

UDC 582.973:581.47 = 30

ÜBER DIE URSACHE DES BLAUGLANZES DER FRÜCHTE VON *VIBURNUM TINUS* L.

ZVONIMIR DEVIDĚ

(Botanisches Institut der Naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät der Universität
in Zagreb)

Eingegangen am 21. Dezember 1985

Es konnte lichtmikroskopisch einwandfrei bestätigt werden, daß der auffallende Blauglanz der Früchte von *Viburnum tinus* L. in der äußeren farblosen und durchsichtigen Zellwand der Epidermis ausschließlich durch optische Phänomene entsteht.

Das Elektronenmikroskop zeigt in diesem Bereich aus dicht zusammengedrängten Körnchen aufgebaute Kutikularschichten, deren Zwischenabstände im gequollenen, für die Entstehung des Blauglanzes unbedingt notwendigen Zustand der Zellwand aus Ultradünnschnitten nicht zu erfahren sind.

Da das normal zur Richtung des Beleuchtungsstrahles sich ausbreitende Licht keine nachweisbaren Polarisationserscheinungen aufweist, scheint die Lichtstreuung an den Körnchen als mögliche Ursache der Blauglanzentstehung auszuschließen und es kommen so für die Erklärung dieses optischen Phänomens nur noch Interferenzerscheinungen im Bereich der Kutikularschichten in Frage.

Über den Blauglanz bei Pflanzen und seine Entstehung findet man Angaben seit dem Jahre 1867 für Blütenpflanzen und 1870 bei Rotalgen. Über ältere Literatur berichten Möbius (1927), Linsbauer (1930), Kylin (1937) u.a. Die Entstehung des Blauglanzes bei Pflanzen des Regenwaldes untersuchten mit moderneren Hilfsmitteln Lee und Lowry (1975). Aus allen diesen Angaben ist ersichtlich, daß als Ursachen des Blauglanzes einerseits die Lichtstreuung an in der Zellwand oder in besonderen Zelleinschlüssen enthaltene Partikeln, andererseits aber Interferenzerscheinungen des Lichtes im Bereich dünner Schichten (Farbe dünner Blättchen), z. B. in der Kutikula, angenommen werden.

Es scheint aber nicht immer leicht zu sein, bei den einzelnen Fällen die wahre Ursache des Blauglanzes einwandfrei feststellen zu können, was im folgenden am Beispiel der Früchte von *Viburnum tinus* L. gezeigt werden soll.

Bereits Möbius (1927) konnte richtig feststellen, daß der Blauglanz der Früchte von *Viburnum tinus* nicht von einem Pigment herrührt, sondern daß er in der Epidermis durch optische Phänomene entstehen muß. Seine Erklärung (Möbius 1927, S. 169): »der auffallende Lichtstrahl wird von dem dunklen Hintergrunde zurückgeworfen und erhält dabei die blaue Oberflächenfarbe, wenn aber das Licht zuerst durch den dunkelbraunen Zellinhalt geht, so zeigt es unserem Auge diese Farbe, die blaue Oberflächenfarbe kann nicht zur Wirkung kommen, sie wird einfach durch die braune Farbe ausgelöscht.« ist vom physikalischen Standpunkt nicht ganz richtig und läßt sich demnach auch nicht beweisen.

Unter dem Lichtmikroskop kann man folgendes feststellen: Der Blauglanz der Epidermiszellen läßt sich nur im auffallenden Licht beobachten, nicht aber im Durchlicht, da er von diesem infolge seiner unvergleichlich stärkeren Intensität völlig überdeckt wird, wobei die Farbe, also Wellenlänge des Durchlichtes sich als belanglos erweist. Es soll dabei erwähnt werden, daß für solche Beobachtungen ein Stereomikroskop (»Binokularlupe«) viel bessere Dienste leistet, als ein Vertikalilluminator in dessen Beleuchtung man sich infolge zu vieler Reflexe schwer zurechtfindet. Bei gutem Auflicht kann man im Lichtmikroskop genau feststellen, daß die dunkle blauschwarze Farbe der Vakuolen nur im Bereich der völlig durchsichtigen und farblosen Antiklinalwände zum Vorschein kommt, während der Blauglanz ausschließlic an die äußeren Periklinalwände beschränkt ist.

Daß der Blauglanz tatsächlich in den Außenwänden der Epidermis entsteht, läßt sich am besten durch Beseitigung der Zellinhalte (sei es mechanisch oder durch Einwirkung von H_2O_2 , Eau de Javelle u dgl. m.) beweisen. Der Blauglanz erscheint infolge der jetzt fehlenden dunklen Vakuoleninhalte zwar heller, aber das kann durch Unterlegen eines dunklen Hintergrundes im ganzen wieder rückgängig gemacht werden.

Diese scheinbare Mitwirkung der Vakuolen- bzw. Hintergrundfarbe bei der Entstehung des Fruchtglanzes kann man am besten mit Hilfe von Säureeinwirkung nachweisen. Läßt man auf Tangentialschnitte oder selbst ganze Früchte Säure einwirken, so schlägt die Farbe der Vakuolen nach dunkelrot um und der Blauglanz der Epidermis erfährt makroskopisch einen Stich in violette Farbe. Beobachtet man aber diese Schnitte bzw. Früchte unter der Stereolupe bei etwa 50 bis 100-fachen Ver-

Abb. 1—4. Außenwand der Fruchtepidermis von *Viburnum tinus* L. Fixierung: Glutaraldehyd/Osmiumtetroxyd; Einbettung: Araldit; Kontrastierung: Uranyl-acetat/Bleicitrat. Ultradünne Schnitte: Om-U2 EM-Aufnahmen: Siemens Elmiskop I.

Abb. 1. Epidermisaußenvand im Radialschnitt. 4 000:1.

Abb. 2. Epidermisaußenvand im Radialschnitt. Untere Partie der Kutikularschichten. 15 000:1.

Abb. 3. Detail der Epidermisaußenvand im Radialschnitt. 40 000:1.

Abb. 4. Detail der Epidermisaußenvand im Tangentialschnitt. 40 000:1.

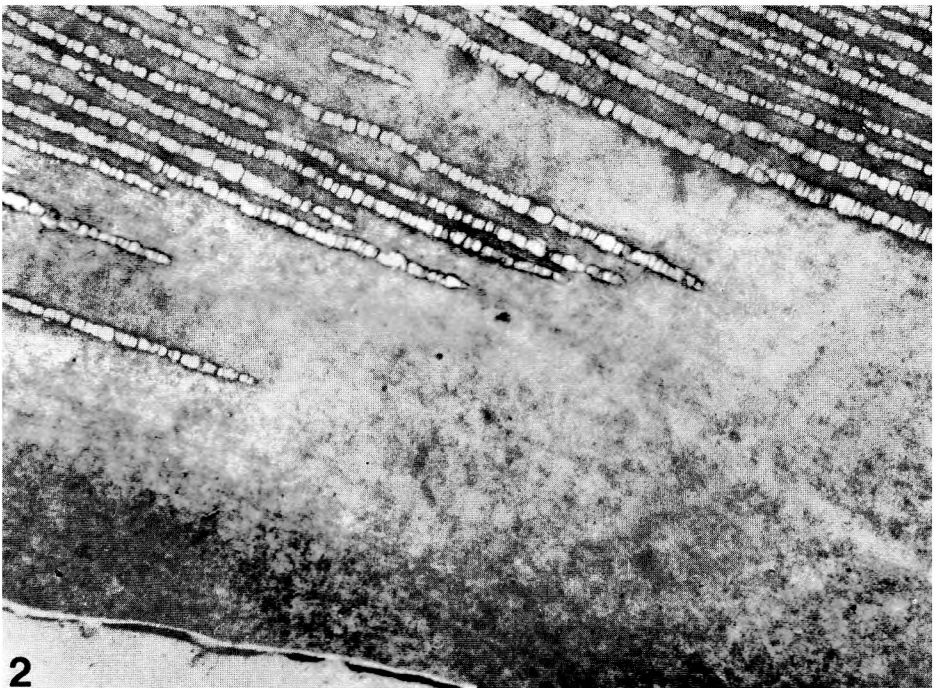
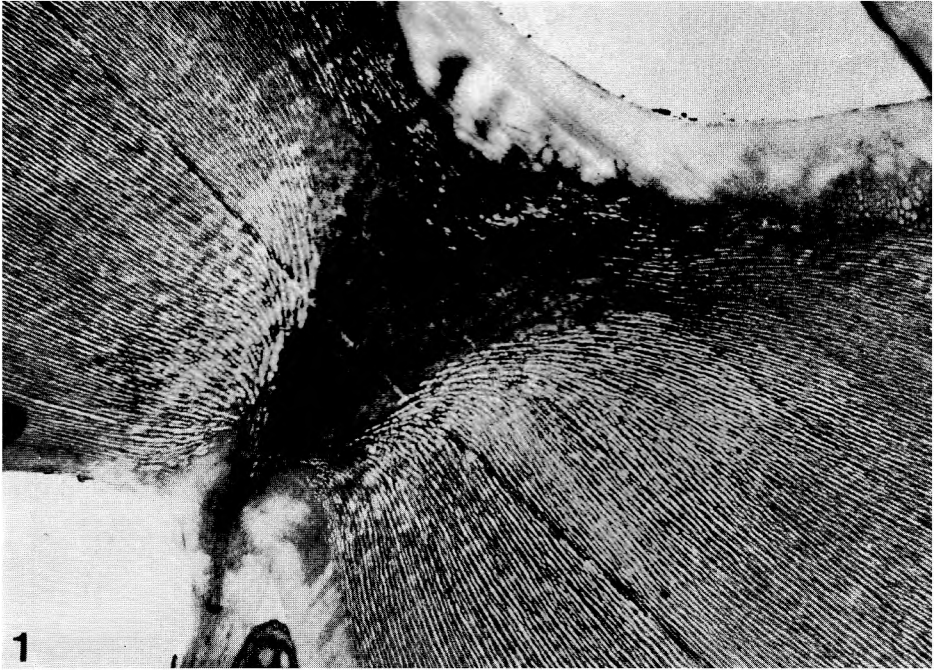


Abb. 1—2.

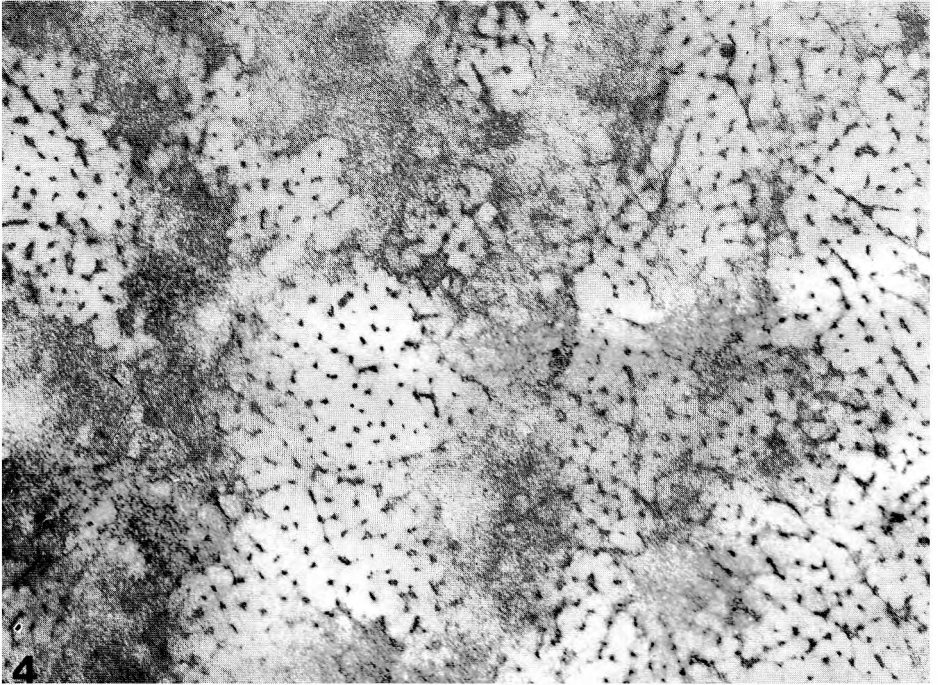


Abb. 3—4.

größerung, so kann man eindeutig feststellen, daß der in den äußeren Periklinalwänden entstehende Blauglanz völlig unverändert geblieben ist und daß die rote Farbe der darunterliegenden Vakuolen nur durch die transparenten Antiklinalwände der Epidermis zu ihrer Wirkung gekommen ist. Bei der Beobachtung mit dem freien Auge entsteht dadurch allerdings der Eindruck einer violettstichigen Farbe, da das Auge kein genügend starkes Auflösungsvermögen hat um die Zellflächen (blau) und Zellränder (rot) unterscheiden zu können. Derselbe Sachverhalt muß also vorliegen, wenn die Vakuolen ihre natürliche blauschwarze Färbung haben.

Beim Trocknen der Epidermis verschwindet der Blauglanz spurlos, wobei die Oberfläche völlig matt wird. Werden jedoch die Schnitte oder Früchte erneut benetzt, so kehrt der Blauglanz wieder zurück, was beliebig oft wiederholt werden kann. Durch das Trocknen werden die Früchte wegen des Eintrocknens der Vakuoleninhalte schwarz, aber das hat auf die Entstehung des Blauglanzes keinen Einfluß, sondern nur auf das makroskopische Aussehen der Fruchtfarbe.

Ultradünnschnitte durch die Epidermis reifer Früchte von *Viburnum tinus* zeigen unter dem Elektronenmikroskop in der Außenwand der Epidermis auffallende, aus dicht angeordneten körnchenartigen Gebilden aufgebaute, Kutikularschichten (Abb. 1 bis 4), deren Substanz (Wachs?) bei dem Einbettungsverfahren gelöst wurde. Die Größe der Körnchen schwankt zwischen 40 bis 240 nm, wobei 75% der Körnchen einen kleineren Durchmesser als 115 nm haben (Abb. 3 und 4). Der gegenseitige Abstand der aus diesen Körnchen aufgebauten Kutikularschichten beträgt etwa 140 bis 330 nm und mehr (Abb. 2). Diese Dimensionsangaben, die aus den im Araldit eingebetteten (und demnach dehydrierten!) tangentialen Schnitten der Früchte von *Viburnum tinus* stammen, entsprechen infolge der Wasserabwesenheit den Verhältnissen in trockenen Epidermiswänden in denen aber niemals ein Blauglanz entsteht. Für seine Entstehung müssen die Zellwände unbedingt hydriert bzw. gequollen sein, wodurch vermutlich die gegenseitige Entfernung der Kutikularschichten vergrößert wird.

In ultrastrukturelle Einzelheiten des Aufbaues der Epidermiszellwände und der Kutikularschichten wird hier nicht eingegangen. Eine gute Einführung ist bei Kleinig und Sitte (1984) zu finden, während Einzelheiten und neue Literatur Barthlott und Schill (1985) besprechen.

Wenn wir als mögliche Ursache des Blauglanzes die Lichtstreuung an den Körnchen annehmen, müßte das normal zur Richtung des Beleuchtungsstrahls sich ausbreitende Licht als Streulicht linear polarisiert sein. Solche Polarisation läßt sich aber nicht nachweisen, wohl lassen sich aber die Oberflächenreflexe nach dem Brewsterschen Gesetz mit dem Polarisator löschen. Da bei der Vergrößerung des Blickwinkels die Farbe von grünlichblau nach tiefblau sich ändert, scheint eher die Annahme richtig zu sein, daß in den Kutikularschichten Interferenzerscheinungen zustande kommen — analog wie in einem Interferenzfilter. Um dies einwandfrei beweisen zu können, müßte man vor allem die gegenseitige Abstände der Kutikularschichten in den benetzten Zellwänden erfahren, da der Blauglanz nur in solchen entstehen kann.

Für elektronenmikroskopische Arbeiten bin ich Frau Dr. Mercedes Wrischer zum besten Dank verpflichtet.

Literatur

- Barthlott, W., R. Schill, 1985: II. Oberflächenskulpturen bei höheren Pflanzen. *Progress in Botany* 47, 19—29.
- Kleinig, H., P. Sitte, 1984: Zellbiologie — Ein Lehrbuch, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart — New York, 337—342.
- Kylin, H., 1937: Anatomie der Rhodophyceen. Handbuch der Pflanzenanatomie, II. Abt. Bd. VI, 2. Teilbd: Algen. Verl. Gebrüder Bornträger, 24—27.
- Lee, D. W., J. B. Lowry, 1975: Physical basis and ecological significance of iridescence in blue plants. *Nature* 254, 50—51.
- Linsbauer, K., 1930: Die Epidermis. Handbuch der Pflanzenanatomie, I. Abt, Bd. IV, 2. Teilbd. Verl. Gebrüder Bornträger, 103.
- Möbius, M., 1927: Die Farbstoffe der Pflanzen. Handbuch der Pflanzenanatomie, I. Abt. 1. Teil: Cytologie, Bd. III. Verl. Gebrüder Bornträger, 165—170.

SUMMARY

ON THE CAUSE OF THE BLUE SHINE ON THE FRUITS IN *VIBURNUM TINUS* L.

Zvonimir Devidé

(Department of Botany, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University in Zagreb)

It has been possible to confirm that the striking blue shine of the *Viburnum tinus* fruits is the consequence of optical phenomena in the outer colourless and transparent cell wall of the epidermis.

In this region electron micrographs show cuticular layers consisting of grains which could be the cause of the blue shine by either light scattering or interference.

As no polarisation phenomena could be observed perpendicularly to the direction of the incident light, light interference remains as the only probable cause.

SAŽETAK

O UZROKU MODROG SJAJA PLODOVA LEMPRIKE (*VIBURNUM TINUS* L.)

Zvonimir Devidé

(Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)

Detaljna svjetlosno-mikroskopska istraživanja jednoznačno su potvrdila da je upadljivi modri sjaj plodova lemprike (*Viburnum tinus*) posljedica optičkih pojava u vanjskoj bezbojnoj i prozirnoj stijenci epiderme.

Elektronsko-mikroskopske snimke pokazuju u tom predjelu kutikularne slojeve izgrađene od brojnih zrnaca koji bi mogli prouzrokovati modri sjaj ili rasipanjem ili interferencijom svjetlosti. Kako se okomito na smjer upadne svjetlosti ne mogu dokazati nikakve pojave polarizacije svjetlosti, rasipanje svjetlosti ne može biti uzrok modrog sjaja. Preostaje interferencija svjetlosti kao jedino moguće tumačenje ove pojave.