

of Heredity, 2, 75—80, 1951. — 11. RIGHTER and DUFFIELD: Hybrids between Ponderosa and Apache Pine. Journal of Forestry, 5, 343—349, 1951. — 12. SCHRÖCK, O.: Das physiologische Alter und seine Bedeutung für die Wuchsleistung und Abgrenzung von Pappelklonen. Wissensch. Abhandl. der DAL, Berlin (im Druck). —

13. SCHRÖCK, O.: Beiträge zur Methodik der Forstpflanzenzüchtung (in Vorbereitung). — 14. SEITZ, Fr. W.: Chromosomenverhältnisse bei Artkreuzungen. Ztschr. f. Forstgen. u. Forstpflanzenz., 1, 22—32, 1951. — 15. WETTSTEIN, W. v. und PROPACH: Sichtungsarbeit zur Birkenzüchtung. Züchter, 11, 279—280, 1939.

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Hochschule für Bodenkultur in Wien)

Zellteilung, Zellstreckung und endomitotische Polyploidisierung bei Kartoffeln

Von O. STEINECK und G. CZEIKA

Mit 4 Textabbildungen

I. Einleitung

Bei der Anzucht von Kartoffelpflanzen unter verschiedenen Tageslängen treten stets starke Abänderungen im Habitus auf. Sie betreffen einerseits die Ausbildung des Blattapparates und andererseits die Staudenhöhe, also die Sproßlänge. Ebenso wird durch eine verschiedene tägliche Belichtungsdauer die Blühwilligkeit und die Knollenbildung maßgeblich beeinflusst. Eine Verkürzung der Tageslänge bedingt allgemein einen niedrigeren Wuchs, Ausbildung größerer Blätter und Unterbleiben der Blüte. Diese Tatsache wurde bereits von SCHICK (10), HACKBARTH (7), STELZNER u. TORKA (15) an südamerikanischen Wildformen und europäischen Kultursorten festgestellt. Ebenso konnte ein derartiges Verhalten bei eigenen, in den letzten Jahren mit Kartoffelsämlingen (KOPETZ-STEINECK 8, STEINECK 12) und europäischen Kultursorten (STEINECK 13) durchgeführten Versuchen sowie bei photoperiodischen Untersuchungen von „Schosser-Stauden“ der Sorte Erstling (STEINECK 14) gefunden werden. In gleicher Weise zeigten bei Verdunkelungsversuchen von POHJAKALLIO (9) und SCHULZE (11) Wildformen und Kultursorten ein Verhalten in der angeführten Art.

Im weiteren Verlauf photoperiodischer Untersuchungen bei Kartoffeln ergab sich nun die Frage, inwieweit und in welcher Art sich verschiedene Tageslängen auf die Ausbildung der Gewebe im Sproß auswirken. Die nicht unerheblichen Abänderungen im Habitus durch eine Kurztagbehandlung lassen erwarten, daß durch eine verschiedene tägliche Belichtungsdauer die Wachstumsvorgänge in bestimmter Weise beeinflusst werden und daher unterschiedlich verlaufen. Eine Erfassung des Einflusses der Tageslänge auf das Sproßwachstum der Kartoffel ist durch Untersuchung von Zellteilung, Zellstreckung und endomitotischer Polyploidisierung möglich.

Um jedoch einen näheren Einblick in die Verhältnisse, wie sie bei der Kartoffel in dieser Hinsicht liegen, zu bekommen, hat es sich zunächst als notwendig erwiesen, verschiedene Sorten zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im Rahmen vorliegender Arbeit mitgeteilt, während die ermittelten Resultate, die im Zusammenhang mit photoperiodischen Versuchen erhalten wurden, einer eigenen Mitteilung vorbehalten bleiben.

Über Zellteilung und Zellstreckung im Sproß verschiedener Kartoffelsorten konnten in dem zur Verfügung stehenden Schrifttum keine Untersuchungsergebnisse gefunden werden. Die endomitotische Polyploidisierung in der Knolle und in oberirdischen

krautigen Achsenteilen der Kartoffel wurde von FENZL (1) und FENZL- und TSCHERMAK-WÖSS (2) behandelt. Nach umfangreichen Untersuchungen von GEITLER (6) und Mitarbeiter ist die durch Endomitose bedingte Polyploidie bei den Angiospermen weit verbreitet. Durch den als Endomitose bezeichneten Vorgang erfolgt eine Zweiteilung der Chromosomen, ohne daß es aber zur Spindelbildung oder einer Teilung des Kernes kommt. Es entstehen auf diese Art Zellkerne mit doppelter, wenn sich der Vorgang aber mehrmals wiederholt, solche mit einer vervielfachten Chromosomenzahl. Der Grad der Polyploidisierung kann demnach ein verschiedener sein. So fanden WIRSCH und FLÜGEL (16, 17) bei *Kalanchoe Bloßfeldiana* im Mesophyll der Blätter von Pflanzen, welche in einem 9stündigen Kurztag gezogen wurden, Zellkerne, die bis zu 32-ploid waren. Im Gegensatz dazu erwiesen sich die Zellen im Mesophyll bei den im Langtag gezogenen Vergleichspflanzen als höchstens oktaploid. Die Polyploidieverhältnisse verschiedener Organe zahlreicher Pflanzen wurden bereits eingehend behandelt (GEITLER 6). Über das Vorkommen endopolyploider Kerne und ihre Verteilung in der Sproßachse der Angiospermen liegen die bereits von FENZL (1) und FENZL und TSCHERMAK-WÖSS (2) erwähnten Untersuchungen vor. Während bei verschiedenen Pflanzen in der Sproßachse bis zu 64-ploide Zellkerne gefunden werden konnten, ging in Knollen und im Sproßmark der Kartoffel die endomitotische Polyploidisierung nicht über tetraploid hinaus. Die genaue Sortenzugehörigkeit der untersuchten Kartoffelpflanzen geht aus der Mitteilung nicht hervor. Bei jüngeren und älteren Knollen bestehen die Epidermis und einige darunter liegende Zellschichten nur aus Zellen mit diploiden Kernen, während die übrigen Parenchymzellen diploid und tetraploid sind.

Nach GEITLER (4) ist nun mit Sicherheit die Annahme berechtigt, daß „Polyploidisierung unter innerer Teilung dem Wachstum bestimmter Dauergewebe ganz allgemein zugrunde liegt“. Der Vorgang der endomitotischen Polyploidisierung erfolgt allgemein erst nach dem Abschluß des Zellteilungswachstums in Zellen, die sich bereits differenzieren und deren Kerne mitotisch inaktiv sind. Es handelt sich also um einen bei Pflanzen weit verbreiteten, normalen Wachstumsvorgang. Diese Tatsache war auch Veranlassung, bei den Untersuchungen neben Zellteilung und Zellstreckung auch die endomitotische Polyploidisierung in den Kreis der Betrachtungen einzubeziehen, weil vielleicht bei verschiedenen Kartoffelsorten auch in dieser Hinsicht ein charakteristisches unterschiedliches Ver-

halten zu erwarten ist. Die bereits vorliegenden Untersuchungsergebnisse vermitteln darüber lediglich einen allgemeinen orientierenden Einblick, da sie sich nicht auf mehrere Sorten erstreckten. Jedoch sind die von FENZL (1) und FENZL u. TSCHERMAK-WÖSS (2) mitgeteilten Befunde über das Vorkommen endopolyploider Zellkerne bei der Kartoffel für weitere Untersuchungen in dieser Richtung von grundlegendem Wert.

II. Eigene Untersuchungen

Zur Feststellung der Verhältnisse, wie sie hinsichtlich Zellteilung, Zellstreckung und endomitotischer Polyploidisierung in der Sproßachse der Kartoffel vorliegen, erweist sich die Untersuchung eines verschiedenartigen Materials als notwendig. Ein klares Bild läßt sich nur durch Bearbeitung verschiedener Sorten erhalten. Die zahlreichen Sorten unterscheiden sich voneinander durch eine Reihe von Eigenschaften und zeigen, dadurch bedingt, in ihrem Entwicklungsablauf naturgemäß ein unterschiedliches Verhalten. So ist es zweifellos denkbar, daß vor allem durch die Reifezeit die im Rahmen dieser Untersuchung behandelten Wachstumsvorgänge beeinflusst werden. Es wurde daher eine größere Anzahl von Sorten in die Untersuchung einbezogen, um eventuell vorhandene Unterschiede erfassen zu können. Dadurch bedingt, mußte naturgemäß die Anzahl der untersuchten Pflanzen je Sorte geringer gehalten werden. Andererseits war aber bei diesem Vorgehen eher die Möglichkeit und in hohem Maße die Sicherheit geboten, ein sortenbedingt unterschiedliches Verhalten festzustellen.

1. Versuchsmaterial

Unter Berücksichtigung vor allem der verschiedenen Reifezeit und der eben erwähnten Umstände wurden von den sehr frühen Sorten Frühbote, Terena und Doré, den frühen Sieglinde und Sommerkrone, den mittelfrühen Bona und Mittelfrühe und von der mittelspäten Sorte Maritta Sproßteile von entsprechender Länge entnommen. Bei der Wahl der Sorten wurde auch die Blühneigung berücksichtigt, und zwar in der Weise, daß solche mit erfahrungsgemäß stärkerer und geringerer Blühwilligkeit genommen wurden, da hinsichtlich dieses sortenbedingten unterschiedlichen Verhaltens eine Beeinflussung von Zellteilung, Zellstreckung und endomitotischer Polyploidisierung zu erwarten war.

Der Anbau der mit Dunkelkeimen vorgetriebenen Knollen der Sorten Terena, Frühbote, Sommerkrone, Sieglinde, Bona und Maritta erfolgte im Freiland am 28. IV., der Aufgang am 20. V. 1955. Von den Sorten Doré und Mittelfrühe wurden Augenstecklinge in 10 cm-Tontöpfen im Vegetationshaus gezogen, und zwar je Sorte 20 Pflanzen. Der Anbau erfolgte am 6. V., der Aufgang am 18. V. 1955. Von den im Vegetationshaus kultivierten Augenstecklingen wurden am 18. VI. und am 30. VI. zu jedem Zeitpunkt und von jeder Sorte 8 Pflanzen entnommen und fixiert. In der Zeit vom 18. VI. — 23. VI. erfolgte die Entnahme von 5 gleichmäßig entwickelten Trieben von verschiedenen Stauden der Sorte Terena, Bona, Sommerkrone und Sieglinde. Am 21. VI. und am 14. VII. wurden in gleicher Weise 8 Triebe von den Sorten Maritta und Frühbote fixiert. Die jeweils zum zweiten Zeitpunkt fixierten Stengelteile waren 4—5 Tage vorher nach der von

FENZL (1) angegebenen Durchführungsart verletzt worden, um feststellen zu können, ob durch den Wundreiz in den oberirdischen krautigen Achsenteilen die Zellen zu Teilungen angeregt werden können.

Bei der Auswahl der Versuchsobjekte wurde begreiflicherweise der Gesundheitszustand der Pflanzen berücksichtigt, vor allem der Befall mit Viruskrankheiten. Sproßachsen wurden nur von gesunden Stauden entnommen. Gerade durch die verschiedenen Viruskrankheiten, welche an Kartoffelpflanzen schwerste Wachstumstörungen hervorrufen, ist in hohem Maße die Gefahr einer starken Beeinflussung der untersuchten Wachstumsvorgänge gegeben. Es erscheint daher zur Erzielung eindeutiger Ergebnisse unbedingt notwendig, die Viruskrankheiten zu beachten und nur einwandfrei gesundes Pflanzenmaterial zu verwenden. Die Klärung der Frage, inwieweit die untersuchten Wachstumsvorgänge durch die verschiedenen Viruskrankheiten beeinflusst werden, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

2. Methodik der Untersuchung

Unmittelbar nach der Entnahme wurden die Stengelteile entblättert und die Sproßachse vom Vegetationsscheitel her in drei etwa 3—4 cm lange Stücke zerteilt. Jedes der drei Teilstücke wurde gespalten, um ein rasches Eindringen des Fixierungsmittels zu gewährleisten, sodann in kleineren Eprovetten in einem Gemisch, bestehend aus 3 Teilen 96%igem Alkohol und 1 Teil Eisessig fixiert und verschlossen aufbewahrt. Die Herstellung des Gemisches erfolgte entsprechend der Vorschrift von GEITLER (3, 5), unmittelbar vor seiner Anwendung. Nach etwa 48 Stunden wurden die so behandelten Sproßteile in 70%igen Alkohol überführt, um sie längere Zeit aufbewahren zu können, da eine sofortige Aufarbeitung infolge der Größe des anfallenden Versuchsmaterials nicht möglich war. Für die mikroskopische Untersuchung erfolgte die Herstellung von Längsschnitten von Hand aus, welche mit Karminessigsäure gefärbt wurden (GEITLER 3, 5).

Zur zahlenmäßigen Erfassung der Ausdehnung der verschiedenen Wachstumszonen wurden diese, vom Vegetationsscheitel beginnend, nach abwärts gemessen. Es handelt sich demnach bei den mitgeteilten Zahlen über das Ausmaß der Zone von Zellteilung, Zellstreckung und endomitotischer Polyploidisierung um Absolutwerte, ausgedrückt in Millimeter. Bei der Entnahme der Sproßachsen wurde besonders darauf geachtet, daß nur Teile von weitestgehend gleichmäßig entwickelten Trieben genommen wurden, um ein möglichst einheitlich beschaffenes Versuchsmaterial zu erhalten. Bei Kartoffelpflanzen ist diese Voraussetzung infolge des Vorhandenseins zahlreicher, gleichwertiger Triebe in hohem Maße gegeben. Bei dem zur Verfügung stehenden Material hat sich zur Charakterisierung der untersuchten Verhältnisse die Angabe der absoluten Meßwerte als brauchbar erwiesen. Damit ist aber keinesfalls in Abrede gestellt, daß vielleicht durch Relativwerte, welche auf einer geeigneten Bezugsgröße basieren, die Verhältnisse nicht genauer dargestellt werden könnten. Für das Auffinden einer entsprechenden Bezugsgröße erscheint jedoch die Untersuchung eines umfangreicheren Materials, als im vorliegenden Fall, notwendig und bleibt daher weiteren Versuchen vorbehalten.

3. Untersuchungsergebnisse

Ganz allgemein sei zunächst hervorgehoben, daß bei der Untersuchung ein unterschiedliches Verhalten der Kartoffelsorten bezüglich Zellteilung, Zellstreckung und endomitotischer Polyploidisierung festgestellt werden konnte. Unter den während des Zeitraumes ihrer Entwicklung herrschenden Lichtverhältnissen und sonstigen Wachstumsbedingungen erfolgte der Ablauf der in Betracht gezogenen Wachstumsvorgänge nicht bei allen Sorten gleichartig. Die Verschieden-

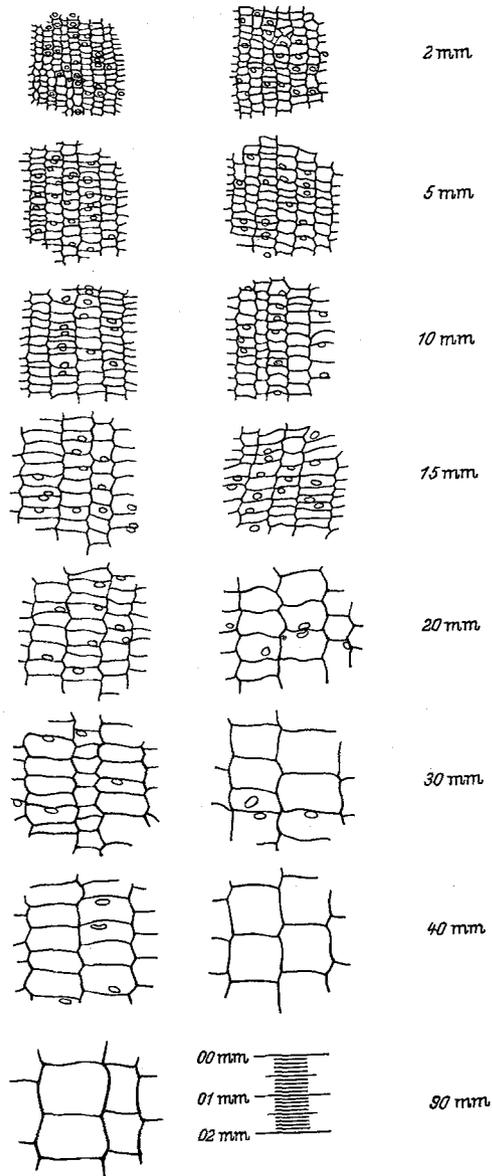


Abb. 1. Zellteilung und Zellstreckung im Sproßmark der Sorten Maritta (links) und Frühbote (rechts).

heiten waren vielfach schon bei dem nicht sehr umfangreichen Versuchsmaterial deutlich nachweisbar. Es erscheint daher die Vermutung nicht unberechtigt, daß durch die Untersuchung einer größeren Anzahl von Pflanzen die festgestellten Unterschiede vielleicht in ihrem Ausmaß, aber nicht in ihrer Tendenz eine Abänderung erfahren können.

Zellteilung und Zellstreckung

Die beiden Zonen des Wachstums zeigten sich an den Handschnitten deutlich ausgeprägt, so daß ihre Abgrenzung in der Mehrzahl der Fälle ohne Schwierig-

keiten einwandfrei möglich war. Zunächst seien vergleichsweise die Verhältnisse dargestellt, wie sie im Mark von krautigen Achsenteilen der frühreifen Sorte Frühbote und der mittelspäten Sorte Maritta vorgefunden wurden. Die Ausbildung der Zellen ist auf vorstehender Abbildung in verschiedenen Abständen vom Vegetationsscheitel wiedergegeben (Abb. 1).

Die Unterschiede, die zwischen beiden Sorten im Ausmaß der Teilungs- und Streckungszone bestehen, sind deutlich erkennbar. Was zunächst die Sorte Frühbote betrifft, lassen sich die Verhältnisse in der Weise charakterisieren, daß die Zone erhöhter Zellteilung bis 15 mm reicht. In einem Abstand von 20 mm sind aber die Zellen bereits deutlich gestreckt. Bei 40 mm haben sie ihre endgültige Ausdehnung erreicht und sind in den folgenden Teilen des Markes von unverändert gleichartiger Beschaffenheit. Eine Gegenüberstellung der Sorte Maritta läßt erkennen, daß bei dieser die Zone der Zellstreckung bedeutend länger ist. Während die Zellen in 2, 5, 10 und 15 mm Abstand vom Vegetationsscheitel bei beiden Sorten nahezu gleich ausgebildet sind, zeigt von 20 mm an die Sorte Maritta ein anderes Verhalten. Es äußert sich in der Weise, daß die Zone der Zellteilung über 20 mm hinausgeht. Erst bei 90 mm ist das Streckungswachstum der Zellen abgeschlossen, und sie zeigen eine Größe, welche die Zellen bei der Sorte Frühbote bereits bei 40 mm aufweisen. Die Verletzung der Triebe, einige Tage vor der Entnahme, bewirkte bei der Sorte Frühbote eine starke Änderung im Ausmaß der Wachstumszonen. Die dadurch bedingte Störung äußerte sich in einer erheblichen Verkürzung der Teilungszone, und zwar auf 8 mm. Bei der Sorte Maritta hatte der gleiche Eingriff keinerlei störenden Einfluß.

Die zwischen beiden Sorten festgestellten Unterschiede könnten nicht unberechtigt auf die differente Reifezeit zurückgeführt werden. Es wäre ohne weiteres verständlich, daß bei der frühreifen Sorte Frühbote zum Zeitpunkt der Fixierung des Versuchsmaterials das Wachstum vor dem Abschluß stand, während dies bei der mittelfrüh reifenden Maritta noch lange nicht der Fall war. Das verstärkte Sproßlängenwachstum dieser Sorte, wie es in der langen Teilungszone zum Ausdruck kommt, könnte demnach eine Auswirkung der Reifezeit sein und würde somit das unterschiedliche Verhalten beider Sorten erklären. Aus diesen Überlegungen heraus wurden nun zwei Sorten mit gleicher Reifezeit untersucht. Es handelt sich um die beiden Frühsorten Sieglinde und Sommerkrone. Auf nachfolgender Abbildung ist Zellteilung und Zellstreckung im Sproßmark beider Sorten ersichtlich (Abb. 2).

Eine Betrachtung der Verhältnisse, wie sie sich im Sproßmark der Sorte Sommerkrone zeigen, läßt erkennen, daß die Zone der Zellteilung sehr kurz ist und die Streckung bereits in einem Abstand von 5 mm beginnt. Bei der Sorte Sieglinde erstreckt sich die Teilungszone bis zu 15 mm, und erst in einer Entfernung von 20 mm zeigen die Zellen eine Ausbildung, wie sie bei der Sorte Sommerkrone bereits in einem Abstand von 10 mm vorhanden ist. Es zeigen sich demnach auch zwischen diesen beiden Sorten gleicher Reifezeit gleichsinnige Unterschiede, wie sie zwischen Maritta und Frühbote festgestellt werden konnten. Allerdings ist das Ausmaß verschieden, die Tendenz jedoch zweifellos die gleiche. Diese Tatsache läßt berechtigter-

weise den Rückschluß zu, daß die Verschiedenheiten, welche hinsichtlich Zellteilung und Zellstreckung zwischen den Sorten Frühbote und Maritta bestehen, nicht allein durch die differente Reifezeit bedingt sind.

Wie erwähnt, wurde bei der Wahl der Versuchssorten die Blühneigung aus den bereits dargelegten Gründen berücksichtigt. Bezüglich dieser Eigenschaft unterscheiden sich die beiden Sorten, und zwar ist die Blühwilligkeit von Sieglinde größer als von Sommerkrone. Bei der Entnahme der Sproßteile waren die Knospen bei Sieglinde viel weiter als bei Sommerkrone entwickelt, bei welcher zum gleichen Zeitpunkt nur kleine Knospenanlagen festgestellt werden konnten. Die Sorte Sieglinde blühte später auch reichlich, und bei Sommerkrone unterblieb weiterhin die Entfaltung der Knospen vollkommen. Auf Grund dieser Tatsache wäre es denkbar, daß die Verschiedenheiten, welche im Ausmaß von Zellteilung und Zellstreckung zwischen beiden Sorten gleicher Reifezeit bestehen, auf die unterschiedliche Blühneigung zurückzuführen sind. Die Sorte Frühbote weist ebenfalls eine geringere, Maritta aber eine stärkere Blühfreudigkeit auf, und das unterschiedliche Verhalten könnte daher auch in diesem Fall hauptsächlich durch die gleiche Ursache bedingt sein.

Eine lange Teilungszone konnte auch bei der frühen Sorte Terena und bei der mittelfrühen Sorte Bona festgestellt werden. Was den Übergang von Zellteilung zu Zellstreckung anlangt, war dieser bei den beiden Sorten wesentlich anders als bei den bisher besprochenen. Es zeigte sich, daß bei beiden Sorten in einem Abstand von 55 mm die Streckung beginnt, aber nicht, wie bei den vier bereits behandelten Sorten, kontinuierlich immer mehr bis zur endgültigen Streckung zunimmt, sondern von Teilen mit stärkerer Zellteilung unterbrochen wird. Erst in einer Entfernung von 120 mm und in den weiteren Teilen haben die Zellen ihre volle Ausdehnung erreicht. Obwohl die Zone der endgültigen Zellstreckung bei beiden Sorten annähernd in der gleichen Entfernung wie bei Maritta beginnt, ist der Übergang von Teilung zur Streckung gänzlich anders und daher mit dieser nicht vergleichbar.

Eine Untersuchung der im Vegetationshaus in Töpfen gezogenen Augenstecklinge der sehr frühen Sorte Doré und der mittelfrüh reifenden Sorte Mittelfrühe ergab, daß die endgültige Streckung der Markzellen in verschiedener Entfernung vom Vegetationsscheitel erfolgte. In Sproßachsen der wenig blühwilligen Doré war dies in einem Abstand von 45 mm, in jenen der stark blühenden Sorte Mittelfrühe aber bereits in einem solchen von 37 mm der Fall. Allerdings ist der Unterschied nicht sehr deutlich ausgeprägt. Jedenfalls ist aber die Teilungszone bei Mittelfrühe kürzer und damit das Verhalten von stark und schwach blühenden Sorten umgekehrt von dem bisher festgestellten.

In diesem Zusammenhang sei die während der Untersuchung mehrmals festgestellte Tatsache besprochen, daß die Zellteilung im Sproßmark durch die Ausbildung des Blütenstandes beeinflusst wird. Durch das Wachstum des Blütenstandes wird das Spitzenmeristem unterdrückt, und die Zellteilung in der Sproßachse unterbleibt. Man kann dann in diesem Entwicklungsstadium eine kurze Teilungszone und in geringem Abstand dahinter Zellen feststellen, die vollkommen gestreckt sind. Erst wenn das Nebenmeristem das Wachstum der Sproßachse fortsetzt, wird die Teilungszone wieder länger. Die eben geschilderten Verhältnisse

scheinen vermutlich nun bei Doré und Mittelfrühe am Zustandekommen des festgestellten geänderten Verhaltens der beiden Sorten mitgewirkt zu haben. Die Stecklinge der Sorte Mittelfrühe hatten zum Zeitpunkt der Entnahme die Blüten voll entfaltet, während sich bei Doré nur kleine Blütenanlagen vorfanden. Das Spitzenmeristem hatte jedoch noch keineswegs seine

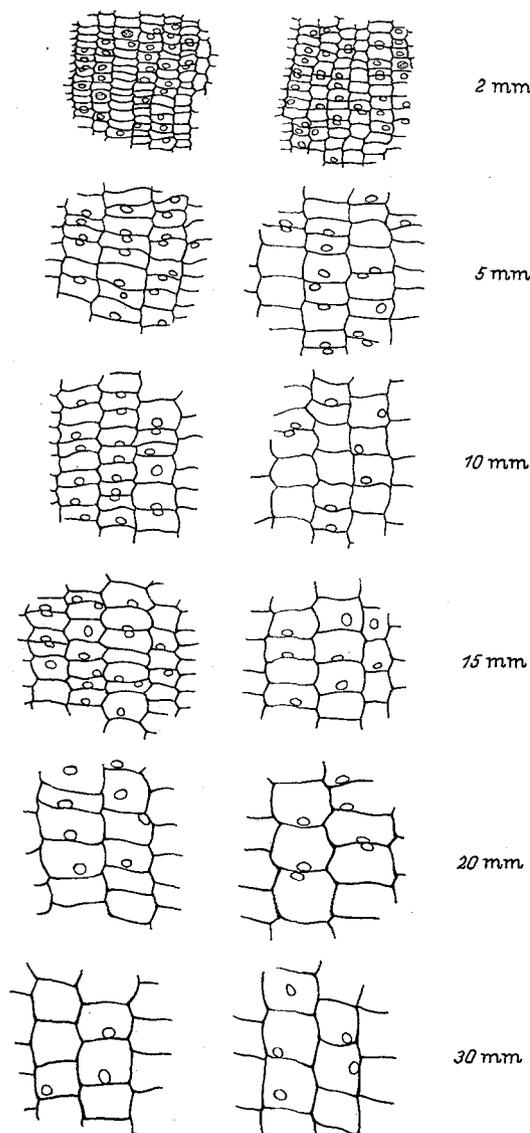


Abb. 2. Zone der Zellteilung und Zellstreckung im Sproßmark der Sorten Sieglinde (links) und Sommerkrone (rechts).

Tätigkeit eingestellt. Bei Mittelfrühe wurden demnach Sproßachsen untersucht, welche aus dem Spitzenmeristem und dem Nebenmeristem hervorgegangen waren. Im Gegensatz dazu hat sich die Sproßachse von Doré offensichtlich nur aus dem Spitzenmeristem entwickelt und das andersartige Verhalten ist möglicherweise auf diese Tatsache zurückzuführen.

Endomitotische Polyploidisierung

Das Vorkommen endopolyploider Zellen in der Sproßachse der Kartoffel wurde durch die Untersuchungen von FENZL (1) und FENZL u. TSCHERMAK-WÖSS (2) nachgewiesen. Übereinstimmend mit den Ergebnissen dieser Versuche konnte auch bei den eigenen Untersuchungen bei keiner Sorte ein höherer Polyploidiegrad als tetraploid festgestellt werden. Was die

Verteilung in der Sproßachse anlangt, so folgte vom Vegetationsscheitel abwärts auf die mehr oder weniger lange Zone der diploiden Teilungen die Zone der tetraploiden Teilungen. Während im Sproßmark nahezu alle Zellen tetraploid waren und nur vereinzelt diploide Zellreihen festgestellt werden konnten, nahm der Anteil diploider Zellen in der Nähe der Gefäße zu, und die unmittelbar an diese anschließenden hatten ausschließlich diploide Kerne. In der Rinde war der Anteil tetraploider Zellen so hoch wie im Mark, während die Epidermis wieder nur aus diploiden Zellen bestand. Der Polyploidiegrad wurde nicht allein nach der Kerngröße ermittelt. Spontane diploide und tetraploide Teilungen, die häufig im Mark und auch in anderen Gewebeteilen der Sproßachse gefunden werden konnten, ermöglichten eine genaue Feststellung des Polyploidiegrades und der Verteilung endomitotisch polyploidisierter Zellen. Nachfolgende Abbildungen zeigen Metaphasen einer diploiden und einer spontanen tetraploiden Teilung (Abb. 3, 4).

Was nun den Beginn der Zone der polyploiden Teilungen anlangt, ist dieser bei den untersuchten Sorten nicht im gleichen Abstand vom Vegetationsscheitel.



Abb. 3. Diploide Metaphase aus dem Sproßmark der Sorte Sieglinde.

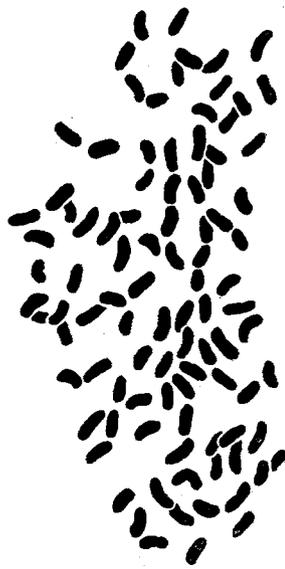


Abb. 4. Tetraploide Metaphase aus dem Sproßmark der Sorte Sommerkrone (Maßstab wie Abb. 3).

Im Mittel aller untersuchten Sproßachsen je Sorte liegt er bei Maritta in einer Entfernung von 9,6 mm, bei Frühbote aber bereits bei 6 mm. Ebenso besteht zwischen Sieglinde und Sommerkrone ein Unterschied. Die Zone polyploider Zellen beginnt bei Sommerkrone in einem Abstand von 4,9 mm, bei Sieglinde erst in einem solchen von 7,9 mm. Bona und Terena unterscheiden sich nur wenig in dieser Hinsicht. Die entsprechenden Werte betragen für Bona 10,3 mm und für Terena 12,5 mm. Während zwischen Doré und Mittelfrühe der Unterschied in der Länge der Teilungszone nicht besonders deutlich ausgeprägt war, ist dies wohl in Bezug auf die Zonen der diploiden und tetraploiden Teilungen der Fall. Die Zone der diploiden Teilungen reicht bei Doré bis 5,5 mm unter dem Vegetationsscheitel, bei Mittelfrühe aber bis 11,0 mm. Erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß bei allen Sorten die Zellstreckung erst nach der Zone der tetraploiden Teilungen beginnt. Bei der Kartoffel scheinen, zum Unterschied von anderen Pflanzen, tetraploide Teilungen am Längenwachstum der Sproßachse maßgeblich beteiligt zu sein.

Nimmt man eine Gruppierung der Sorten nach der Blühwilligkeit vor, dann zeigt sich, mit Ausnahme von

den Sorten Terena und Bona, daß bei den wenig blühfreudigen Sorten Frühbote, Doré und Sommerkrone die Zone der tetraploiden Teilungen in einem Abstand von 4,9—6,0 mm beginnt, bei den stärker blühenden Sorten Sieglinde, Mittelfrühe und Maritta aber erst in 9,9—11 mm. Es hat somit den Anschein, daß das Ausmaß der Zone der diploiden Teilungen durch die Blühneigung beeinflusst wird, und zwar in dem Sinne, daß bei geringer Blühneigung die diploide Teilungszone kürzer, bei starker Blühneigung aber länger ist.

III. Diskussion

Aus den Ergebnissen der Untersuchung geht hervor, daß Zellteilung, Zellstreckung und endomitotische Polyploidisierung im Sproßmark verschiedener Kartoffelsorten ihrem Ausmaß nach verschieden sind. Über die Ursachen des bei der Mehrzahl der untersuchten Sorten deutlich ausgeprägten unterschiedlichen Verhaltens können auf Grund der mitgeteilten Ergebnisse lediglich Vermutungen ausgesprochen werden. So erscheint es als wahrscheinlich, daß die verschiedenen, in der Untersuchung behandelten Wachstumsvorgänge weniger durch die Reifezeit, als durch die Blühneigung beeinflusst werden. Dafür sprechen die mitgeteilten Ergebnisse, die bei den Sorten Frühbote, Maritta, Sieglinde und Sommerkrone in bezug auf Zellteilung und Zellstreckung erzielt werden konnten. Vielleicht eindeutiger ist der Einfluß der Blühneigung im Ausmaß der Zonen der diploiden und tetraploiden Teilungen erkennbar. Wenn tatsächlich eine Beeinflussung in der vermuteten Art vorliegt, dann erscheint es zur Erfassung dieser erforderlich, nicht nur Zellteilung und Zellstreckung, sondern auch die endomitotische Polyploidisierung in den Kreis der Untersuchungen einzubeziehen, weil so eine genauere Charakterisierung der Verhältnisse möglich ist.

In diesem Zusammenhang sei kurz die Frage der zahlenmäßigen Erfassung der verschiedenen Wachstumszonen besprochen. Bei den bisherigen Untersuchungen wurden diese vom Sproßscheitel nach abwärts gemessen. Es wäre nun, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, zu erwägen, Relativwerte anstatt absoluter Zahlen zur Beurteilung heranzuziehen, um so die naturgemäß unterschiedliche Entwicklung der Kartoffeltriebe zu berücksichtigen. Naheliegender wäre jedenfalls, als Bezugsgröße eine gleiche Nodienzahl vom Vegetationsscheitel nach abwärts gerechnet heranzuziehen. Bei dem bisher untersuchten Material hat sich unter Anwendung dieser Bezugsgröße keine wesentliche Änderung in der zahlenmäßigen Erfassung der Verhältnisse ergeben. Schwierig ist die Bestimmung der Nodienzahl in der Sproßspitze, weil der Abstand zwischen den Knoten in diesem Bereich der Sproßachse sehr gering ist. In der Streckungszone sind die Markzellen im Nodium weniger gestreckt als im Internodium und auch der Anteil diploider Zellen erhöht. Diese Tatsache wirkte sich jedoch nicht störend aus. Jedenfalls ist es erforderlich, an Hand eines größeren Materials festzustellen, ob es nicht möglich ist, durch Relativwerte, erhalten auf der Basis gleicher Nodienzahl, die Tatsachen besser, als dies vielleicht absolute Maßzahlen vermögen, zum Ausdruck zu bringen. Außerdem erscheint es auf Grund der bisher gemachten Beobachtungen angebracht, für Untersuchungen dieser Art die Anzucht des Pflanzenmaterials in Tontöpfen mit Augenstecklingen vorzunehmen, um eine gleich-

mäßigere Entwicklung, als dies im Freiland möglich ist, zu erzielen.

Aus der bereits mehrfach ausgesprochenen Vermutung, daß die im Rahmen vorliegender Arbeit behandelten Wachstumsvorgänge durch die Blühneigung der Sorten beeinflußt werden, könnte weiterhin vermutet werden, daß es sich bei dem unterschiedlichen Verhalten der untersuchten Sorten um einen tageslängenbedingten Einfluß handelt. Die Zusammenhänge, welche zwischen Tageslänge und Blüte der Kartoffel bestehen, fanden bereits eine eingehende Behandlung (KOPETZ-STEINECK 8, STEINECK 13, SCHULZE 11). Ergebnisse von Untersuchungen über die Beeinflussung der behandelten Wachstumsvorgänge in der Sproßachse der Kartoffel durch verschiedene tägliche Belichtungsdauer werden demnächst mitgeteilt.

IV. Zusammenfassung

In der Sproßachse verschiedener Kartoffelsorten wurden die Verhältnisse hinsichtlich Zellteilung, Zellstreckung und endomitotischer Polyploidisierung untersucht. Es konnte festgestellt werden, daß im Ausmaß der Teilungs- und Streckungszone zwischen den Sorten Unterschiede bestehen. Sie äußern sich in der Weise, daß die Zone der Zellteilungen bei den Sorten Frühbote und Sommerkrone kürzer als bei den Vergleichssorten Sieglinde und Maritta ist. Bei den übrigen Sorten zeigte sich diese Tendenz nicht so ausgeprägt. Mit Ausnahme von Bona und Terena besteht zwischen den wenig blühwilligen Sorten Frühbote, Sommerkrone und Doré einerseits und den stärker blühenden Sorten Sieglinde, Mittelfrühe und Maritta andererseits ein deutlicher Unterschied im Ausmaß der Zone der diploiden und tetraploiden Teilungen. Die Zone endopolyploider Zellen beginnt bei den erstgenannten Sorten in einem geringeren Abstand vom Vegetationsscheitel, bei der zweiten Sortengruppe ist dieser Abstand wesentlich größer. Es wird ein Zusammenhang zwischen Länge der Zone der diploiden

Teilungen und Blühneigung vermutet. Ein höherer Polyploidiegrad als tetraploid konnte nicht festgestellt werden.

Literatur

1. FENZL, E.: Untersuchungen über die Polyploidieverhältnisse in der Achse der Angiospermen. Diss. phil. Fakultät der Universität Wien, 1953. — 2. FENZL, E., und E. TSCHERMAK-WÖSS: Untersuchungen zur karyologischen Anatomie der Achse der Angiospermen. Österr. Bot. Zeitschr. 101, 140—164, 1954. — 3. GEITLER, L.: Grundriß der Cytologie. Berlin 283—287, 1934. — 4. GEITLER, L.: Die Polyploidie der Dauergewebe höherer Pflanzen. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 58, 131—142, 1940. — 5. GEITLER, L.: Schnellmethoden der Kern- und Chromosomenuntersuchung. Wien, 2—3, 1949. — 6. GEITLER, L.: Endomitose und endomitotische Polyploidisierung. Protoplasmatologia, Handb. d. Protoplasmaforschung, Bd. VI., Springer Verlag Wien, 1953. — 7. HACKBARTH, J.: Versuche über Photoperiodismus bei südamerikanischen Kartoffelklonen. Der Züchter 7, 95—104, 1935. — 8. KOPETZ, L. M., und O. STEINECK: Photoperiodische Untersuchungen an Kartoffelsämlingen. Der Züchter 24, 69—77, 1954. — 9. POHJAKALLIO, O.: On the effect of Day-Length on the Yield of Potato. Physiologia Plantarum, Vol. 6, 140—149, 1953. — 10. SCHICK, R.: Der Einfluß der Tageslänge auf die Knollenbildung der Kartoffel. Der Züchter 3, 365—369, 1931. — 11. SCHULZE, E.: Mechanische Keimanregung, Schosserbildung und photoperiodisches Verhalten bei Kartoffeln. Ztschr. f. Acker- u. Pflanzenbau 98, 385—422, 1954. — 12. STEINECK, O.: Ziele und Wege der Kartoffelzüchtung. Ber. über die Arbeitstagung d. Arbeitsgemeinschaft der Saatgutzüchter. Verlag Bundesanstalt für alpine Landwirtschaft, Admont, 324—336, 1954. — 13. STEINECK, O.: Untersuchungen über die photoperiodische Reaktion einiger Kartoffelsorten. Die Bodenkultur 8, 254—261, 1955. — 14. STEINECK, O.: Die photoperiodische Reaktion von „Schosser“-Stauden der Sorte Erstling. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 35, 137—148, 1955. — 15. STELZNER, G. und M. TORKA: Tageslänge, Temperatur und andere Umweltfaktoren in ihrem Einfluß auf die Knollenbildung der Kartoffel. Der Züchter 12, 233—237, 1940. — 16. WITSCH, H. V., und A. FLÜGEL: Über photoperiodisch induzierte Endomitosen bei *Kalanchoe Blossfeldiana*. Naturwiss. 38, 138—139, 1951. — 17. WITSCH, H. V., und A. FLÜGEL: Über Polyploidieerhöhung im Kurztag bei *Kalanchoe Blossfeldiana*. Ztschr. f. Botanik 40, 281—291, 1952.

BUCHBESPRECHUNGEN

LELLEY, J. und T. RAJHÁTHY: Der Weizen und seine Züchtung. Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest, 1955. 544 S. mit 58 Tafeln und 66 Abb. Leinw. Ft. 70,—. (Ungarisch.)

Bis zur jüngsten Zeit wurde allgemein die im Jahr 1950 unter dem Titel „Die Züchtung des Weizens“ erschienene Arbeit von ISENBECK und ROSENSTIEL als das modernste Handbuch der Weizenzüchtung angesehen. Einige neuere Ergebnisse im Gebiete der einschlägigen Forschung (wie z. B. die Konvergenzzüchtung, die induzierte Mutation usw.) lassen dieses Werk jedoch in gewisser Hinsicht nicht als vollständig erscheinen. Auch die italienische Arbeit von FORLANI, die türkische von GÖKGÖL oder die spanische von ROSSI, sämtlich 1954 erschienen, kommen den zeitgemäßen Erfordernissen einer erschöpfenden Monographie gegenüber nicht ausnahmslos nach.

Das vorliegende Buch von LELLEY und RAJHÁTHY behandelt vornehmlich die Botanik und die Züchtung. Es wird die Weltbedeutung sowie die ökonomische Rolle des Weizens besprochen; die mit Weizen bebauten Saatflächen in Ungarn und den wichtigsten Ländern der Weizenkultur sowie deren Erträge werden angeführt. Der Evolutionsgang des Weizens wird vortrefflich geschildert, wie auch die Konzeption des ganzen Werkes eine umfassende biologisch-evolutionäre Anschauungsweise zeigt, die allen Anhängern der klassischen Methoden

in der Weizenzüchtung manche Ideen und vielfältige Impulse darbieten dürfte. Der FLAKSBERGERSCHE Schlüssel zur Bestimmung der einzelnen Weizenarten wird mitgeteilt und die wichtigsten Merkmale der botanischen Varietäten tabellarisch angeführt. Zur Bestimmung der *Triticum aestivum*-Varietäten wird der MANSFELDSCHE Schlüssel angenommen. Die wichtigsten synthetischen Weizenarten, die Amphiploide, werden besprochen sowie die Formen, die jüngst durch JAKUBZINER bzw. ZHUKOVSKY als selbständige Arten beschrieben wurden, wie *T. urarthu*, *T. chaldicum*, *T. paleocolchicum* und *T. amphissifolium*. Der Morphologie des Weizens sowie der Behandlung der chemischen Zusammensetzung des Weizenkornes kommt eine kurz und bündig gefaßte Behandlung zu, die sicherlich allen Forderungen des Fachmannes genügt. Es folgt hiernach eine Erörterung der ökologischen Klassen, der ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten sowie der ökologischen Verhältnisse für Weizen in Ungarn, wobei auch agrotechnische Probleme des Weizenbaues eine Behandlung erfahren. Der zusammenfassende Abschnitt über die Entwicklungsphysiologie des Weizens ist ein vorbildliches Kapitel von zeitgemäßer Exposition wissenschaftlicher Lehrmeinungen. Sowohl die experimentellen Angaben der Jarowisation als die des Photoperiodismus werden mitgeteilt und die zeitgemäßen Theorien bezüglich des biologischen Wirkungsmechanismus besprochen, wobei auch der praktischen Bedeutung