

Untersuchung über die Bedeutung der vegetativen Kerne und ihrer Nukleolen in den Pollenkörnern und Pollenschläuchen

RUDOLF HERICH

Anatomisch-cytologische Abteilung des Instituts für Pflanzenphysiologie der Komensky-Universität, Bratislava

Studies on the Significance of Vegetative Nuclei and their Nucleoli in Pollen Grains and Pollen Tubes

Summary. The communication deals with a study of the significance of vegetative nuclei of pollen grains. The study of vegetative nuclei was performed with pollen grains and pollen tubes of a tulip (*Tulipa gesneriana*, var. Bellona). The conclusions are summarized as follows:

1. The vegetative nucleus does not participate directly in the regulation of growth of the pollen tubes.
2. Stimulation of the growth of pollen tubes induced by means of boric acid is not accompanied by a simultaneous stimulation of spiralization of chromosomes in the generative nucleus or by its division.
3. The vegetative nucleus and its nucleolus take part in the division of the generative nucleus.
4. In the course of spiralization of the chromosomes of the generative nucleus, the nucleolus disappears from the vegetative nucleus. The vegetative nucleus, however, persists in spite of a decrease in DNA content.
5. The vegetative nucleus disappears after formation of spermatid nuclei.

Ogleich der Prozeß der Keimung des Pollens wie der des Wachstums der Pollenschläuche schon Anfang des vorigen Jahrhunderts (AMICI 1824) beobachtet wurde, blieb doch eine ganze Reihe damit verbundener Fragen bis heute unzureichend erklärt.

Ein solches bis jetzt noch immer umstrittenes Problem bildet z. B. schon die Differenzierung des vegetativen und generativen Kernes in den Pollenkörnern. Während der Teilung eines ursprünglichen Kernes in einer Mikrospore erfolgt die Differenzierung eines verhältnismäßig großen vegetativen und eines bedeutend kleineren generativen Kernes. Hier drängt sich die Frage auf: Wodurch wird diese unterschiedliche Differenzierung bei gleicher Chromosomenzahl in beiden Kernen bedingt? Wodurch wird die Determination der neuentstandenen Kerne in einen vegetativen und einen generativen Kern bestimmt?

Die Meinungen zu den Ursachen dieser unterschiedlichen Differenzierung sind verschieden. So liegt z. B. nach der Ansicht GEITLERS (1935) die Ursache in dem unterschiedlichen Gehalt an Zytoplasma in der vegetativen und generativen Zelle. Infolge einer asymmetrischen Differenzierung der Spindel soll die generative Zelle bloß eine unbedeutende Menge des Zytoplasmas erhalten, während das überwiegende Quantum der vegetativen Zelle zufällt. LA COUR (1949) erblickt dagegen den Grund für die unterschiedliche Differenzierung der beiden Kerne in dem verschiedenen Gehalt der im Zytoplasma der vegetativen und der generativen Zelle enthaltenen RNS. In dem Zytoplasma der generativen Zellen ist nämlich sehr wenig oder sogar keine RNS zu finden, während sie im Zytoplasma vegetativer Zellen verhältnismäßig reichlich enthalten ist. Nach PINTO-

LOPES (1948) liegt die Ursache dieser Differenzierung sowohl in der unterschiedlichen Hydratation wie in einer unterschiedlichen Viskosität des Plasmas in der vegetativen und der generativen Zelle. Nach den Meinungen anderer Autoren (KOLLER 1943, OGUR und Mitarb. 1951, TAYLOR und McMASTER 1954) wird die unterschiedliche Differenzierung vorwiegend durch einen unterschiedlichen Gehalt der in den einzelnen Kernen enthaltenen DNS hervorgerufen.

Aus dieser knappen Übersicht geht hervor, daß die Ansichten über die Ursache der unterschiedlichen Differenzierung des vegetativen und generativen Kernes weit auseinandergehen.

Ebenso unbeantwortet bleibt die Frage nach der Ursache einer unterschiedlichen Differenzierung der in den vegetativen und generativen Kernen befindlichen Nukleolen. In vegetativen Kernen liegen verhältnismäßig große, in generativen dagegen sehr kleine Nukleolen vor. Wodurch ist diese unterschiedliche Differenzierung bedingt, wenn die Zahl der Nukleolenorganismen oder der sich an der Differenzierung der Nukleolen beteiligenden sekundären Einschnürungen in beiden Fällen dieselbe ist? Hängt vielleicht dieser unterschiedliche Umfang der Nukleolen mit dem unterschiedlichen RNS-Gehalt im Zytoplasma beider Zellen zusammen?

Ebenso diskutabel erscheint noch heute die Bedeutung des vegetativen Kernes selbst. Welche Rolle spielt der vegetative Kern? Auch hier sind die Meinungen verschieden und können grob in drei Gruppen eingeteilt werden: 1) dem vegetativen Kern wird eine gewisse Ernährungsaufgabe zugeschrieben, 2) er soll bei dem Wachstum der Pollenschläuche eine kontrollierende und regelnde Funktion erfüllen,

3) er scheint eine bestimmte, doch nicht näher erklärte Rolle bei der Teilung des generativen Kernes zu spielen.

Die Bedeutung der Nukleolen sowohl des vegetativen als des generativen Kernes wurde bis jetzt auch keineswegs eindeutig genug klargestellt. Auf Grund unserer früheren Studien (HERICH 1964a) sind wir zu dem Schluß gekommen, daß sich die Nukleolen generativer Kerne wahrscheinlich an der Übertragung der zytoplasmatischen Vererbung beteiligen.

Von den obenerwähnten sich oft widersprechenden Meinungen über die Bedeutung des vegetativen Kernes ausgehend, haben wir unsere vorliegende Arbeit auf die Erörterung folgender Probleme eingestellt:

1. Die Bedeutung des vegetativen Kernes für das Wachstum der Pollenschläuche;
2. die Bedeutung des vegetativen Kernes und seines Nukleolus für die Teilung des generativen Kernes;
3. die Zeitperiode der Zerstörung des vegetativen Kernes.

Material und Methodik

Die Untersuchungsarbeiten wurden an Pollenkörnern und Pollenschläuchen der Tulpe (*Tulipa gesneriana*, var. *Bellona*) vorgenommen. Spermatische Kerne pflegen sich bei einer Tulpe erst im Pollenschlauch zu differenzieren. Die Keimung des Pollens wurde folgendermaßen hervorgerufen: Auf einen Objektträger wurde eine dünne Agarschicht (0,5% Agar in 1% Sacharose-Lösung) aufgetragen. Darauf wurden Pollenkörner gelegt und das Ganze wurde in feuchten (aus Petrischalen zusammengesetzten) Kämmerchen in einem Thermostaten bei einer Temperatur von 25 °C gehalten. Bei der Untersuchung des Einflusses vegetativer Kerne auf das Wachstum des Pollenschlauchs haben wir in einer Versuchsserie dem Agar Borsäure (in 0,001%), bei der Untersuchung der Beziehung des vegetativen Kernes zu der Spiralisierung der Chromosomen in dem generativen Kern Colchicin (in 0,1%) beigegeben. Colchicin kann übrigens, unserer Meinung nach, sehr gut bei taxonomischen Untersuchungen appliziert werden, denn hier läßt sich durch die Destruktion der Spindel und eine intensive Spiralisierung der einzelnen Chromosomen die Chromosomenstruktur sehr gut beobachten.

Zur Fixierung wurde Alkohol-Chloroform-Mischung im Verhältnis 2:1 benützt. Bei der Färbung der Präparate wurde Eisenhämatoxylin und Feulgensche Reaktion gewählt. Zur nachträglichen Färbung der Nukleolen und des Zytoplasmas nach der Feulgenschen Reaktion wurde Pikroindigokarmin gebraucht. Die Präparate wurden in Kanadabalsam nach der üblichen Technik eingebettet.

Ergebnisse und Diskussion

I. Die Bedeutung des vegetativen Kernes für das Wachstum des Pollenschlauchs

In den meisten bisherigen Studien überwiegt die Ansicht, daß der vegetative Kern bei dem Wachstum des Pollenschlauchs die Rolle eines Regulators spielt oder dabei eine bestimmte ernährnde Funktion zu erfüllen hat (POLJAKOVA 1963, POLJAKOVA und PODSTAVEK 1960, RUDENKO 1956 u. a.). Diese Ansichten

sind auf Beobachtungen gegründet, nach denen der vegetative Kern als erster in den Pollenschlauch eintritt und sich an dessen Spitze lokalisiert. Diese Lokalisierung des vegetativen Kernes an der Spitze des Pollenschlauchs hat zu der Ansicht geführt, daß der vegetative Kern eine leitende und orientierende Rolle beim Wachstum des Pollenschlauchs spielt.

Wir haben uns im Verlauf unserer Untersuchungen mit dem erwähnten Problem eingehend befaßt und sind zu dem Schluß gekommen, daß der vegetative Kern am Wachstum des Pollenschlauchs unbeteiligt ist. Wir sind dabei von folgenden Fakten ausgegangen:

1. Das Eintreten des vegetativen Kernes in den Pollenschlauch findet nicht unmittelbar nach der Keimung des Pollenkornes statt. Die vegetativen und generativen Kerne pflegen in den Pollenschlauch erst dann einzudringen, wenn dieser eine angemessene Länge erreicht hat. Das Wachstum des Pollenschlauchs pflegt auch in Abwesenheit des vegetativen oder generativen Kernes vorsichzugehen.

2. Nicht immer tritt der vegetative Kern aus dem Pollenkorn als erster in den Pollenschlauch ein. Es kamen mehrere Fälle vor, wo der generative Kern als erster eintritt und sogar an die Spitze des Pollenschlauchs gelangen und sich dort teilen kann (Abb. 1).

3. Selbst in den Fällen, wo der vegetative Kern als erster in das Innere des Pollenschlauchs eintritt, muß er nicht immer in dessen Spitze gelangen. Öfters lokalisiert er sich in bedeutender Entfernung von der Spitze des Pollenschlauchs. Diese Tatsache läßt sich besonders gut beobachten, wenn dem Nährmedium Borsäure beigegeben wird, die das Wachstum der Pollenschläuche beträchtlich stimuliert. Bei solch intensivem Wachstum der Pollenschläuche sind keine vegetativen Kerne an der Spitze lokalisiert. Die Borsäure beschleunigt jedoch weder den Prozeß der Spi-

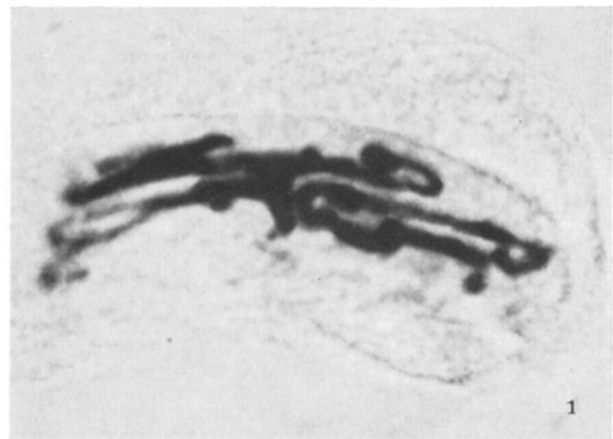


Abb. 1. Der generative Kern im Stadium der Metaphase, lokalisiert an der Spitze des Pollenschlauchs. Das Zytoplasma der generativen Zelle verhältnismäßig gut bemerkbar. Tulpe, gefärbt mit der Feulgen-Reaktion, Zytoplasma nachträglich gefärbt mit Pikroindigokarmin, ca. 2700 ×

ralisation der Chromosomen des generativen Kernes noch den Verlauf seiner Teilung.

4. Es wurde beobachtet, daß nach der Teilung des generativen Kernes in den Pollenschläuchen einer Tulpe der vegetative Kern zerstört wird. Unserer Meinung nach widerlegt diese Tatsache eindeutig die Hypothese, wonach der vegetative Kern eine aktive Rolle beim Wachstum des Pollenschlauchs spielt. Auf das Problem der Auflösung des vegetativen Kernes werden wir später noch zurückkommen.

II. Die Bedeutung des vegetativen Kernes für die Teilung des generativen Kernes

Schon in den Anfangsstadien unserer Untersuchungen über die Beziehung zwischen dem vegetativen Kern und dem Wachstum der Pollenschläuche haben wir bemerkt, daß es mehrere Fälle gibt, wo sowohl der vegetative und der generative Kern zur gleichen Zeit aus dem Pollenkorn in den Pollenschlauch übertreten. Die beiden Kerne pflegen sich dabei bedeu-

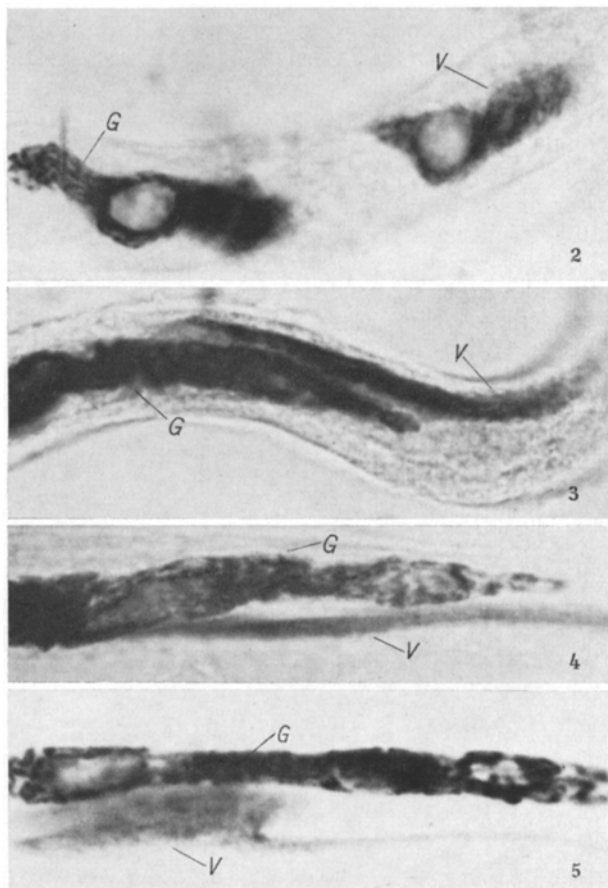


Abb. 2—5. Vegetative und generative Kerne im Pollenschlauch einer Tulpe. — Abb. 2. Vegetativer und generativer Kern vor ihrer Annäherung. In den Kernen lassen sich sehr gut die Nukleolen unterscheiden. Abb. 3—5. Der Verlauf der Annäherung des vegetativen und generativen Kernes. Gefärbt unter Anwendung von Feulgen-Reaktion, Zytoplasma und Nukleolen nachträglich gefärbt mit Pikroindigokarmin. V — vegetativer Kern, G — generativer Kern, ca. 2300 ×

tend zu verlängern und sich fast in ihrer ganzen Länge aneinanderzulegen. Der Verlauf einer solchen Annäherung des vegetativen und generativen Kernes ist sehr deutlich auf den Abb. 3—5 zu beobachten.

Nach einer bestimmten Zeitdauer trennen sich beide Kerne voneinander, wobei einer, entweder der vegetative oder der generative Kern, vorangeht und der andere zurückbleibt.

Hier ergibt sich die Frage: Ist die obenbeschriebene Annäherung des vegetativen und generativen Kernes zufällig oder nicht? Falls nicht, welche Bedeutung hätte sie? Um diese Fragen wenigstens teilweise beantworten zu können, schauen wir uns beide Kerne etwas genauer an.

Der vegetative Kern hat nach seinem Eintritt in den Pollenschlauch meist eine unregelmäßige Form (Abb. 2). In vereinzelt Fällen haben wir bei dem vegetativen Kern auch eine rundliche Form beobachtet, die der von RUDENKO (1956) beschriebenen nicht unähnlich ist. Im Gegensatz zu POLJAKOVA und PODSTAVEK (1960) waren auch nach dem Übertritt der vegetativen Kerne in den Pollenschlauch die Nukleolen klar zu unterscheiden. Wie aus den beiliegenden Photoabbildungen (Abb. 2, 6, 7) ersichtlich ist, kann ein vegetativer Kern einen bzw. mehrere Nukleolen besitzen. Sie sind meistens im vorderen Teile des vegetativen Kernes lokalisiert.

Der generative Kern befindet sich nach seinem Übergang in den Pollenschlauch im Stadium einer frühen Prophase. Die Chromosomen sind noch verhältnismäßig wenig spiralisiert, so daß der Kern ein kompaktes Aussehen besitzt. Auch in diesem Stadium kann man in ihm einen bzw. mehrere Nukleolen (Abb. 2—5) unterscheiden. Ebenso ist das Zytoplasma der generativen Zelle im Innern des Pollenschlauchs verhältnismäßig gut sichtbar (Abb. 1).

Photometrische Untersuchungen über den DNS-Gehalt im vegetativen und generativen Kern haben gezeigt, daß dieser in beiden Kernen gleich ist (BRYAN 1951, SWIFT 1950). Nach PASTEELS und LISON (1951) erfährt jedoch der DNS-Gehalt des generativen Kernes im Verlauf der Telophase eine Erhöhung. Nach ROWLANDS (1954) verliert der vegetative Kern seine Fähigkeit der DNS-Synthese.

Wir haben bei unseren Untersuchungen keine Möglichkeit gehabt, den DNS-Gehalt in den vegetativen und generativen Kernen genauer zu bestimmen. Bloß auf Grund einer unterschiedlichen Färbungsintensität bei den vegetativen und generativen Kernen nach der Feulgen-Reaktion kann angenommen werden, daß der DNS-Gehalt in dem vegetativen Kern niedriger ist. Diese unterschiedliche Färbungsintensität kann auch auf den beigegebenen Photoabbildungen (Abb. 2—5) beobachtet werden. Wir haben bemerkt, daß sich während der gegenseitigen Annäherung des generativen Kernes im Innern des Pollenschlauchs der vegetative Kern nach der Feulgen-Reaktion weniger intensiv färbt (Abb. 2—5). Diese

geringere Färbungsintensität bei den vegetativen Kernen könnte auf eine gewisse Abnahme des DNS-Gehalts dieser Kerne hinweisen.

Ebenso interessant ist eine weitere Erscheinung, die von uns in der Zeit der beiderseitigen Annäherung des vegetativen und des generativen Kernes beobachtet wurde — nämlich das Verschwinden des Nukleolus aus dem vegetativen Kern. Diese Beobachtungen scheinen darauf hinzuweisen, daß während der gegenseitigen Annäherung des vegetativen und des generativen Kernes die generative Zelle aus dem vegetativen Kern manche Stoffe übernimmt, welche zur Sicherung einer regelmäßigen Teilung des generativen Kernes notwendig sind. Nach diesen Feststellungen erscheint also die Annäherung beider Kerne keineswegs zufällig.

Morphologische Veränderungen des vegetativen Kernes, insbesondere seines Nukleolus, welche gerade im Verlauf der Teilung des generativen Kernes erfolgen, weisen darauf hin, daß für die Teilung des generativen Kernes bestimmte, im vegetativen Kern resp. seinem Nukleolus befindliche Stoffe nötig sind (BISHOP und MCGOWAN 1953, POLJAKOVA 1958). Nach diesen Studien ist der vegetative Kern für die Teilung des generativen Kernes unumgänglich notwendig. Diese Voraussetzung bestätigt auch die weitere Angabe, daß sich ein sich teilender generativer Kern stets in der Nähe eines vegetativen Kernes befindet (RUDENKO 1956).

Bezüglich der Frage, welcher Bestandteil des vegetativen Kernes bzw. seines Nukleolus bei der Teilung des generativen Kernes verbraucht wird, sind die Anschauungen geteilt. So führt z. B. POLJAKOVA (1958) an, daß aus dem Nukleolus des vegetativen Kernes DNS in das Granulationsgebilde tritt. Sie läßt jedoch die Möglichkeit offen, daß aus dem Nukleolus auch andere Stoffe, z. B. RNS und Eiweißstoffe, hervortreten können.

Unsere früheren Studien (HERICH 1964, 1964a) haben gezeigt, daß alle diese Stoffe im Nukleolus tatsächlich vorhanden sind. Wenn also zur Zeit der Annäherung des vegetativen und generativen Kernes im Pollenschlauch der Nukleolus aus dem vegetativen Kern verschwindet, kann angenommen werden, daß eine Zerstörung der Nukleolen stattfindet, wobei sich ihre einzelnen Komponenten an der Teilung des generativen Kernes beteiligen. Das Zytoplasma der generativen Zelle enthält bekanntlich nur eine unbedeutende Menge an RNS. Die Nukleolen der generativen Kerne sind auch sehr klein, folglich muß auch in den Nukleolen der Gehalt an RNS gering sein. Dann kann mit mehr oder weniger großer Sicherheit behauptet werden, daß sich an dem Bau der Spindel die Eiweißstoffe der vegetativen Zelle beteiligen müssen. Die Menge der zur Differenzierung der Spindel notwendigen Eiweißstoffe übertrifft bei weitem die Menge, welche in der generativen Zelle zur Verfügung steht. Die Bedeutung des vegetativen Kernes liegt, unserer Meinung nach, haupt-

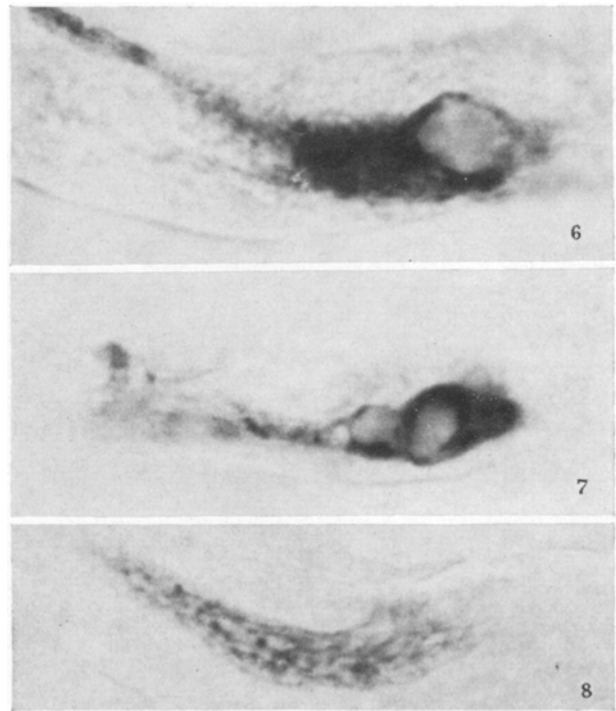


Abb. 6—8. Vegetative Kerne in den Pollenschläuchen der Tulpe. Abb. 6—7. Vegetative Kerne mit einem großen bzw. einigen kleineren Nukleolen vor der Annäherung an den generativen Kern. Abb. 8. Der vegetative Kern vor seinem Verschwinden, nach der Teilung des generativen Kernes. Feulgen-Reaktion, Nukleolen und Zytoplasma nachträglich mit Pikroindigokarmin gefärbt, ca. 2400×

sächlich in seiner Rolle bei der Teilung des generativen Kernes.

III. Die Beziehung des vegetativen Kernes zu der Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes und die Zeitdauer der Auflösung des vegetativen Kernes

Über die Zeitdauer der Auflösung des vegetativen Kernes sind die Ansichten der Autoren unterschiedlich. Einigen zufolge (PODDUBNAJA-ARNOLDI 1936, VENEMA und KOOPMANS 1962) verschwindet der vegetative Kern nach der Bildung spermatischer Kerne. Nach anderen (RUDENKO 1956, POLJAKOVA und PODSTAVEK 1960) erfolgt nach der Bildung von Spermakernen keine Zerstörung des vegetativen Kernes, unabhängig davon, ob sich diese schon im Pollenkorn oder erst im Pollenschlauch differenziert haben.

Bei unseren Untersuchungen haben wir uns mit dem Problem der Auflösung des vegetativen Kernes in den Pollenschläuchen einer Tulpe befaßt. Es wurde festgestellt, daß die Intensität der Färbung des vegetativen Kernes (nach der Feulgenschen Reaktion) auffallend nach der Bildung spermatischer Kerne abgenommen hat (Abb. 8). Auch in der Struktur des vegetativen Kernes wurden wesentliche Veränderungen bemerkt. Während vor der Teilung des genera-

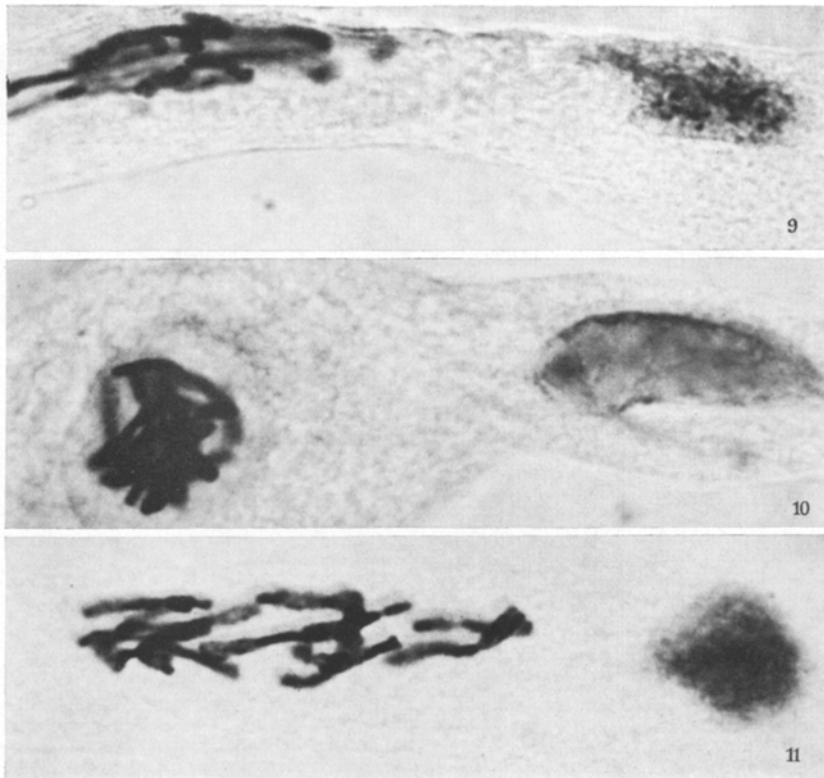


Abb. 9. Der vegetative Kern im Stadium der Metaphase des generativen Kernes. Im Verlauf der Metaphase des generativen Kernes verschwindet der Nukleolus aus dem vegetativen Kern. Feulgen-Reaktion, Pikroindigokarmin, ca. 2400 ×

Abb. 10–11. Intensive Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes bei der Tulpe nach der Beigabe von Colchicin zum Nährboden. Abb. 10. Spiralisierte Chromosomen im Pollenkorn. Abb. 11. Nach dem Übergang in den Pollenschlauch. Der vegetative Kern tritt in den Pollenschlauch ohne Nukleolus ein. Feulgen-Reaktion, Pikroindigokarmin, ca. 2400 ×

tiven Kernes bei dem vegetativen Kern eine mehr oder weniger homogene Struktur (Abb. 2, 6, 7) festgestellt wurde, bekam dieser nach der Teilung des generativen Kernes eine netzartig-faserige Struktur (Abb. 8). Dieser verlor sich allmählich und der vegetative Kern verschwand.

Nach den Ergebnissen unserer Untersuchungen verschwindet der vegetative Kern nach der Bildung von Sperma-Kernen.

Auf Grund der aufgeführten Beziehung zwischen dem vegetativen Kern und der Teilung des generativen Kernes haben wir es für interessant gehalten, die Beziehung des vegetativen Kernes zu der Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes zu untersuchen. Der generative Kern befindet sich nach seinem Übertritt in den Pollenschlauch, wie oben gesagt, im Stadium der frühen Prophase. Seine Chromosomen sind schon differenziert, doch sein Kern hat noch ein kompaktes Aussehen (Abb. 2). Die Intensitätsabnahme in der Färbung der vegetativen Kerne (Feulgen-Reaktion) im Verlauf der Annäherung des vegetativen und generativen Kernes (Abb. 5) weist auf eine gewisse Abnahme der DNS des vegetativen

tiven Kern der Nukleolus aus dem vegetativen Kern verschwindet.

Wie schon erwähnt, kommt es im Verlauf der Annäherung des vegetativen und des generativen Kernes im Pollenschlauch ebenfalls zu einem Verschwinden der Nukleolen. In beiden Fällen verschwindet folglich der Nukleolus aus dem vegetativen Kern im Verlauf der Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes. Über das Schicksal der Nukleolarsubstanz, ob sich diese an dem Bau der Chromosomen (eine sog. Matrixtheorie) bzw. an dem Bau der Spindel bei der Teilung des generativen Kernes beteiligt, kann auf Grund unserer bisherigen Studien keine eindeutige Antwort gegeben werden. Wir befassen uns weiter mit der Untersuchung der Nukleolen im Verlauf der Teilung des generativen Kernes.

Zusammenfassung

Die Arbeit befaßt sich mit der Untersuchung der Bedeutung des in Pollenkörnern befindlichen vegetativen Kernes. Die Untersuchung der vegetativen Kerne wurde in den Pollenkörnern und Pollenschläu-

Kerns. Nimmt diese aus dem vegetativen Kern abgeschöpfte DNS an der Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes Anteil? Um diese Frage beantworten zu können, haben wir bei den Pollenkörnern einer Tulpe durch die Beigabe von Colchicin zum Nährboden eine intensive Spiralisierung hervorgerufen. Es ist dadurch schon in den Pollenkörnern zu einer intensiven Spiralisierung der Chromosomen gekommen und diese intensiv spiralisierte Chromosomen sind in die Pollenschläuche übergetreten (Abb. 10, 11). Trotz intensiver Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes blieb der vegetative Kern erhalten (Abb. 9, 10, 11). Aus dem vegetativen Kern ist jedoch der Nukleolus verschwunden. Während der Keimung des Pollenkornes siedelt der vegetative Kern in den Pollenschlauch über.

Danach bedingt die Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes keineswegs die Auflösung des vegetativen Kernes. Auch eine weitere Erkenntnis verdient unsere Aufmerksamkeit, und zwar die Tatsache, daß im Verlauf der Spiralisierung der Chromosomen im genera-

chen der Tulpe (*Tulipa gesneriana*, var. Bellona) durchgeführt. Wir sind zu folgenden Ergebnissen gekommen:

1. Der vegetative Kern nimmt an der Orientierung des Wachstums der Pollenschläuche keinen unmittelbaren Anteil.

2. Die durch Anwendung von Borsäure induzierte Stimulation des Wachstums der Pollenschläuche ist nicht durch eine Stimulation der Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes und seine Teilung begleitet.

3. Der vegetative Kern und sein Nukleolus beteiligen sich an der Teilung des generativen Kernes.

4. Im Verlauf der Spiralisierung der Chromosomen des generativen Kernes verliert sich aus dem vegetativen Kern der Nukleolus, doch der vegetative Kern bleibt trotz einer festgestellten Abnahme des DNS-Gehalts erhalten.

5. Der vegetative Kern verschwindet nach der Bildung von Sperma-Kernen.

Literatur

1. AMICI, G.: Observations microscopiques sur diverses espèces de plantes. *Ann. Sci. Nat.* **1**, 41–70 (1824). —
2. BISHOP, CH. J., and J. MCGOWAN: The role of the vegetative nucleus in pollentube growth and in the division of the generative nucleus in *Tradescantia paludosa*. *Amer. Jour. Bot.* **40**, 658–659 (1953). —
3. BRYAN, J. H. D.: DNA-protein relations during microsporogenesis of *Tradescantia*. *Chromosoma* **4**, 369–392 (1951). —
4. GEITLER, L.: Beobachtungen über die erste Teilung im Pollenkorn. *Planta* **24**, 361–386 (1935). —
5. HERICH, R.: The nucleolus structure. I. Structure of the interphase nucleolus. *Cytologia (Tokyo)* **29**, 355–358 (1964). —
6. HERICH, R.: The nucleolus structure. II. Differentiation, morphological build-up and development of nucleolar structures. *Nucleus (India)* **7**, 59–66 (1964a). —
7. KOLLER, P. C.: The effects of radiation on pollen grain development, differentiation and germination. *Proc. Roy. Soc. Edinb. B.* **61**, 398–429 (1943). —
8. LACOUR, L. F.: Nuclear differentiation in the pollen grain. *Heredity* **3**, 319–337 (1949). —
9. OGUR, M., R. O. ERICKSON, G. U. ROSEN, K. B. SAX and C. HOLDEN: Nucleic acids in relation to cell division in *Lilium longiflorum*. *Expt. Cell Res.* **2**, 73–89 (1951). —
10. PASTEELS, S. J., et L. LISON: Étude quantitative de l'acide désoxyribonucléique en cours de la formation du pollen chez *Tradescantia virginiana*. *C. R. Acad. Sci. Paris* **233**, 196–197 (1951). —
11. PINTO-LOPES, J.: On the differentiation of the nuclei in pollen grains of angiosperms. *Portug. Acta Biol. A.* **2**, 237–247 (1948). —
12. PODDUBNAJA-ARNOLDI, V.: Beobachtungen über die Keimung des Pollens einiger Pflanzen auf künstlichem Nährboden. *Planta* **25**, 502–529 (1936). —
13. POLJAKOVA, T. F.: Razvitie mužskogo gametofita u *Trifolium pratense* L. *Vestnik Leningradskogo Univ.* **3**, 63–76 (1958). —
14. POLJAKOVA, T. F.: Izučenie vegetativnogo jadra v pyl'cevom zerne u *Echinops sphaerocephalus*. *Citologija* **5**, 52–60 (1963). —
15. POLJAKOVA, T. F., i S. E. PODSTAVEK: O povedenii vegetativnogo jadra u rastenij s dvuchjadernym i trechjadernym tipom pyl'cezeren. *Doklady Akad. Nauk SSSR* **133**, 1433–1436 (1960). —
16. ROWLANDS, D. G.: Control of mitotic activity. *Nature* **173**, 828–829 (1954). —
17. RUDENKO, F. E.: Vegetativnaja kletka i ee značenie v razvitii mužskogo gametofita. *Naučnye zapiski Užgorodskogo universiteta, Botanika* **17**, 3–15 (1956). —
18. SWIFT, H. H.: The constancy of desoxyribose nucleic acid in plant nuclei. *Proc. Nat. Acad. Sci., Wash.* **36**, 643–657 (1950). —
19. TAYLOR, J. H., and R. D. McMASTER: Autoradiographic and microphotometric studies of DNA during microgametogenesis in *Lilium longiflorum*. *Chromosoma* **6**, 305–321 (1954). —
20. VENEMA, G., and A. KOOPMANS: A Phase-Contrast Microscopic Study of Pollengrain Germination, Nuclear Movement and Pollentube Mitosis in *Tradescantia virginiana*. *Cytologia (Tokyo)* **27**, 11–24 (1962).

Dozent Dr. R. HERICH

Anatomisch-cytologische Abteilung des Instituts für Pflanzensoziologie der Komensky-Universität Bratislava
Odborárska nám. 12 (ČSSR)