

Diploidisierung und Polyploidisierung mixoploider Wurzelspitzen

BOHUMIL NĚMEC*

Eingegangen am 6. Dezember, 1962

Abstrakt. Wenn sich polyploide Zellstränge oder Sektoren an der Peripherie der Wurzelspitze befinden, so können Initialen, durch deren Teilung sie entstanden sind, ihre weitere Teilung einstellen, und die polyploiden Zellenstränge werden durch Verschleimung der Zellmembran abgetrennt. Es ist ein Chorisevorgang, analog der Abschälung der lateralen Haubenschichten. Nur werden in mixoploiden Wurzelspitzen polyploide Zellstränge abgetrennt, die allerdings auch vereinzelte diploide Zellstränge enthalten können. Der Vorgang kann zur Diploidisierung der Wurzelspitze wesentlich beitragen. Seltener kann eine Wurzelspitze, wenn sie eine starke Majorität von polyploiden Zellen — insbesondere im Plerom — enthält, die peripheren diploiden Initialen aus der weiteren Teilung ausscheiden, wodurch sie polyploid werden kann. Auch solche Chorisevorgänge beweisen, dass die polyploiden Zellen im Verbands von diploiden Zellen als fremde Elemente — wahrscheinlich stofflich — wirken können.

Durch Einwirkung von verschiedenen mitostatischen und mitoklastischen äusseren Faktoren enthält man zunächst mixoploide meristematische Gewebe und zwar sicher in Stamm- und Wurzelspitzen. Wie SATINA, BLAKESLEE und AVERY (1940) gezeigt haben, müssen in den Stammspitzen alle Initialen der drei Gewebesysteme polyploid werden, wenn der Stamm rein polyploid werden soll. Der Bau der Wurzelspitzen ist jedoch von jenem der Stammspitze grundverschieden. Sollte ihre Initialengruppe eine rein polyploide Wurzel produzieren, so müssten alle Initialzellen der Wurzelspitze polyploid werden. Das ist in Wurzelspitzen mit einem vielzelligen Transversalmeristem durch Einwirkung von Chloralhydrat schwer möglich zu erhalten. Ich habe mir gedacht, dass dies eher in Seitenwurzeln, welche an mehrmals chloralisierten Hauptwurzeln entstehen, möglich sein könnte. Dieselben könnten rein polyploid sein, sofern sie aus einer Gruppe polyploider Perikambialzellen entstanden seien. Das geschieht bei *Vicia faba* sehr selten, fast immer enthält die Initialengruppe der Seitenwurzeln sowohl polyploide als auch diploide Zellen. Weder diese noch jene werden bei der Anlage der Seitenwurzeln bevorzugt (NĚMEC 1961a). Das ist eine ziemlich unerwartete Erscheinung, denn während der weiteren Ent-

Adresse: Na Václavce 7, Praha-Smíchov

wicklung der mixoploiden Wurzeln werden polyploide Initialen aus dem Urmeristem solcher Wurzelspitzen auf verschiedenen Wegen ausgeschieden und die Spitze kann allmählich rein diploid werden. Am leichtesten geschieht das im Dermatogen oder im äusseren Periblem. Die peripheren polyploiden Zellen des Urmeristems können aufhören sich zu teilen und samt ihren bisherigen akropetalen Abkommen in den Streckungszustand übertreten. Ein neues Dermatogen wird an ihrer inneren Seite differenziert und die ausserhalb desselben gelegenen Zellschichten werden von der Wurzel abgeschieden. Die Abtrennung der polyploiden Schichten beginnt mit einer Verschleimung der trennenden Zellwände. In dieser Abhandlung sollen einige neu beobachtete Fälle beschrieben werden, an welchen der Vorgang der Abtrennung polyploider Zellschichten klar zu sehen ist.

Material und Methode

Die untersuchten mixoploiden Spitzen der Seitenwurzeln sind an wiederholt chloralisierten Keimwurzeln von *Vicia faba* L. entstanden. Dieselben wurden in Flemmingscher Lösung fixiert (NĚMEC et cons. 1961), in Paraffin geschnitten und mit Eisenhämatoxylin gefärbt. Nur an Schnitten können die Schicksale der polyploiden Zellen im Verbande von diploidem Gewebe verfolgt werden.

Ergebnisse

Der auf Abb. 1 reproduzierte Längsschnitt durch eine Wurzelspitze zeigt an der linken Hälfte ein Plerom, dessen äussere Schichten polyploid sind. Die Initialen haben jedoch aufgehört für diesen Zellenstrang sich zu teilen und seine Zellen haben den Charakter von Zellen der Seitenhaube angenommen, die sich strecken. Sie enthalten wenig Zytoplasma und sind länger als normale meristematische Zellen. Der Vorgang hat offenbar nicht lange vor der Fixierung der Wurzelspitze stattgefunden. Man könnte denselben auch so ausdrücken, dass die transversale Initialengruppe einen neuen Vegetationspunkt organisiert hat.

Abbildung 2 bringt die Aufnahme eines Längsschnittes durch eine ähnliche mixoploide Seitenwurzel, jedoch schon in einem späteren Stadium. Man sieht, dass der polyploide meristematische Zellenstrang durch ein der Seitenhaube ähnliches Gewebe abgelöst wurde. Die polyploiden Zellschichten stehen jedoch mit dem inneren diploiden Gewebe der Wurzel noch in ungestörter Verbindung. Der neue Vegetationspunkt ist schon vollständig organisiert. An der rechten Seite der Wurzelspitze werden nebst der Seitenhaube nur noch zwei polyploide Zellschichten abgetrennt.

Auf Abbildung 3 ist die Aufnahme eines medianen Längsschnittes durch eine mixoploide Wurzelspitze dargestellt, bei der ein polyploider Sektor aus seiner weiteren meristematischen Funktion ausgeschieden wurde, ähnlich wie man das auf der vorigen Abbildung sieht. Er enthielt neben polyploiden auch zwei diploide Zellschichten. Der ganze Strang wird vom übrigen Gewebe der Wurzel deutlich durch verquollene Zellmembranen abgetrennt. Auch diese Wurzelspitze kann ebenso wie die vorhergehende (Abb. 2), als weiteres Stadium der auf Abb. 1 dargestellten Wurzelspitze angesehen werden. Die neue Wurzelspitze ist ebenfalls schon völlig reorganisiert.

Der mit der Diploidisierung zusammenhängende Vorgang besteht eigentlich aus zwei Stadien. Zunächst scheiden die peripheren Initialen aus der weiteren Zellteilung aus. Es kann sich dabei um lauter polyploide Zellen handeln (Abb. 2), oder es können auch einige diploide Zellen untermengt sein (Abb. 3). Sodann handelt es sich um die Verschleimung und Auflösung der Zellmembranen an der Grenze zwischen dem meristematischen und dem abgetrennten Gewebe. Auch an normalen Wurzelspitzen werden die äusseren Schichten der Lateralhaube periodisch abgetrennt, da ihre Trennungsmembran verquillt und zum grössten Teil aufgelöst wird, wobei in erster Reihe die Mittellamellen betroffen werden. Bei den Laubblättern wird anfangs die kleinzellige Trennungsschicht vorbereitet, worauf in einer Querzone die Mittellamelle der Zellen verquillt und aufgelöst wird. Bei der Ablösung der Blätter kommt der Abrundung der Zellen der Trennungszone eine aktive Bedeutung zu, bei der Trennung der polyploiden Zellschichten kommt das nicht vor. Die Trennungspheleide sind viel komplizierter gebaut als die Trennungsvorrichtungen in mixoploiden Wurzelspitzen.

Dennoch kann das Ausscheiden der polyploiden Initialen mit der nachfolgenden Abtrennung der polyploiden Zellstränge oder Sektoren als eine Art von Chorise betrachtet werden. Kennzeichnend ist für den Vorgang jedoch, dass es sich um die Abtrennung von polyploiden Zellkomplexen, eventuell mit einigen diploiden Elementen, handelt. Der Vorgang beginnt meist in der Initialzone der Spitze, nicht in Zonen, welche die Zellteilung schon aufgegeben haben. Hingegen kann die Trennung der verschiedenen hochploiden Gewebe durch verkorkte Membranen auch in älteren Zonen vor sich gehen.

Durch solche Abtrennungsvorgänge kann sich eine mixoploide Wurzel der polyploiden Zellstränge entledigen und die Wurzelspitze kann diploid werden.

Der Anlass zu Trennungsvorgängen zwischen verschiedenen hochploiden Geweben dürfte in ihrer stofflichen gegenseitigen Beeinflussung zu suchen sein. Jedenfalls verhalten sich Zellen solcher Gewebe gegenseitig nicht indifferent wie Zellen isoploider Gewebe und die regulativen Ausscheidungen der polyploiden Elemente können physiologisch als eine besondere Art von Chorise gedeutet werden.

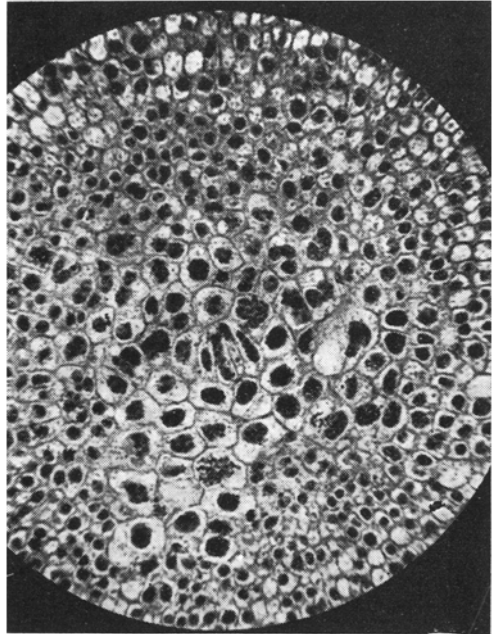


Abb. 5. Querschnitt durch eine mixoploide Wurzelspitze von *Vicia faba*, dicht hinter dem Transversalmeristem. Das Plerom besteht aus polyploiden Zellen. Foto Dr. A. Lux. 180 : 1.

Eine solche Diploidisierung wäre jedoch unmöglich, wenn die Plerominitialen aus polyploiden Zellen bestehen würden. Auf Querschnitten durch mixoploide Wurzeln kann man zuweilen auch solche Fälle antreffen. Die polyploide Pleromgruppe kann sogar auch Ausläufer in das Periblem senden (siehe Abb. 5). Dann ist es jedoch auch möglich, dass sich solche mixoploide Wurzelspitzen zu rein polyploiden Spitzen entwickeln könnten. So hätte sich wahrscheinlich die Wurzel weiter polyploidisiert, deren Längsschnitt auf Abb. 4 reproduziert ist. Ursprünglich besass die Wurzel, wie es noch an ihren älteren Teilen zu sehen ist, einen diploiden Mantel und ein polyploides Zentrum. An der rechten Seite wurden diploide Zellen aus der Teilnahme am Bau der Wurzelspitze schon ausgeschieden, an der linken Flanke reicht ihr Zellenstrang noch in die Initialzone. Sonst besteht die Wurzelspitze aus oktoploiden Zellen und man kann annehmen, dass sie während der weiteren Entwicklung rein polyploid geworden wäre. Solche mixoploide Wurzelspitzen, welche annehmen liessen, dass sie sich auf dem Wege zur völligen Polyploidisierung befinden, kommen jedoch nicht häufig vor.

Literatur

- NĚMEC, B.: Über mixoploide Wurzelspitzen. — *Biol. Plant.* 3 : 253—264, 1961a.
 NĚMEC, B. et cons.: Botanická mikrotechnika (Botanische Mikrotechnik). — Praha 1961b.
 SATINA, S., BLAKESLEE, A. F., AVERY, A. G.: Demonstration of three germ layers in the shoot apex of *Datura*. — *Amer. J. Bot.* 17 : 895—903, 1940.

B. NĚMEC, Československá akademie věd, Praha: **Diploidizace a polyploidizace mixoploidních kořenů.** — *Biol. Plant.* 6 : 161—164, 1964.

Nalézají-li se polyploidní buněčné provazce nebo sektory na periférii kořenového vrcholu, mohou jejich iniciály zastavit své další dělení a polyploidní tkáň může zrosolovatěním a rozpuštěním hraničních blan být od vrcholu odloučena. Je to pochod chorize, který je obdobný odlupování buněčných vrstev postranní kořenové čepečky. V mixoploidních vrcholech jsou odlučovány polyploidní provazce nebo sektory, které jenom někdy obsahují též několik vtroušených řad diploidních buněk. Tento odlučovací pochod může přispět podstatně k diploidizaci mixoploidních kořenových vrcholů. Méně často může vrchol obsahující většinu polyploidních buněk, zvláště když zaujímají plerom, odloučit periferní diploidní buněčné vrstvy, čímž se může stát čistě polyploidním. I v přírodě může k takovým pochodům docházet, neboť vnější činitelé snadno mohou v kořenech vyvolat vznik polyploidních buněk. Polyploidní buňky působí — nejspíše hmotně — jako cizí elementy na zápoj v buňkách diploidních.

Б. НЕМЕЦ, Чехословацкая академия наук, Прага: **Диплоидизация и полиплоидизация миксоплоидных корней.** — *Biol. Plant.* 6 : 161—164, 1964.

Находятся ли полиплоидные клеточные тяжи или секторы на периферии корневой верхушки, то их инициалы могут прекратить дальнейшее деление и полиплоидная ткань разжижением и растворением окружающих стенок может быть отделена от верхушки. Это -- процесс хоризии, который похож на отшнуровывание клеточных слоев посторонней корневой калиптры. В миксоплоидных верхушках отшнуровываются полиплоидные тяжи или секторы, которые только иногда содержат тоже несколько разбросанных рядов диплоидных клеток. Этот процесс отшнуровывания может существенно способствовать диплоидизации миксоплоидных корневых верхушек. Менее часто может верхушка, содержащая большинство полиплоидных клеток, особенно в том случае, когда занимают плером, отделить периферийные диплоидные слои, вследствие чего может стать чисто полиплоидной. Такие процессы могут иметь место и в природе, так как внешние факторы могут легко вызывать в корне возникновение полиплоидных клеток. Полиплоидные клетки действуют, по всей вероятности, материально, как чужие элементы в системе диплоидных клеток.

B. NĚMEC

DIPLOIDISIERUNG UND POLYPLOIDISIERUNG

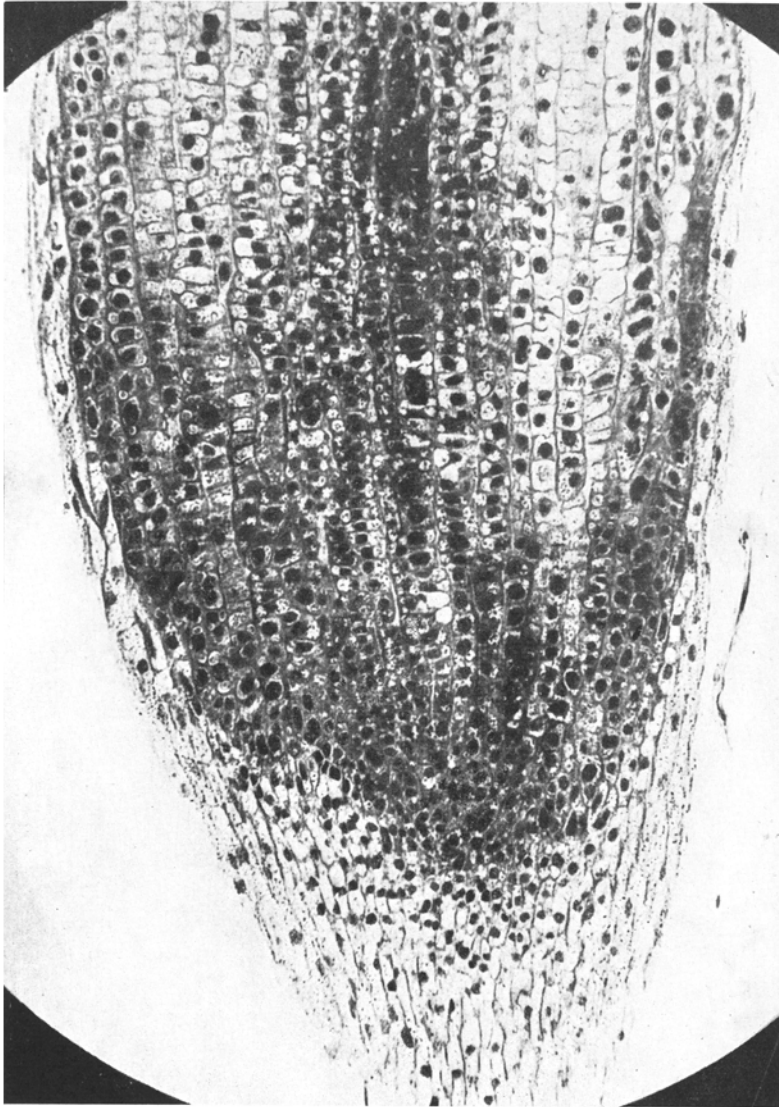


Abb. 1. Längsschnitt durch eine mixoploide Seitenwurzel von *Vicia faba*, an welcher links die Abtrennung des tetraploiden Zellenstranges vorbereitet wird. Foto Dr. A. Lux. 140 : 1.

B. NÉMEC
DIPLOIDISIERUNG UND POLYPLOIDISIERUNG

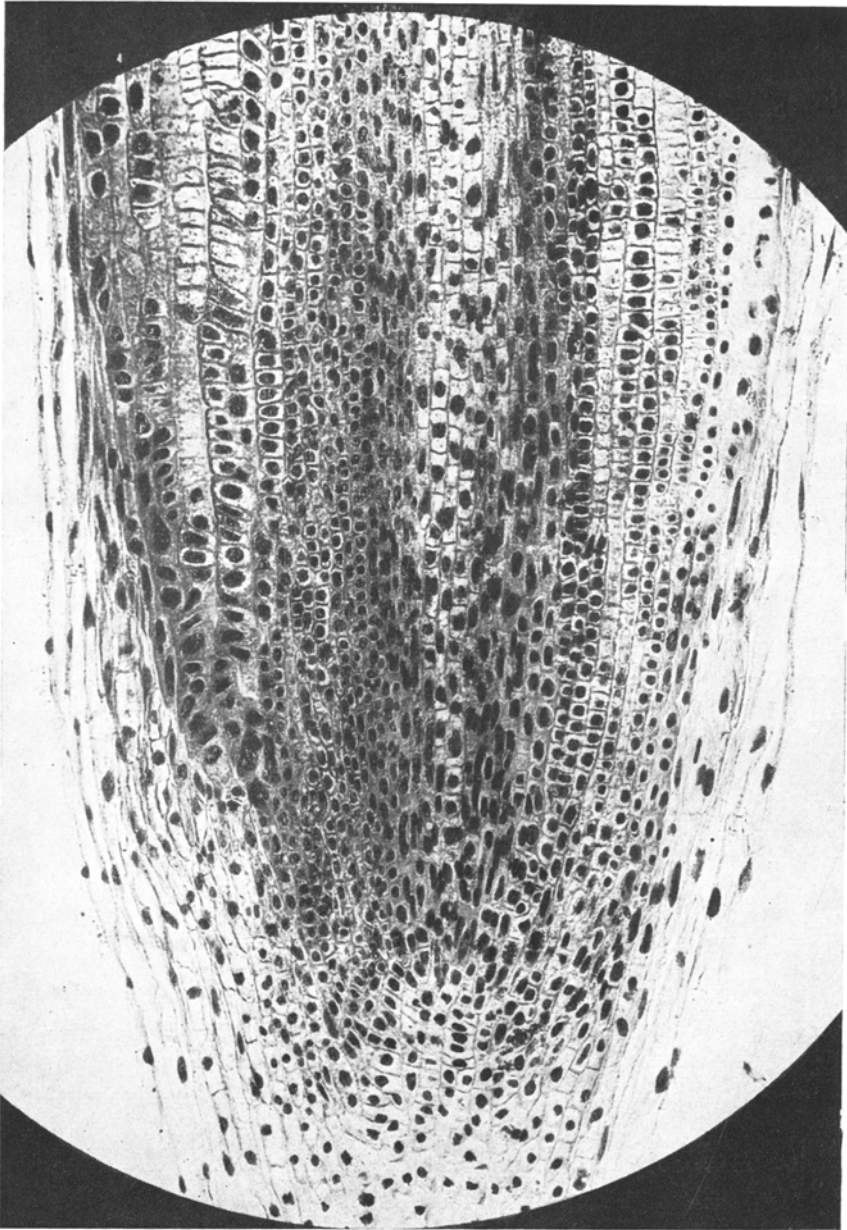


Abb. 2. Längsschnitt durch eine mixoploide Seitenwurzel von *Vicia faba*, an welcher schon die neue Spitze rekonstruiert und links die Abspaltung des polyploiden Zellstrange vorbereitet ist. Foto Dr. A. Lux. 110 : 1.

B. NÉMEC

DIPLOIDISIERUNG UND POLYPLOIDISIERUNG

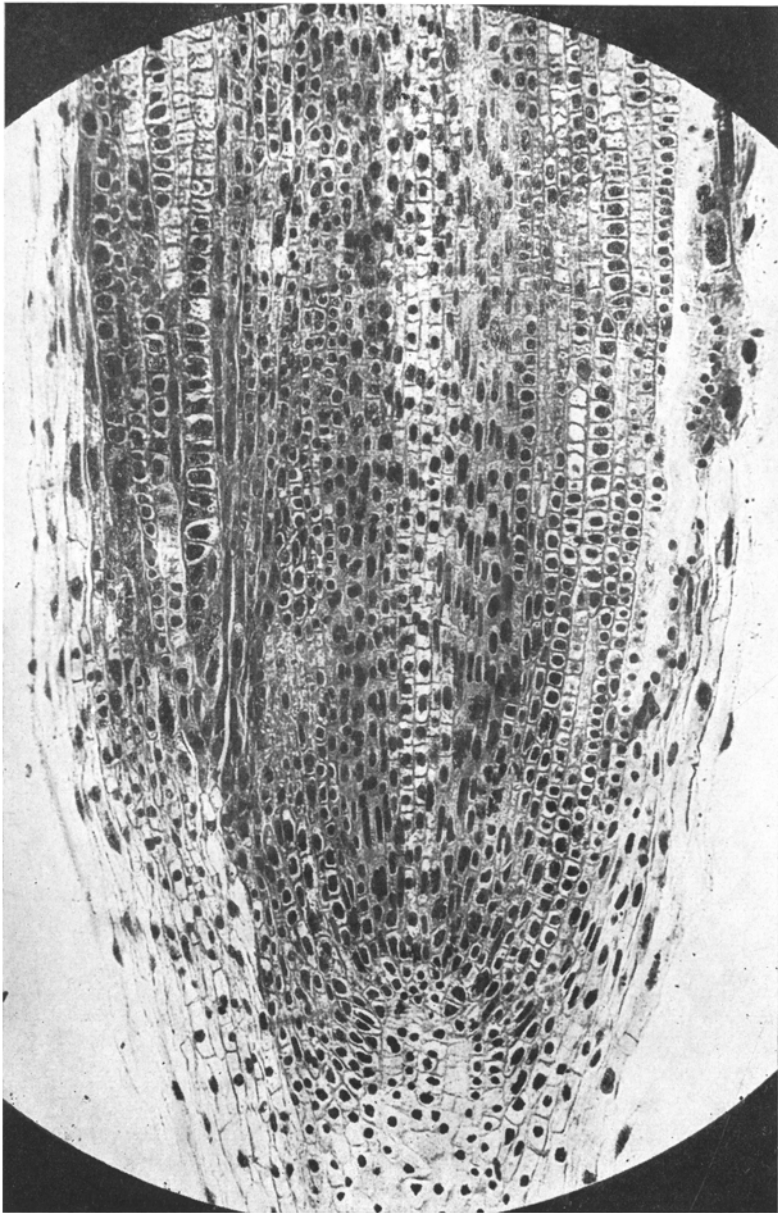


Abb. 3. Wie Abb. 2. An der Grenze zwischen dem polyploiden und diploiden Gewebe sind die Zellmembranen verquollen. Foto Dr. A. Lux, 110 : 1.

B. NÉMEC
DIPLOIDISIERUNG UND POLYPLOIDISIERUNG

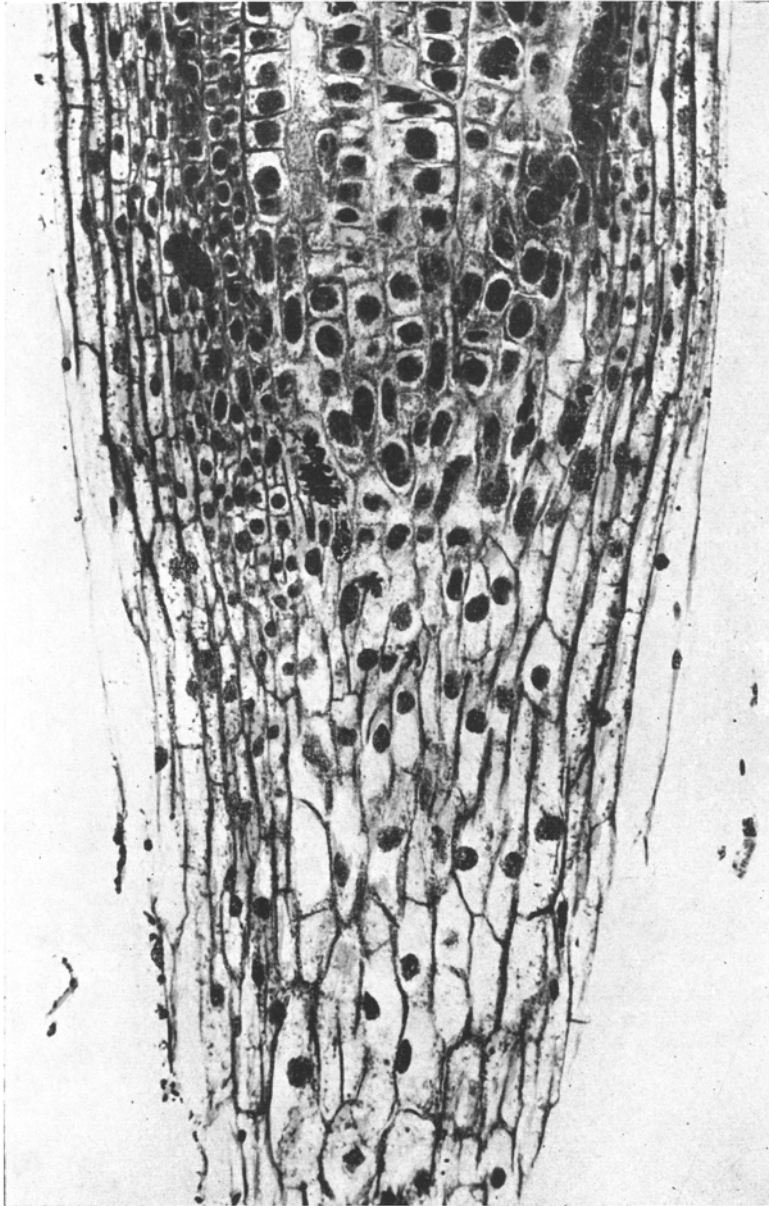


Abb. 4. Längsschnitt durch eine mixoploide Seitenwurzel von *Vicia faba*, deren Spitze meist schon aus polyploiden Zellen besteht. Foto Dr. A. Lux. 180 : 1.