Ohne Frosteinwirkung blieb der grösste Teil der Versuchspflanzen steril; die wenigen Durchbrenner entwickelten ausschliesslich Blüten, ohne dass sich eine Korrelation zwischen Blütenbildung und photoperiodischer Beeinflussung erkennen liess.

4. Die Samen von Pflanzen, welche zur Blütenbildung zurückgeschlagen hatten, waren voll keimfähig. 12 Tochterpflanzen, welche aus Samen einer isoliert gehaltenen Pflanze der F₁-Generation gezogen wurden, waren weitgehend uniform. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass bei Rückschlägen von der Viviparie zur Samenbildung die Samenentwicklung apomiktisch erfolgt.

5. Die wenigen Versuche mit einer schweizerischen Rasse von *Poa alpina* haben zu keinen widersprechenden Resultaten geführt.

Eine ausführliche Darstellung mit Belegmaterial und Bildern erscheint in *Meddelelser om Grønland* (Verlag Reitzel, København).

F. H. SCHWARZENBACH

Institut für Allgemeine Botanik der Universität Zürich, den 21. Oktober 1952.

Summary

Culturing experiments with Greenland plants of *Poa alpina vivipara* have shown that after the action of frost the mode of reproduction is determined by the photoperiodic factor. The influence of short days produces blossoms and that of long days results in bulbillae.

Growth and Pentose Nucleic Acid Content of Bean Embryo¹

In his systematic investigation on growth and metabolic activities of a legume, *Vigna sesquipedalis*, during the germination stage², one of the authors (Y.O.)³ has shown how two modes of growth: "division-growth" (growth brought about essentially by protoplasmic protein formation) and "elongation-growth" (growth brought about predominantly by formation of cell wall material, especially cellulose) are in temporal and/or spatial combination in the course of embryonic growth

¹ C. SCHRÖTER, *Das Pflanzenleben der Alpen* (Verlag A. Raustein, Zürich 1908), S. 272. – A. EXO, *Poa alpina und die Erscheinung der Viviparie bei ihr*, Diss. Bonn (1916).

² C. SCHRÖTER und F. G. STEBLER, *Die alpinen Futterpflanzen* (Verlag J. Wyss, Bern 1889), 116 S.). – J. SCHUSTER, *Flora* 100, 213 (1910).

³ E. HUNGER, *Über einige vivipare Pflanzen und die Erscheinung der Apogamie bei denselben*, Diss. Rostock (1887).

⁴ A. EXO, Diss. Bonn. (1916).

⁵ CL. ZOLLIKOFER, *Jb. St.-Gall. naturwiss. Ges.* 65, 99 (1930).

¹ Aided partially by the Governmental Research Fund for Science.

² We mean by the word "germination stage" the heterotrophic period in which the cotyledonous reserve is solely responsible for the nutrient demand of seedling (embryo excluding cotyledon). Under our experimental conditions the stage is thought to continue until the 6th day after sowing the seed when the total dry weight of the seedling reaches its maximum value (Cf. Fig. 1).

³ Y. OOTA, *Science* (Kagaku), Tokyo 23, 60 (1953); *Embryologia*, Nagoya (in press).

of the legume plant, corresponding to temporal and/or spatial differentiations in gas metabolic activities.

It is generally accepted that pentose nucleic acid (P.N.A.) plays an important role in the biosynthesis of protein in the animal tissues¹ as well as in the micro-organisms², while in the higher plants little is known on the subject. It was therefore the authors' interest in the present

by the method of OGUR and ROSEN¹ and P.N.A.-P was determined as inorganic phosphorus by FISKE-SUBBAROW method². The final residue after being treated with hot 1 N HClO₄ to remove desoxypentose nucleic acid, was estimated for protein-N according to LEVY-PALMER's hypobromite-iodometric titration method modified by YAGI³.

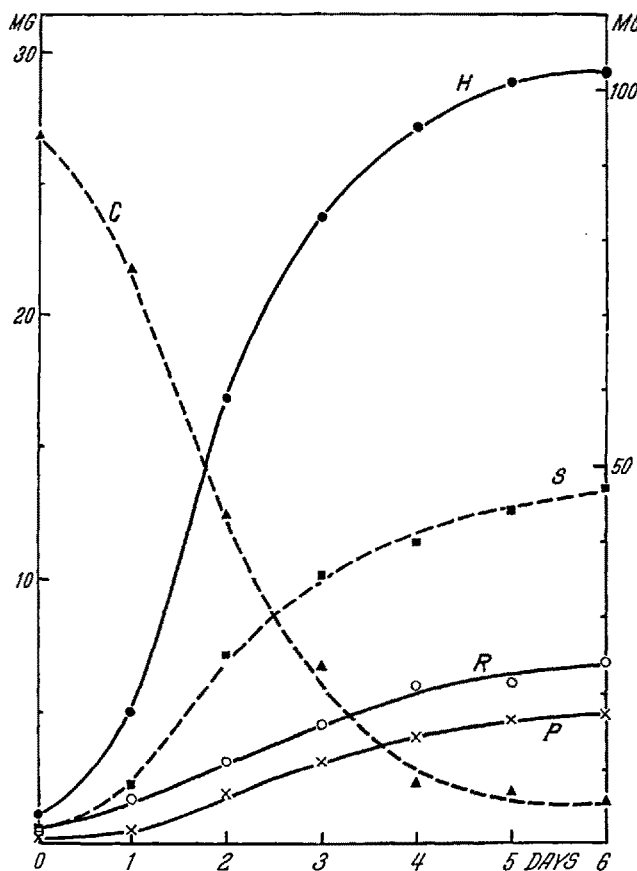


Fig. 1.—Changes in dry weight of embryonic organs of *Vigna sesquipedalis* during the germination stage: P, plumule; H, hypocotyl; R, radicle; C, cotyledon; S, seedling. Scale in the right ordinate, for C and S; the left, for P, H, and R.

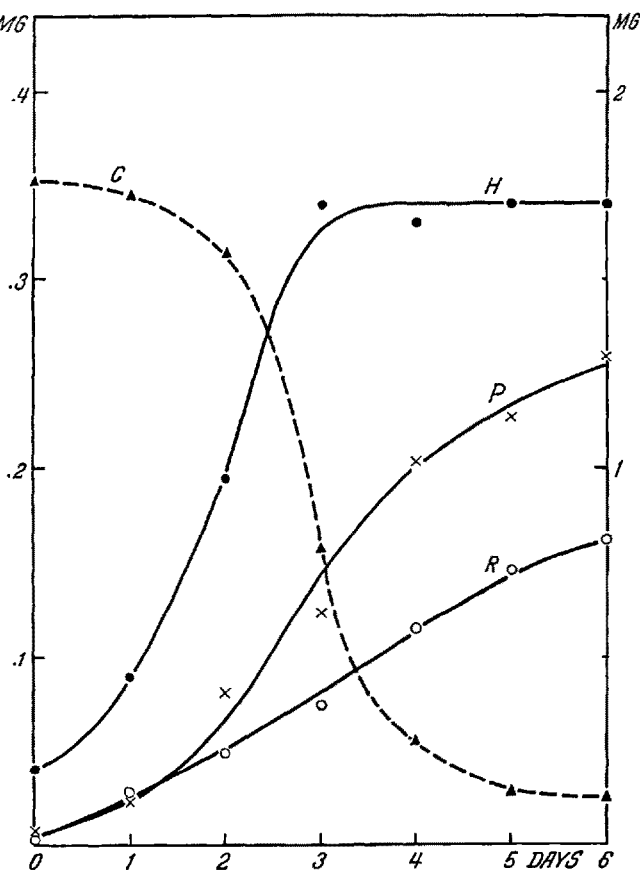


Fig. 2.—Changes in protein nitrogen content of embryonic organs of *Vigna sesquipedalis* during the germination stage. See text of Figure 1 for symbols used. Scale in the right ordinate, for Cotyledon; the left, for P, H, and R.

study to see whether the same is true in the higher plant, and whether correlation between the "division-growth" and P.N.A. content could be detected in the legume embryo.

The seeds of *Vigna sesquipedalis* soaked in tap water for 5 h at 30°C, were sown in sand. The cultivation was carried out at 30°C in the dark without any added nutrient. Four embryonic organs (see below) were analyzed for dry weight, protein-N, and P.N.A.-P at 1 day intervals for 6 days of cultivation. The embryos were well washed with distilled water and then separated into four morphologically defined units: plumule, hypocotyl, radicle, and cotyledon. Each was homogenized with ice-chilled distilled water. Acid soluble and lipid fractions were removed by the technique of SCHNEIDER³. P.N.A. was extracted with cold 1 N HClO₄

Figures 1, 2, and 3 show the changes in dry weight, protein-N, and P.N.A.-P for each organ during the course of germination stage⁴. From these figures it is evident that: (1) in the plumule, the P.N.A.-P content increases exponentially over the entire stage; dry weight and protein-N changes reveal essentially the same tendency as observed in P.N.A.-P change; (2) in the radicle, the amount of P.N.A.-P increases exponentially over the entire phase; dry weight and protein-N show almost the same behaviour as the P.N.A.-P; (3) in the hypocotyl, the amount of P.N.A.-P increases exponentially up to the 2nd day and declines rapidly from the 3rd day. Protein-N increases exponentially up to the 3rd day, and thereafter the amount is retained unchanged. On the other hand, dry weight change does not run parallel with P.N.A.-P- as well as protein-N changes and it

¹ J. BRACHET, *Embryologie chimique*, 2nd edit. (Paris, 1947). — T. CASPERSON, *Cell Growth and Cell Function* (New York, 1950).

² B. MALMGREN and C. G. HEDÉN, *Acta Path. Microbiol. Scand.* 24, 417 (1917).

³ W. C. SCHNEIDER, *J. biol. Chem.* 161, 293 (1945).

¹ M. OGUR and G. ROSEN, *Arch. Biochem.* 25, 262 (1950).

² C. H. FISKE and Y. SUBBAROW, *J. biol. Chem.* 66, 375 (1925).

³ Y. YAGI, in EGAMI, *Nucleic acids and Nucleoproteins*, Tokyo 1, 132 (1951).

⁴ As the 0-day old material seeds soaked for 5 h were employed,

increases exponentially throughout the germination stage; (4) in the cotyledon, the amounts of P.N.A.-P, dry weight, and protein-N simultaneously decrease rapidly with the elapse of time. It is worth while to point out that a large amount of P.N.A.-P is found in this *reserve organ* at the initial stage of germination.

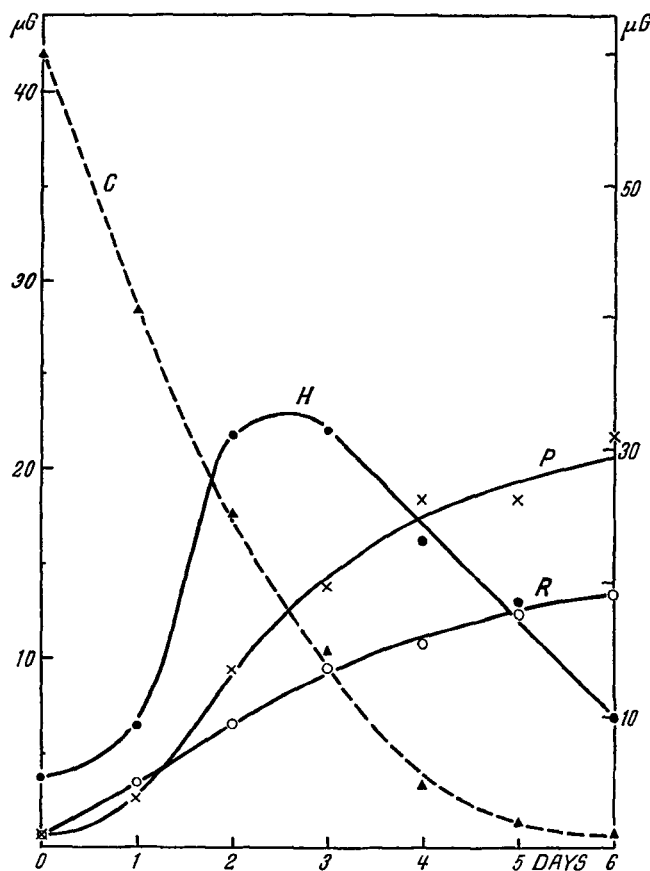


Fig. 3.—Changes in pentose nucleic acid phosphorus content of embryonic organs of *Vigna sesquipedalis* during the germination stage. See text of Figure 1 for symbols used. Scale in the right ordinate, for Cotyledon; the left, for P, H, and R.

Close parallelism between increase of P.N.A. and that of protein is thus demonstrated in all anabolic (growing) organs studied. This is most strikingly recognizable in the hypocotyl tissue in which the mode of growth is shown to change categorically from "division" to "elongation" at about the middle of the germination stage¹. Increase of protein occurs only in the earlier half of the germination stage, while in the later half protein content remains practically constant; P.N.A. increase is observed only in the earlier half, and it begins to disappear as the protein increase ceases. The result seems to suggest that if P.N.A. is indeed involved in protein synthesis, then a synthesis rather than only existence or degradation of P.N.A. may be significant for the formation of protein. This view is thought to be supported by the several similar findings in animal and microbial materials². In this connection, it is also a noticeable fact that

in all the embryonic tissues except cotyledon, an approximately constant quantitative relationship between maximum contents of both protein-N and P.N.A.-P (ca. 14:1) was observed.

As for the unexpectedly high P.N.A. content of the cotyledon, the possible existence of reserve phosphates such as phytic acid, which, if present, would be removed by the cold trichloroacetic acid treatment in our fractionation procedure, may not be the cause of such high phosphorus value observed for the P.N.A. fraction. In the germination stage, the cotyledon tissue which is now catabolic in nature is practically deprived of any ability to produce P.N.A. Hence the existing P.N.A. would be the survival of what had been produced in the anabolic phase of the cotyledon in its earlier stage of development on the placenta. We believe that this is the first case in which a reserve organ is found to have such a large amount of P.N.A. even in its mature stage. The significance of this high P.N.A. content in the cotyledon is as yet obscure

S. OSAWA and Y. OOTA

Biological Institute, Faculty of Science, Nagoya University, Japan, December 4, 1952.

Zusammenfassung

In den embryonalen Geweben einer Hülsenpflanze, *Vigna sesquipedalis*, findet Zunahme an Proteingehalt stets zugleich mit Zunahme an Pentosenukleinsäuregehalt statt. Dies ist ein genau gleiches Verhalten, wie man ihm bereits bei Mikroben sowie bei tierischen Geweben begegnete. In den Kotyledonen (Reserveorgane) wird ein unerwartet hoher Gehalt an P.N.A. gefunden.

Colour Pattern and the Definition of the Species, *Diadema antillarum* Philippi

Six species have been distinguished in the echinoid genus *Diadema* (Humphreys, 1797) Gray¹. Distinctions are maintained on the grounds of differences in the shape of the valves of the tridentate pedicellariae, the number of series of large tubercles in the interambulacral areas of the test and the colour pattern.

MORTENSEN² long ago urged that more attention should be directed to these colour differences, which mainly concern the disposition of blue areas on the black background of the test, on the grounds that herein may exist a clue to the interrelationships of the several species. Thus it is stated that the blue pattern of the genotype *D. setosum* (Leske) is very characteristic, consisting of isolated spots, whereas that of *D. antillarum* Philippi forms continuous lines, in the interambulacra. In *Diadema Savignyi* (Audouin) Michelin, a continuous blue ring around the periproct is described, which is stated to be absent in *D. antillarum*, etc.³.

My own studies on the last form have shown that the distribution of the blue colour has been inadequately described and although I have not yet had the opportunity of examining any other species, in the case of

¹ Y. OOTA, Science (Kagaku), Tokyo 23, 60 (1953); Embryologia, Nagoya (in press).

² S. OSAWA and Y. HAYASHI, Science (Kagaku), Tokyo 23, 34 (1953). — M. FUKUDA and A. SIBATANI, J. Biochem., Tokyo (in press). — S. OSAWA (unpublished experiment). — W. H. PRICE, J. gen. Physiol. 35, 741 (1952).

¹ TH. MORTENSEN, *A Monograph of the Echinoidea* (Reitzel, Copenhagen, 1940), p. 111.

² TH. MORTENSEN, U. S. Nat. Mus. Bull. Washington 74 (1910).

³ TH. MORTENSEN, *A Monograph of the Echinoidea* (Reitzel, Copenhagen, 1940), p. 111; U. S. Nat. Mus. Bull. Washington 74 (1910).