©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Austria)	Vol. 13	Fasc. 3—4	271—284	11. X. 1969

Zytologische Untersuchungen an Blattgallen von *Urtica dioica*

Von

Erna DENGG *)

Aus dem Institut für Anatomie und Physiologie der Pflanzen der Universität Graz

Mit 13 Abbildungen

Eingelangt am 15. März 1969

In Graz und Umgebung wurde in den letzten Jahren von Juni bis September ein Massenvorkommen von Blattgallen an *Urtica dioica* beobachtet. Sie werden durch die Larven der Gallmücke *Dasyneura urticae* hervorgerufen (vgl. BUHR 1965). Es handelt sich dabei um 4 bis 7 mm große, unterseits vorgewölbte Gallen, die vor allem am Blattgrund vorkommen und oft auch auf den Blattstiel übergreifen. In seltenen Fällen treten sie an der Blattlamina auf, wo sie die stärkeren Blattnerven bevorzugen und meist durch Anthozyan rot gefärbt sind. Die Nebenblätter können bis auf die Blattspitze ganz vergallt sein.

Primär verursachen die gallerregenden Sekrete nach ANDERS 1960 a, b, 1961 die Polyploidie der Kerne. Das Überangebot an Aminosäuren soll eine beschleunigte DNS-Synthese bewirken. Eine Chromatinvermehrung in den Kernen der Gallen wurde von vielen Autoren (KÜSTER 1925, GARRIGUES 1947, 1950, MEYER 1950, WOLL 1954 a, b, ANDERS 1960 a, b) für verschiedene Gallen angegeben. Der eindeutige Nachweis, daß in einem Großteil der Gallen in den Kernen Endomitosen ablaufen, gelang HESSE 1968 anhand der Kernstruktur und durch statistische Analyse der Kernvolumina. Mit diesen Methoden und mit der mikrophotometrischen DNS-Bestimmung sollte untersucht werden, ob auch in der Blattgalle von *Urtica* Polyploidie vorliegt. Dies scheint besonders deshalb von Interesse, weil nach HESSE 1968 bei Dipterocecidien die vergrößerten Kerne nicht immer durch Endomitose entstehen. Im Zusammenhang damit wurden auch die Chloroplasten in den Schließzellen der Galle und im gesunden Blatt gezählt, um daraus Hinweise auf den Ploidiegrad zu erhalten (vgl. BUTTERFASS 1958).

*) Dr. Erna DENGG, Schubertstraße 51, A-8010 Graz.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Methodik

Für die anatomischen und karyologischen Untersuchungen wurden die Gallen und gesunde Blattstücke 24 Stunden in Alkohol-Eisessig (3 : 1) fixiert; in Handschnitten wurden die Kerne unter leichtem Erhitzen mit Karmin-Essigsäure gefärbt.

Die mittleren Kerndurchmesser wurden durch zwei aufeinander senkrechte Messungen bestimmt.

Die Kern-Zellrelation wurde mit dem Integrationsokular nach der Methode von HENNIG 1957 gemessen.

Für die mikrophotometrische DNS-Bestimmung wurden ungefähr 2 mm dicke Gewebsstücke der Galle und des gesunden Vergleichsgewebes in 4%igem Formaldehyd 2 Stunden fixiert und gründlich in Wasser ausgewaschen. Anschließend wurden Handschnitte angefertigt und die Feulgen-Reaktion durchgeführt. Die optimale Hydrolysezeit in 1 n HCl bei 60° betrug 6 Minuten. Der gesamte Fixier- und Färbevorgang wurde für die Schnitte der Galle und des gesunden Gewebes gleichzeitig durchgeführt, um Fehler durch ungleiches Behandeln (nach SWIFT 1950 bis 15%) möglichst zu vermeiden.

Die DNS-Gehalte wurden an je 100 Kernen der Gallengewebe und gesunder Vergleichsgewebe bestimmt. Es wurden nur Kerne ausgewählt, deren kürzester und längster Durchmesser sich maximal wie 2 : 3 verhielten. Daher konnten die größten Kerne, die häufig stark in die Länge gestreckt waren, z. T. nicht berücksichtigt werden. Die Extinktion der Kerne wurde mit einem Reichert Mikrospektralphotometer G A D 4/65 nach der Einwellenlängenmethode (MCLEISH & SUNDERLAND 1961) unter Bezugnahme auf eine Leerstelle im Präparat unmittelbar neben dem jeweiligen Kern gemessen. Jeder Wert beruht auf zwei Messungen mit verschiedenen Leerstellen.

Der relative DNS-Wert wurde nach der Formel $r^2 . E$ ausgerechnet, wobei r den Kernradius und E die Extinktion darstellen. Die Ergebnisse sind in Form von Blockdiagrammen mit den rel. DNS-Werten auf der Abszisse und ihrer Häufigkeit auf der Ordinate wiedergegeben. Außerdem gibt jeweils ein Diagramm über die Beziehung zwischen Kernvolumen und seinem DNS-Gehalt Auskunft. Auf der Abszisse wurde das Kernvolumen in $\log 4/3\ r^3\ \pi + 2$, auf der Ordinate der Wert $\log r^2\pi\ E + 2$ aufgetragen. Die Ermittlung der Kernvolumina auf Grund ihrer Flächenprojektion schließt zwar eine gewisse Ungenauigkeit ein, die indes durch die oben erwähnte Auswahl von kugelförmigen bis nur schwach ellipsoiden Kernen in engen Grenzen gehalten wird. Sie führt vielleicht zu einer etwas größeren Streuung (senkrechte Striche in den Diagrammen); der durch die Mittelwerte (kleine Kreise) markierte Verlauf der Kurven stellt die Vergleichbarkeit der so erhaltenen Werte wohl außer Frage.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Anatomie

Abb. 1 zeigt einen Querschnitt durch die Wand einer Blattgalle von *Urtica dioica*. An die äußere Epidermis grenzt ein großlumiges Parenchym, das gegen das Gefäßbündel immer kleiner wird. Auffallend sind die Rosanoffschen Kristalle (vgl. KÜSTER 1956), die im kleinzelligen Parenchym in der Nähe des Bündels häufig sind. Nach Fluorochromieren mit Anilinblau trat jedoch keine Gelbfluoreszenz auf, die bei solchen Kristallen häufige Kallose-Hülle fehlt offenbar in *Urtica*. Das Gewebe vom Gefäßbündel bis zur Larvenkammer ist kleinzellig und prall mit Stärke gefüllt. Die innere Epidermis enthält außerdem noch Eiweiß.

Die äußere Gallepidermis ist wohl mit der unteren Epidermis des gesunden Blattes zu vergleichen, da sich die Galle nach unten vorwölbt. Die Zellwände der Gallepidermis sind nicht wie im gesunden Blatt gewellt, sondern gerade und die Stomata inselförmig verteilt. Häufig konnten Stomatainitialen, in einzelnen Fällen Zwillings- und Drillingsbildungen beobachtet werden. Die Zellen um die Spaltöffnungen sind bedeutend kleiner als die der übrigen Gallepidermis. Zystolithen findet man nur im Bereich der Stomata. Die Brennhaare der Galle sind über die gesamte Oberfläche verstreut. Am gesunden Gewebe bleiben sie in ihrem Vorkommen auf die Blattadern beschränkt.

Die folgende Tabelle zeigt die Relation Stomata: Epidermiszellen und die Stomatazahl pro mm². Für die Galle gelten die Angaben nur für die Zonen, die Stomata aufweisen. Aus den Werten sieht man, daß die Stomatahäufigkeit an der Galle sehr stark unterdrückt ist.

Tabelle 1

	Galle	gesundes Blatt
Zahl der ausgebildeten Stomata pro mm²	27,75	597
Verhältnis Stomata : Epidermiszellen	1 : 10,46	1 : 2,65

Kerne in den Epidermiszellen

Für die untere Blattepidermis wurde eine durchschnittliche Zellgröße von 455 μ^2, für die Galle eine von 3143 μ^2 festgestellt. Die mittleren Kerndurchmesser betragen in der gesunden Epidermis 4,15 μ, in der Gallepidermis 7,5 μ (Abb. 2,3). Pro mm² Blattepidermis können im Durchschnitt 2179 Zellen, bei der Galle 315 Zellen gezählt werden. Die Kern-Zellrelation beträgt im gesunden Blatt 1 : 35, in der Galle 1 : 92. Daraus geht hervor, daß in der Galle das Kernwachstum hinter dem Zellwachstum weit zurückbleibt.

Kristalle in den Kernen der Gallepidermis

In den Kernen der Borstenhaare von *Urtica urens* werden Kristalle von KALLEN 1882 beschrieben; für die Kerne von *Urtica dioica* sind in der

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

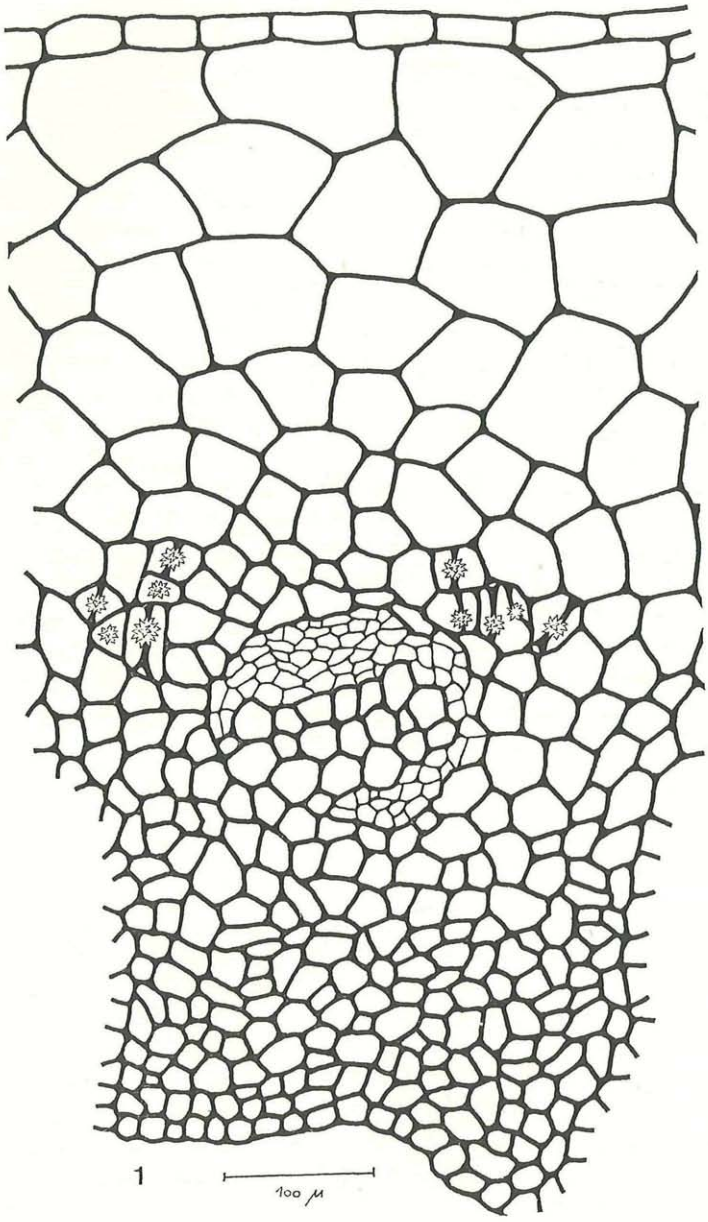


Abb. 1. Blattgalle von *Dasyneura urticae* auf *Urtica dioica*, Querschnitt durch die Wand einer entwickelten Galle.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Literatur keine Kernkristalle angegeben (THALER 1966), solche konnten auch von mir nicht beobachtet werden. Wohl aber zeigen alle Kerne der Gallepidermis mit Ausnahme der Schließzellen und der Haarzellen Kernkristalle (Abb. 3). Auffallend ist, daß auch die Epidermiszellen über den Blattadern und die des Blattstieles gallentragender Pflanzen Kristalle besitzen. Sie sind prismatisch und treten meist in der Einzahl oder zu zweit auf und ragen niemals aus dem Kern heraus. Gelegentlich können bis zu 8 Kristalle pro Kern vorkommen. Durch die Gestalt der Kristalle wird auch die Länge des Kernes bestimmt. Sie liegen entweder parallel und voneinander getrennt oder sie sind miteinander verschmolzen. Daneben sind immer ein oder auch mehrere Nukleolen sichtbar. In stark hypertrophierten Kernen sind die Kristalle besonders groß; gelegentlich beginnen sich solche Kerne aufzulösen, wobei aber der Kristall im Plasma erhalten bleibt. Ab und zu treten kleinere Kerne ohne Kristalle auf.

Die Kristalle sind schwach doppelbrechend. Sie sind verhältnismäßig labil, was ihre chemische Untersuchung erschwert.

Wasser wirkt quellend, die Kristalle kugeln sich nach längerer Zeit ab. Sie sind in verdünnter HCl, HNO_3, H_2SO_4 und CH_3COOH unlöslich.

Gegenüber Alkalien verhalten sich die Kristalle sehr verschieden. In 1/10 n NaOH lösen sie sich rasch auf, in NH_4OH quellen sie zuerst, dann folgt langsames Auflösen. In 10%iger KOH sind sie löslich, in gesättigter aber unlöslich. In Salzlösungen, wie 20%igem KNO_3 und 20%igem NaCl sind die Kristalle löslich, in Alkohol verquellen sie, ohne sich aber aufzulösen.

Die Feulgen-Reaktion ist negativ.

Jod-Jodkali färbt die Kristalle braun und wirkt quellend, so daß die einzelnen Kristalle ineinanderfließen.

Die Xanthoproteinreaktion konnte nicht durchgeführt werden, da sich die Kristalle auflösen.

Mit Millons-Reagens färben sie sich leicht hellgelb, die Kanten der Stäbchen runden sich ab, so daß die Kristalle eine elliptische Form annehmen und sich dann auflösen.

Obwohl die Xanthoprotein- und Millon-Reaktion negativ verliefen, spricht doch die schwache Doppelbrechung, die leichte Verquellbarkeit und die Anfärbbarkeit der Kristalle mit saurem Fuchsin für Eiweiß. Bisher sind erst in den Kernen einer einzigen Galle, und zwar auf *Fraxinus excelsior*, Eiweißkristalle beobachtet worden (ZWEIGELT 1917), doch finden sie sich in diesem Falle im Gegensatz zu *Urtica dioica* auch im gesunden Gewebe. Ob die Kristalle Viruseinschlüsse sind, kann noch nicht entschieden werden; diesbezügliche elektronenmikroskopische Untersuchungen sind im Gange.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

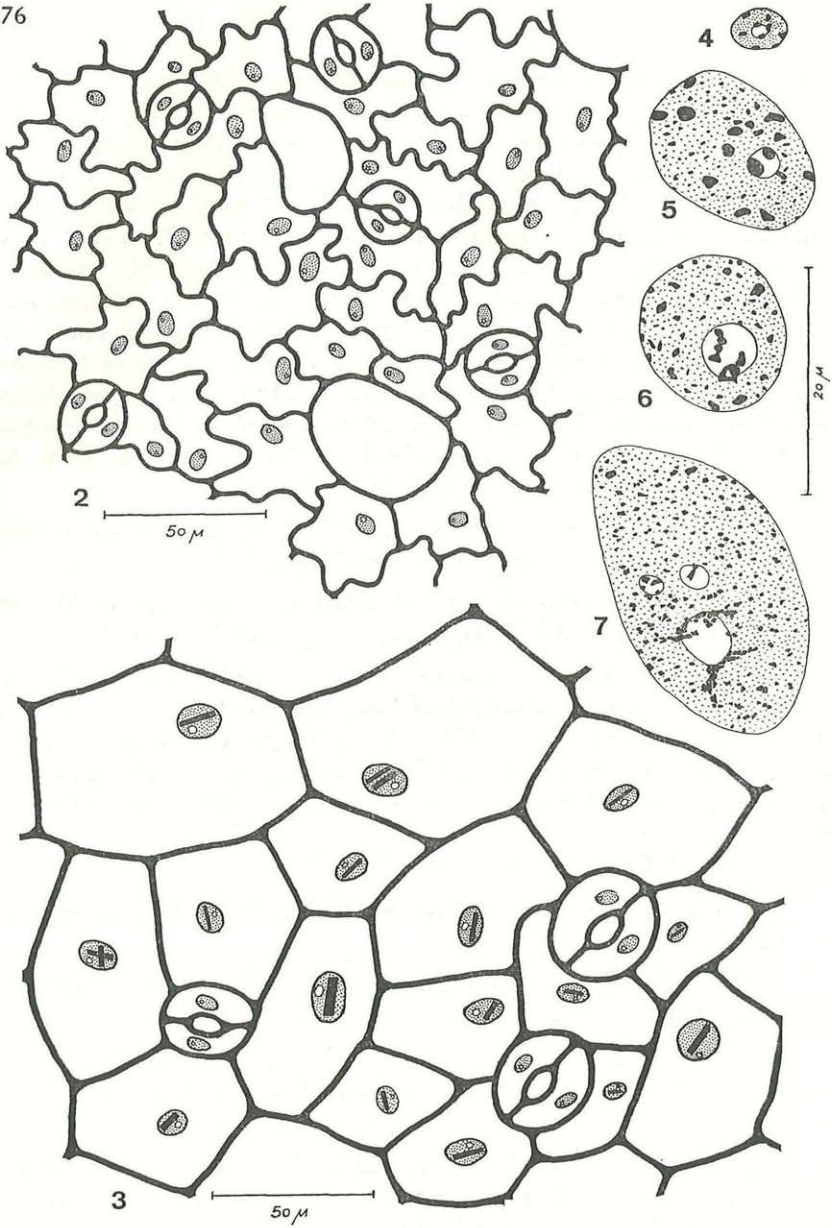


Abb. 2. *Urtica dioica*, Blatt, Epidermis mit Kernen. — Abb. 3. Blattgalle von *Dasyneura urticae* auf *Urtica dioica*, Epidermis mit Eiweißkristallen in den Kernen. — Abb. 4. *Urtica dioica*, Blatt, diploider Kern einer Parenchymzelle mit Chromozentren. — Abb. 5—7. Blattgalle von *Dasyneura urticae* auf *Urtica dioica*, Kerne von Parenchymzellen, 32ploide Kerne (Abb. 5, 6) mit Endochromozentren, 64ploider Kern (Abb. 7) mit aufgelockerten Endochromozentren und nukleolusassoziierten Heterochromatinschollen.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Kerne in der Galle und im Blatt

97% der Kerne des gesunden Gewebes haben einen Durchmesser von 2 bis 4 μ mit einem Maximum bei 2 μ. Die maximale Kerngröße beträgt 5,6 μ. Im inneren Teil der Galle, die an die Wohnkammer des Tieres grenzt, finden wir z. T. Kerne ähnlicher Größe wie im gesunden Gewebe. Das Häufigkeitsmaximum (48% der Kerne) hat sich aber in den 4 μ-Bereich verschoben; Kerne von 5 bis 7 μ Durchmesser kommen noch relativ häufig vor, der maximale Durchmesser beträgt 8,75 μ. Die Kerne des äußeren Gallanteiles sind bedeutend größer; das Maximum liegt bei 8 μ Durchmesser Relativ häufig findet man solche von 11,25 μ und 12,5 μ Durchmesser.

In der Galle steigt das Kernvolumen von der inneren Epidermis zur Peripherie hin an. Die Kerne des Nährgewebes sind nach ihrer Größe zu schließen tetra- und oktoploid; nur vereinzelt treten in Gefäßbündelnähe diploide Kerne auf. Im daran anschließenden großzelligen Parenchym und in der äußeren Epidermis sind sie okto- bis 64ploid.

Die diploiden Kerne des gesunden Gewebes zeigen Chromozentren, die sich deutlich von der euchromatischen Grundstruktur abheben (Abb. 4). In der Galle konnte mit steigendem Kernvolumen eine Zunahme des Chromatingehaltes und eine Vergrößerung des Nukleolus beobachtet werden. Neben einer größen- und zahlenmäßigen Zunahme der schollig gebauten Chromozentren (Abb. 5, 6) blieb auch die euchromatische Grundstruktur anscheinend ebenso dicht wie im diploiden Stadium. Die Kerne enthalten meist nur einen Nukleolus, nur selten kommen 2 bedeutend kleinere vor. Dem Nukleolus sind stets zwei bis drei Chromozentren assoziiert. Sie können bei hochpolyploiden Kernen vakuolisiert oder in mehrere Heterochromatinschollen aufgeteilt sein (Abb. 6, 7). Vereinzelt traten an 64ploiden Kernen Bündel von Endochromozentren auf (Abb. 7), die aus mehreren ziemlich kompakten Schollen von Heterochromatin aufgebaut sind. Sie liegen dem Nukleolus an einander gegenüberliegenden Stellen auf und strahlen in zwei Richtungen aus. In diesen hochpolyploiden Kernen sind die Chromozentren mehr oder minder stark aufgelockert, so daß der Kern gleichmäßig von gröberen, z. T. perlschnurartig angeordneten Heterochromatinkörnern ausgefüllt ist.

Mikrophotometrische Messungen

Im gesunden Blatt (Abb. 8) erstrecken sich die relativen DNS-Werte von 0,04—0,36 und zeigen bei 0,06—0,07 ein Haupt- und bei 0,12—0,13 und 0,22—0,23 zwei niedrigere Nebenmaxima. Diese bilden ziemlich genau eine geometrische Reihe und dürften daher diploiden, tetraploiden und oktoploiden Kernen entsprechen. Die Häufigkeit der Kerne nimmt mit steigendem Ploidiegrad rasch ab. Zu einem geringeren Prozentsatz überschreiten Kerne das oktoploide Stadium.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

In der Galle (Abb. 9) findet man im Bereich der ersten zwei Maxima des gesunden Gewebes (rel. DNS-Gehalt 0,06—0,07 und 0,12—0,13) nur wenige Kerne. Das einzige deutlich ausgeprägte Maximum im Gallendiagramm liegt bei 0,25—0,26 und entspricht ungefähr dem dritten Maximum im Diagramm des gesunden Gewebes, es dürfte oktoploide Kerne anzeigen. Von hier ab finden sich fast alle Werte mit mehr oder minder großer Häufigkeit bis 0,80; nur bei 0,30, 0,40 und 0,50 ist die Kernfrequenz etwas höher.

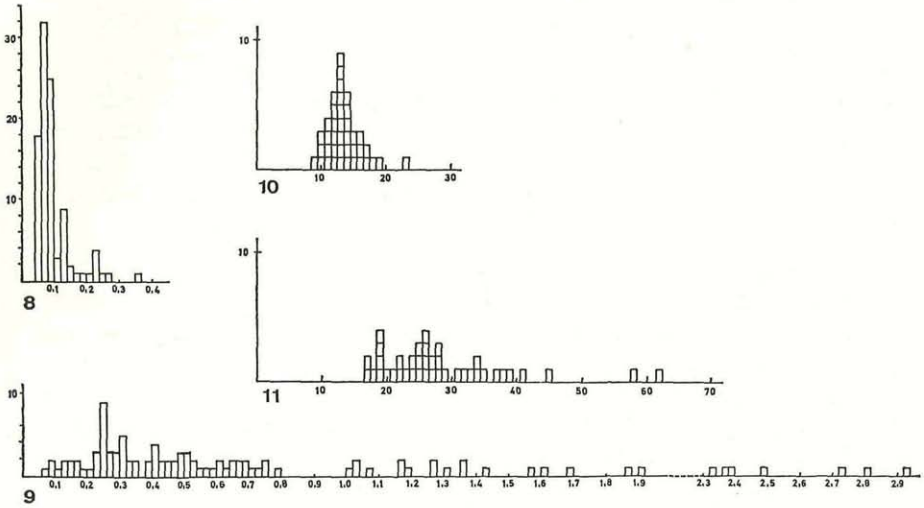


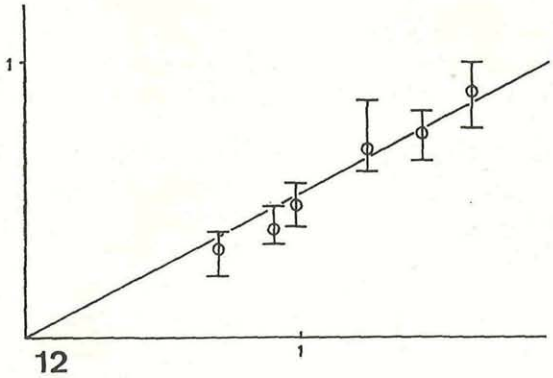
Abb. 8—9. Häufigkeit der relativen DNS-Werte der Kerne im Blatt von *Urtica dioica* (Abb. 8) und in der Blattgalle (Abb. 9). — Abb. 10—11. Chloroplastenzahlen in den Schließzellen des *Urtica dioica*-Blattes (Abb. 10) und der Blattgalle (Abb. 11). Näheres im Text.

Kerne von 0,80 bis 1,00 fehlen. Von 1,00 bis 1,90 sind die Werte mehr oder minder gleichmäßig verstreut, während gegen noch höhere DNS-Werte die Kernfrequenz rasch abnimmt. Der höchste gemessene relative DNS-Wert beträgt 2,94. In der Galle scheinen demnach keine Kerne im 2C und 4C-Stadium zu verharren. Eine verhältnismäßig große Anzahl von Kernen befindet sich offenbar in der DNS-Synthese zwischen 8C, 16C und 32C. Einige Kerne nähern sich dem 64C -Stadium und überschreiten dieses noch.

Die Diagramme Abb. 12 u. 13 veranschaulichen das Verhältnis von Kernvolumen zum DNS-Gehalt. Im gesunden Gewebe streuen die einzelnen Mittelwerte verhältnismäßig stark, wobei besonders die DNS-Gehalte der größeren Kerne relativ zu hoch liegen. Im Diagramm der Galle weichen meist die Werte, die durch eine zu geringe Anzahl von Messungen belegt sind, etwas von der Geraden ab. Im allgemeinen sprechen die Werte für eine

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

lineare Proportionalität, die auch bei den größten Kernen gewahrt bleibt. Die Zuverlässigkeit der Messungen scheint dadurch bestätigt, daß die Regressionsgerade durch den Koordinaten-Nullpunkt läuft.



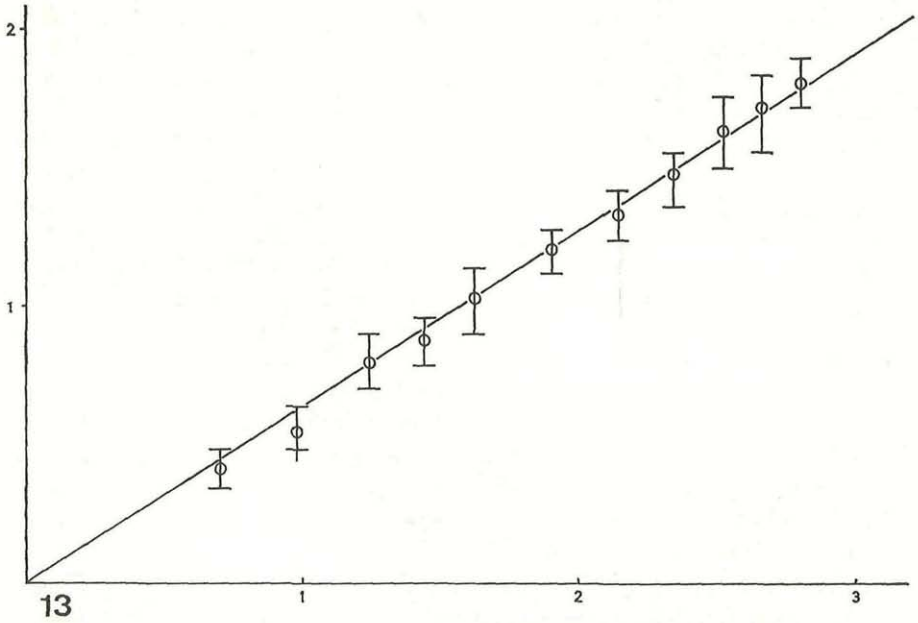


Abb. 12—13. Abhängigkeit des relativen DNS-Gehaltes der Kerne von ihrem Volumen im Blatt von *Urtica dioica* (Abb. 12) und in der Blattgalle (Abb. 13).

Chloroplastenzahlen in den Schließzellen

Im gesunden Gewebe beträgt die niedrigste Chloroplastenzahl 9, die höchste 23; das klare Häufigkeitsmaximum liegt bei 13 Chloroplasten pro Schließzellenpaar (Abb. 10). In der Galle (Abb. 11) wurden in den

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Stomata 17 bis 62 Chloroplasten gezählt, wobei 19 und 26 Chloroplasten am häufigsten vorkommen. In einigen Schließzellen waren die Chloroplasten zerfallen, so daß ihre Zahl nicht mehr bestimmbar war.

Besprechung der Ergebnisse

Die Anatomie der Gallepidermis kann durch ein abnormes Wachstum der Zellen und Kerne sowie durch eine Abnahme der Stomata charakterisiert werden.

Die Kern-Zellrelation in der Epidermis liegt bei der Galle stets zugunsten der Zelle; die Kerne konnten mit dem raschen Zellwachstum nicht Schritt halten. Woll 1954a beobachtete Gleiches bei der Blattgalle *Diplolepis quercusfolii*. Anders 1960a, b bezeichnet dieses abnorme Zellwachstum als ein allgemeines Kennzeichen der histioiden Gallen.

Stomata treten in der Gallepidermis nur in bestimmten Zonen, besonders über den Gefäßbündeln auf, aber auch in diesen ist ihre Zahl stark vermindert, was aus dem Verhältnis Stomata : Epidermiszellen hervorgeht. Abweichende Stomatazahlen konnten auch Umrath 1949 bei *Neptunia plena* und *Tradescantia fluminensis* und Kropfitsch 1951 bei *Vicia faba* beobachten, nachdem sie diese Pflanzen mit β-Indolessigsäure behandelt hatten. Auf Grund ihrer Versuchsergebnisse ist es möglich, die Stomatazahl und das Verhältnis Stomata : Epidermiszellen als einen Indikator für einen abnormalen Wuchsstoffgehalt der Pflanze zu nehmen; eine Verschiebung zugunsten der Zahl der Epidermiszellen spricht nach Kropfitsch 1951 für einen unter- oder überoptimalen Wuchsstoffgehalt. Es ist nun bekannt, daß Gallen einen höheren Wuchsstoffgehalt als gesundes Gewebe aufweisen. So konnte Kaldewey 1965 in den Galläpfeln auf *Quercus robur*, die durch *Cynips quercusfolii* hervorgerufen werden, einen Wuchsstoffgehalt von $1 \cdot 10^{-3}$ mg IES pro Kilogramm Frischgewicht feststellen. Bei den hier untersuchten Gallen steht eine Wuchsstoffbestimmung aus. Man darf aber annehmen, das deutliche Absinken der Stomatazahl sei auf einen erhöhten Wuchsstoffgehalt zurückzuführen. Neben der geringen Stomatazahl sprechen nach Kropfitsch 1951 auch steckengebliebene Initialen und Zwillingsbildungen für einen hohen Wuchsstoffgehalt; solche werden auch an den *Urtica*-Gallen beobachtet.

Ein weiterer Unterschied zwischen gesundem und Gallgewebe liegt in der Größenzunahme der Kerne. Auch bei der Galle von *Dasyneura urticae* konnte zunächst eine bedeutende Zunahme der Kerngröße festgestellt werden. Die Struktur dieser Kerne läßt auf Endopolyploidie schließen. Die Kernvolumina nehmen rhythmisch zu und weisen auf diploide bis 64ploide Kerne hin. Es wurden nie mehrkernige Zellen und nie Mitosen beobachtet, so daß die Chromosomenzahl nicht bestimmt werden konnte. Je Kern fand sich meist nur ein stark vergrößerter Nukleolus. Die Chromozentren waren mit steigendem Kernvolumen vermehrt und vergrößert. Bei höher ploiden

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Kernen waren die Endochromozentren aufgelockert, wovon nur das an dem Nukleolus assoziierte Heterochromatin nicht betroffen war (vgl. TURAŁA 1966, HESSE 1968).

Eine parallel durchgeführte mikrophotometrische DNS-Bestimmung bestätigte sowohl im gesunden als auch im Gallgewebe die oben ermittelten Ploidiegrade. Im gesunden Gewebe treten diploide, tetraploide und oktoploide Kerne auf, wobei die Häufigkeit mit steigendem Ploidiegrad rasch absinkt. In der Galle konnten diploide bis 64ploide Kerne gefunden werden. Die in den beiden Diagrammen eingetragenen relativen DNS-Werte zeigen, daß die Kerne nicht immer genau geradzahligen C-Werten zugeordnet werden. Es wurden daher auch Kerne erfaßt, die offenbar gerade die endomitotische Interphase, d. h. DNS-Reproduktion durchmachen. Soferne solche intermediären Werte nicht auf Versuchsfehler, z. B. ungenaue Kernvolumsbestimmung zurückgehen, können sie auch durch Fehler in der Synchronisierung im Reduplikationsprozeß (VENDRELY & VENDRELY 1956) oder durch einen verschieden hohen Grad an Polytänie der einzelnen Chromosomen (ALFERT 1954) zustande kommen. PARTANEN & al. 1955 konnten bei Farntumoren ein Überwechseln der Kerne zur Aneuploidie beobachten. Diese Angaben könnten auch für das Maximum im Galldiagramm zutreffen, das leicht gegen dieses im gesunden Gewebe verschoben ist. Im Gallgewebe fällt auf, daß bei 2C und 4C keine Maxima auftreten. Vielmehr findet man auch in den intermediären Bereichen eine annähernd gleiche Frequenz der DNS-Werte. Die DNS-Reduplikation und der endomitotische Strukturwechsel scheinen so rasch durchlaufen zu werden, daß über weite Bereiche die gleiche Häufigkeit der DNS-Werte vorzufinden ist.

Nach dem Gesetz der DNS-Konstanz pro Chromosomensatz müßte, wie LIST 1963 nachweisen konnte, bei Polyploidisierung der DNS-Gehalt zusammen mit dem Kernvolumen rhythmisch ansteigen. Bei der *Urtica*-Galle besteht zwischen den DNS-Werten der Kerne und ihren Volumina eine weitgehende Proportionalität. Die DNS-Konzentration pro Kernvolumen bleibt auch in vergrößerten Kernen $\pm$ konstant.

In den Schließzellen der Galle konnten bis zu 39 Chloroplasten mehr als in denen gesunder Blätter gefunden werden. MOCHIZUKI & SUEOKA 1955 sowie BUTTERFASS 1958 konnten nachweisen, daß eine erhöhte Chloroplastenzahl auf Polyploidie des Gewebes schließen läßt. Die Chloroplastenzahl erhöht sich bei Endomitose pro Ploidiestufe meist nicht ganz aufs Doppelte. Die DNS-Reproduktion im Interphasenkern kann nach BUTTERFASS 1965 auch zu einer kontinuierlichen Vermehrung der Chloroplasten führen, so daß ihre Zahl stark streut. Die Schließzellen werden, soweit bisher bekannt ist (TSCHERMAK-WOESS 1956, BUTTERFASS 1963), nicht endopolyploid. „Trotzdem könnten Schließzellen an bestimmten Stellen der Pflanze vielleicht doch öfter endopolyploid werden, z. B. wenn ihre Anwesenheit dort vor allem phylogenetische Gründe, aber nur noch geringe physio-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

logische Bedeutung hat" (BUTTERFASS 1963: 126). Die höchsten Chloroplastenzahlen wurden auch in Stomata gefunden, die durch das Wachstum der sie umgebenden Zellen gedehnt und z. T. funktionslos schienen. Die hohe Chloroplastenzahl solcher Stomata, die nicht allein auf eine Streuung der Grundzahl zurückgeführt werden kann, läßt Endopolyploidie dieser Zellen vermuten. Allerdings steht eine genaue Untersuchung der Zellkerne dieser Stomata noch aus.

Zusammenfassung

Die Epidermis der Galle von *Dasyneura urticae* auf *Urtica dioica* zeigt eine bedeutende Größenzunahme der Zellen und Kerne. Die Kern-Zellrelation liegt zugunsten der Zellen. Die Stomataentwicklung ist stark unterdrückt und nur auf bestimmte Zonen beschränkt. Es treten steckengebliebene Initialen, Zwillings- und Drillingsbildungen auf. Diese Faktoren sprechen nach KROPFITSCH 1951 für einen erhöhten Wuchsstoffgehalt.

Die Kerne der Gallepidermis enthalten stäbchenförmige Kristalle, ihr Verhalten gegenüber verschiedenen Chemikalien sowie die Färbbarkeit mit saurem Fuchsin deuten auf Eiweißkristalle.

In den Parenchymzellen um die Gefäßbündel der Galle und vereinzelt auch im gesunden Blattstiel treten Rosanoff'sche Kristalle auf.

Strukturanalysen der Kerne des Gallparenchyms, sowie ihre rhythmische Volumszunahme, weisen auf Endopolyploidie hin. Es konnten diploide bis 64ploide Kerne nachgewiesen werden. Mikrospektrometrische DNS-Bestimmungen konnten diese Ergebnisse bestätigen. Zwischen DNS-Gehalt und Kernvolumen besteht eine lineare Proportionalität. Dies besagt, daß die DNS-Konzentration mit steigendem Kernvolumen konstant bleibt.

Die beträchtliche Plastidenvermehrung in den Schließzellen der Galle weist auf eine Polyploidisierung der Zellkerne der Schließzellen hin.

Schrifttum

ALFERT M. 1954. Composition and structure of giant chromosomes. — Intern. Rev. Cytol. 3: 131—175.

ANDERS F. 1960a. Untersuchungen über das cecidogene Prinzip der Reblaus (*Viteus vitifolii*) SHIMER. I. Untersuchungen an der Reblausgalle. — Biol. Zbl. 79: 47—58.

— 1960b. Untersuchungen über das cecidogene Prinzip der Reblaus (*Viteus vitifolii* SHIMER). II. Biologische Untersuchungen über das galleninduzierende Sekret der Reblaus. — Biol. Zbl. 79: 679—700.

— 1961. Untersuchungen über das cecidogene Prinzip der Reblaus (*Viteus vitifolii* SHIMER). III. Biochemische Untersuchungen über das galleninduzierende Agens. — Biol. Zbl. 80: 199—233.

BUHR H. 1965. Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. 2. — Jena.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

BUTTERFASS Th. 1958. Die praktische Ermittlung des Ploidiegrades von Zuckerrüben durch Zählen der Schließzellen-Chloroplasten. — Züchter 28: 309—314.

— 1963. Die Abhängigkeit der Plastidenvermehrung von der Reproduktion der Erbsubstanz im Kern. — Ber. dt. bot. Ges. 76: 123—134.

— 1965. Verschiedenartige Ursachen der Plastidenvermehrung in verschiedenen Zellen. — Ber. dt. bot. Ges. 78: (105)—(110).

GARRIGUES R. 1947. Aperçu sur les modifications anatomiques et cytologiques observées dans les zoocécidies. — Bull. Soc. bot. France 94: 115—116.

— 1950. Sur un type particulier de noyau, trouvé dans les Hymenoptérocécidies. — C. R. Acad. Sci. Paris 231: 984—986.

HENNIG A. 1957. Das Problem der Kernmessung. Eine Zusammenfassung und Erweiterung der mikroskopischen Meßtechnik. — Mikrosk. 12: 174—202.

HESSE M. 1968. Karyologische Anatomie von Zoocecidien und ihre Kernstrukturen. — Österr. bot. Z. 115: 34—83.

KALDEWEY H. 1965. Wachstumsregulatoren aus Pflanzengallen und Larven der Gallenbewohner. — Ber. dt. bot. Ges. 78: 73—84.

KALLEN F. 1882. Das Verhalten des Protoplasmas in dem Gewebe von *Urtica urens* entwicklungsgeschichtlich dargestellt. — Flora 65: 65.

KROPFITSCH M. 1951. Spaltöffnungszahl und Heteroauxin. — Protoplasma 40: 461—474.

KÜSTER E. 1925. Pathologische Pflanzenanatomie. — Jena.

— 1956. Die Pflanzenzelle. 3. Aufl. — Jena.

LIST A., Jr. 1963. Some observations on DNA content and cell and nuclear volume growth in the developing xylem cells of certain higher plants. — Amer. J. Bot. 50: 320—329.

MCLEISH J. & SUNDERLAND N. 1961. Measurements of deoxyribosenucleic acid (DNA) in higher plants by Feulgen photometry and chemical methods. — Exper. Cell. Res. 24: 527—540.

MEYER J. 1950. Gigantisme nucléolaire et cécidogenèse. — C. R. Acad. Sci. Paris 231: 1333—1335.

MOCHIZUKI A. & SUEOKA N. 1955. Genetic studies of the number of plastid in stomata. I. Effects of autopolyploidy in sugar beets. — Cytologia 20: 358—366.

PARTANEN C. R., SUSSEX I. M. & STEEVES T. A. 1955. Nuclear behavior in relation to abnormal growth in fern prothalli. — Amer. J. Bot. 42: 245—256.

SWIFT H. H. 1950. The desoxyribose nucleic acid content of animal nuclei. — Physiol. Zool. 23: 169—198.

THALER I. 1966. Eiweißkristalle in Pflanzenzellen. — Protoplasmatologia II. B 2 bγ.

TSCHERMAK-WOESS E. 1956. Karyologische Pflanzenanatomie. — Protoplasma 46: 798—834.

TURAŁA K. 1966. Strukturen endopolyploider Kerne im Bereich der Samenanlage einiger Monocotylen. — Österr. bot. Z. 113: 527—541.

UMRATH K. 1949. Dornenbildung, Blattform und Blütenbildung in Abhängigkeit von Wuchsstoff und korrelativer Hemmung. — Planta 36: 262—297.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

VENDRELY R. & VENDRELY C. 1956. The results of cytophotometry in the study of the deoxyribonucleic acid (DNA) content of the nucleus. — Intern. Rev. Cytol. 5: 171—197.

WOLL E. 1954a. Beiträge zum Differenzierungsproblem an Hand der Zytologie von Pflanzengallen. — Z. Bot. 42: 1—29.

— 1954b. Untersuchungen über die cytologische Differenzierung einiger Pflanzengallen. — Planta 43: 477—494.

ZWEIGELT F. 1917. Blattlausgallen, unter besonderer Berücksichtigung der Anatomie und Ätiologie. — Cbl. Bakt. 2. Abt. 47: 408—535.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: 13_3_4

Autor(en)/Author(s): Dengg Erna

Artikel/Article: Zytologische Untersuchungen an Blattgallen von Urtica dioica. 271-284