

ÜBER DEN SPALTÖFFNUNGSAPPARAT DER  
FRÜCHTE BEI EINIGEN SORTEN  
VON *PRUNUS DOMESTICA* L.

NEVENKA PLAVŠIĆ-GOJKOVIĆ

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Zagreb)

Eingegangen am 5. 3. 1969.

Einleitung und Untersuchungsmethode

Im Laufe der anatomischen Untersuchungen der Früchte einiger Tafelzwetschgen galt unser Interesse besonders dem Spaltöffnungsapparat, da über dieses Thema in der zur Verfügung stehenden Literatur keine Angaben zu finden sind (Gassner 1931, Tschirch 1912, Meyer 1891, Moeller u. Griebel 1928). Der anatomische Bau der vegetativen Organe der Pflanzen wurde bisher besser erforscht, als derjenige der Früchte. All das veranlasste mich komparative Untersuchungen über die Spaltöffnungen bei Früchten folgender 9 Tafelzwetschgensorten durchzuführen: Mirabelle von Nancy, Hauszwetschge (»Požegača«), Italienische Zwetschge, Anna Späth, Zimmer's Frühzwetschge, Königin Viktoria, Kleine grüne Reineclaude, Schöne von Löwen und Altham's Reineclaude.

Das Untersuchungsmaterial wurde, auf der Lehrdomäne »Jazbina« der Landwirtschaftlichen Fakultät in Zagreb, während der technologischen und physiologischen Reife nach dem Prinzip der Stichprobenerhebung ausgewählt und gesammelt. Die für diese Untersuchungen gewählten Obstbäume wurden unter den gleichen ökologischen Verhältnissen kultiviert, was für vergleichende Untersuchungen günstig ist.

Es wurden 30 Früchte von jeder Sorte an der Basis, Mitte und Spitze untersucht. An diesen wurden insgesamt 50 Messungen der Spaltöffnungslängen und Breiten durchgeführt, wie auch die Spaltöffnungszahl pro  $1 \text{ mm}^2$  festgestellt. Die Zählung der Spaltöffnungen wurde im Sichtfeld, deren Fläche  $0,1941 \mu$  betrug, vorgenommen. Danach wurde die Spaltöffnungszahl auf  $1 \text{ mm}^2$  berechnet.

Alle Angaben wurden variations-statistisch bearbeitet. Es wurden der Mittelwert  $\left(\bar{x} = \frac{\sum nx}{\sum n}\right)$  und deren mittlerer Fehler  $\left(\overline{fx} = \frac{\sigma}{\sqrt{\sum n}}\right)$ , die Standardabweichung  $\left(\sigma = \sqrt{\frac{\sum n x^2}{\sum n} - \frac{(\sum nx)^2}{\sum n(\sum n-1)}}\right)$ , der Variationskoeffizient  $\left(v = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\right)$ , sowie das Genauigkeitsmass  $\left(p = \frac{\overline{fx}}{\bar{x}} \cdot 100\right)$  festgestellt.

Die Angaben zeigten sich als zuverlässig. Nur bei der Spaltöffnungszahl pro 1 mm<sup>2</sup> zeigte sich ein sehr hoher Variationskoeffizient, was einer geringen Spaltöffnungszahl zuzuschreiben ist.

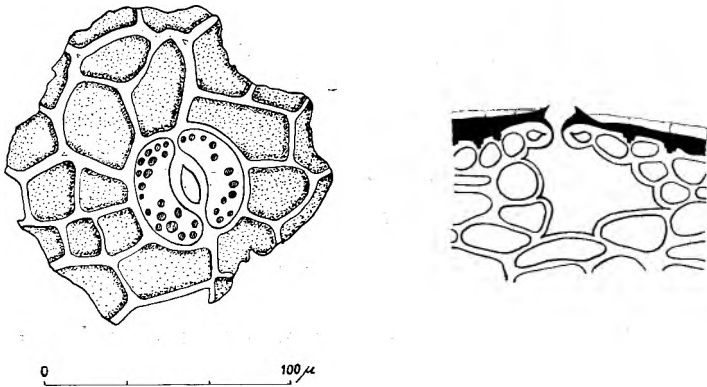


Abb. 1. Königin Viktoria, Spaltöffnung in Aufsicht — links; Mirabelle von Nancy, Spaltöffnung im Querschnitt — rechts

## Ergebnisse

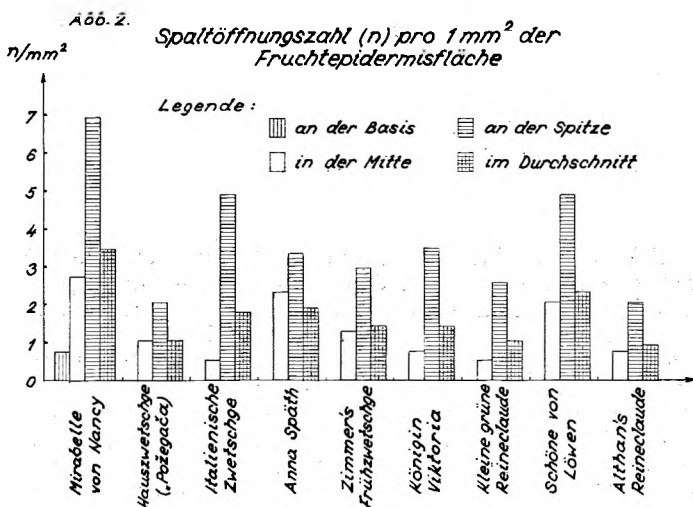
Es ist eine altbekannte Tatsache, dass die Spaltöffnungen an Früchten verschiedener Pflanzen vorkommen, oder zumindest in einen rudimentären Zustand gefunden werden.

Um eine Vergleichsmöglichkeit zu erhalten, wurde zunächst die einschichtige, zum Abschluss der inneren Fruchtschichten dienende, Epidermis untersucht. Bei sorgfältiger Untersuchung aller Zwetschgensorten wurden zwischen den polygonalen, fächerartig gebauten, kleinen Zellen etwas grössere Spaltöffnungen gefunden.

In der Aufsicht weisen die chlorophyllhaltigen Schliesszellen einen dazwischenliegenden Spalt, der die sonst lückenlose Epidermisschicht der Früchte unterbricht (Abb. 1). Im Querschnitt zeigen die periklinalen Schliesszellenmembranen starke Verdickungen und weisen auf der Eisodialöffnung eine vorspringende Verdickungsleiste auf, wodurch der Vorhof des Spaltöffnungsapparates noch besser verschliessbar wird (Abb. 1).

Es ergab sich ferner, dass die Spaltöffnungsängen (46,20 — 63,28  $\mu$ ) und Breiten (35,81 — 51,73  $\mu$ ) in engen Grenzen schwanken (Tab. 1).

Die relative Verteilung der Spaltöffnungen wurde auf Grund zahlreicher Flächenschnitte an der Frucht — Basis, -Mitte und -Spitze festgestellt. Es erwies sich, dass die Spaltöffnungen unregelmässig an der Fruchtoberfläche zerstreut sind. Sie wurden bei allen untersuchten Sorten in der Mitte und an der Spitze der Frucht vorgefunden, während sie bei Mirabelle von Nancy (0,77/mm<sup>2</sup>) sogar an der Fruchtbasis vorkommen. Immerhin wurde die grösste Anzahl der Spaltöffnungen jeweils an der Fruchtspitze festgestellt. Eine einzige Ausnahme bildet die Kleine grüne Reineclaude, welche die gleiche Anzahl der Spaltöffnungen in der Mitte und an der Fruchtspitze aufweist. Abb. 2 zeigt das Histogramm in welchem die Anzahl der Spaltöffnungen pro 1 mm<sup>2</sup> angegeben ist.



Die Untersuchungen ergaben ferner, dass die durchschnittlichen Spaltöffnungszahlen pro 1 mm<sup>2</sup> für alle untersuchten Zwetschgensorten niedrig sind. Es wurden Schwankungen zwischen 0,90 bis 3,62/mm<sup>2</sup> festgestellt (Tab. 1). Diese Zahlen entsprechen einem ausgeprägt xerophytischen Charakter der Fruchtepidermis, welche ausserdem noch stark kunitisierte Aussenwände und leicht wegwischbare Wachsüberzüge aufweist (Abb. 1).

Auf Grund der Abmessungen und der Anzahl der Spaltöffnungen wurde auch die Möglichkeit einer Bestimmung der Sorten erwogen. Dabei erwies sich aber, dass eine praktische Determination wegen des Überschneidens der Eigenschaften nicht möglich ist.

Die Spaltöffnungen an Früchten sind als Regulatoren des Gasaustausches und der Transpiration anzusehen. Eine gewisse Anzahl der Spaltöffnungen aber degeneriert oder nekrotisiert, was auch die um-

Tab. 1

Lauf Nr.	Zwetschgensorte	Spaltöffnungen								
		Länge			Breite			Spaltöffnungszahl pro 1mm <sup>2</sup>		
		$\bar{x} \pm f\bar{x}$	V	p	$\bar{x} \pm f\bar{x}$	V	p	$\bar{x} \pm f\bar{x}$	V	p
		$\mu$	%		$\mu$	%			%	
1.	MIRABELLE VON NANCY	63,28 ± 2,19	15,49	3,46	51,73 ± 2,67	23,06	5,15	3,62 ± 0,44	129,32	12,16
2.	HAUSZWETSCHGE (v. Požegača)	55,11 ± 1,40	11,39	2,55	41,15 ± 1,68	18,24	4,08	0,90 ± 0,21	253,16	23,09
3.	ITALIENISCHE ZWETSCHGE	53,13 ± 1,69	14,31	3,19	41,91 ± 1,88	20,05	4,48	1,68 ± 0,22	139,88	12,79
4.	ANNA SPÄTH	57,26 ± 1,34	10,51	2,34	48,02 ± 1,35	12,56	2,81	1,72 ± 0,23	147,04	13,43
5.	ZIMMERS FRÜNZWETSCHGE	51,32 ± 1,30	11,33	2,53	38,61 ± 1,52	17,82	3,94	1,50 ± 0,25	178,39	16,29
6.	KÖNIGIN VIKTORIA	53,46 ± 1,14	9,57	2,14	43,48 ± 1,49	15,35	3,43	1,27 ± 0,27	235,59	21,47
7.	KLEINE GRÜNE REINECLAUDE	55,44 ± 1,74	14,01	3,13	43,81 ± 1,35	13,79	3,08	0,90 ± 0,18	218,00	19,89
8.	SCHÖNE VON LÖWEN	46,20 ± 1,33	12,90	2,88	35,81 ± 0,85	10,58	2,37	2,38 ± 0,36	163,57	14,92
9.	ALTHAN'S REINECLAUDE	58,33 ± 1,25	9,78	2,14	50,08 ± 1,59	14,15	3,17	1,44 ± 0,15	113,89	10,42

liegenden Zellen beeinflusst. Dadurch entstehen auf der Epidermis charakteristische Stellen, die auf das Vorhandensein der Spaltöffnungen schliessen lassen. Die nekrotisierten Spaltöffnungen weisen eine kaum merkliche Membranabgrenzung gegen die benachbarten Zellen auf, welche oft nur als eine polygonale Linie erscheint. In toten Spaltöffnungen ist kein Zellinhalt vorhanden. Dieselben weisen ein charakteristisches, gläsernes Aussehen auf und können dauernd geschlossen bleiben. Nur eine geringere Anzahl der Spaltöffnungen verbleibt offen, da auch ihre Nebenzellen absterben und ausser Funktion treten. Solche Spaltöffnungen sind zwar zum Gasaustausch befähigt, aber verlieren völlig ihre Spaltenregulation.

Die Spaltöffnungen sind oft die Initialstellen seichter oder tieferer Rissbildungen, die sich auf eine grössere Anzahl der Zellen erweitern können. In solchen Fällen kann man bereits bei seichteren Rissen ein Auseinanderweichen, der einst einheitlichen und an den Enden zusammenschliessenden Schliesszellen, erkennen.

Es wurden auch tiefere Brüche beobachtet, die in die Hypodermis-schicht oder sogar in das Mesokarp übergreifen (vgl. Miličić 1956). Dieselben sind auch mit unbewaffnetem Auge ersichtlich (Abb. 3).

Diese Rissbildungen entstehen während des intensiven Wachstums, das zu einer schnellen Fruchtvolumzunahme führt, wodurch ein steigender Druck auf das Exokarp ausgeübt wird. Die peripher gelegenen Perikarpsschichten können diesen Spannungen nicht genügend Widerstand leisten, wodurch es im gesundem Gewebe zu mikro-, oder makroskopischen Rissen kommt, welche die Qualität und Haltbarkeit der Früchte beeinflussen. Solche Stellen begünstigen — falls sich kein Wachüberzug bildet — das Eindringen von pathogenen Pilzen und Bakterien.

## Zusammenfassung

Auf Grund der durchgeführten anatomischen Untersuchungen des Spaltöffnungsapparats bei 9 Tafelzwetschgensorten (*Prunus domestica* L.), die unter denselben ökologischen Verhältnissen kultiviert wurden, können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

— In der Fruchtepidermis aller untersuchten Sorten wurden Spaltöffnungen vorgefunden (Abb. 1) deren Längen (46,20 — 63,28  $\mu$ ) und Breiten (35,81 — 51,71  $\mu$ ) in engen Grenzen schwanken (Tab. 1);

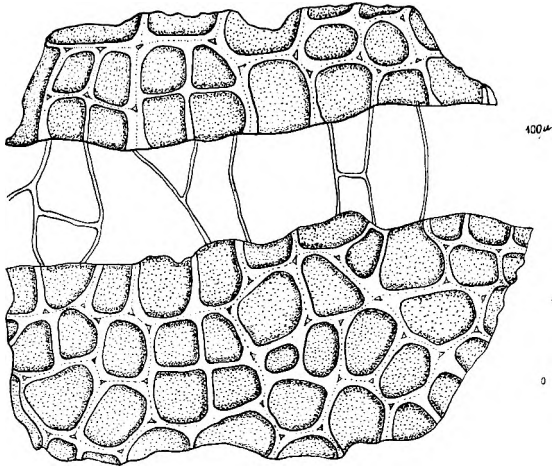


Abb. 3. Brüche, welche in die Hypodermis übergreifen, von der Fläche gesehen

— Die Spaltöffnungen sind unregelmässig auf den Früchten zerstreut. Ihre Verteilungszahl pro 1 mm<sup>2</sup> ist aus dem Histogramm ersichtlich (Abb. 2);

— Durchschnittliche Spaltöffnungszahlen pro 1 mm<sup>2</sup> sind niedrig (0,90 — 3,62; Tab. 1), was auf einen ausgesprochen xerophytischen Charakter der Epidermis hinweist;

— Die Determination der Sorten auf Grund der untersuchten Eigenschaften ist, wegen ihrer engen sich überschneidenden Variabilitätsgrenzen, nicht möglich;

— An den Früchten wurden Rissbildungen festgestellt, deren Initialstellen oft die Spalten der Spaltöffnungen darstellen. Die mikro- — oder makroskopischen Rissbildungen entstehen im gesunden Gewebe als Folge intensiven Wachstums (Abb. 3). Diese Risse begünstigen das Eindringen von pathogenen Pilzen und Bakterien, wodurch Qualität und Haltbarkeit der Früchte beeinflusst wird.

## L I T E R A T U R

- Gassner, G., 1931: Mikroskopische Untersuchungen pflanzlicher Nahrungs- und Genussmittel, Jena.
- Linder, A., 1960: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner u. Ingenieure, Basel u. Stuttgart.
- Meyer, A., 1891: Wissenschaftliche Drogenkunde, Berlin.
- Miličić, D. 1956: Beiträge zur Fruchtanatomie des Pfirsichs. II. Riss- und Wachsbildungen in den Membranen des Epikarps, Acta botanica Croatica, 14/15, 127—144.
- Moeller J. und Griebel, 1928: Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreiche, Berlin.
- Plavšić-Gojković, N., 1967: Prilog istraživanjima epikarpa i mezokarpa plodova roda Prunus. Rukopis. Zagreb.
- Štampar, K., 1965: Rast i rodnost nekih stolnih šljiva, Polj. znanstv. smotra, 20, 8, 123—134.
- Tschirch, A., 1912: Handbuch der Pharmakognosie, Leipzig.
- Ulrich- R., 1952: La vie des fruits, Paris.

## S A D R Ź A J

### O STOMATALNOM APARATU NA PLODOVIMA NEKIH SORTI PRUNUS DOMESTICA L.

*Nevenka-Plavšić Gojković*

(Iz Instituta za botaniku Sveučilišta u Zagrebu)

Na temelju provedenih anatomskih istraživanja stomatalnog aparata kod ovih sorti stolnih šljiva: Mirabela (Mirabelle von Nancy), Požeगाča (Hauszwetschge), Talijanka (Italienische Zwetschge), Ana Špet (Anna Späth), Cimerova rana (Zimmer's Frühzwetschge), Kraljica Viktorija (Königin Viktoria), Mali zeleni ringlo (Kleine grüne Reineclaude), Levenska (Schöne von Löven) i Alten (Althan's Reineclaude) došlo se do ovih rezultata:

— U epidermi plodova svih istraženih sorti pronađene su puči (sl. 1) dužine (46,20 — 63,28  $\mu$ ) i širine (35,81 — 51,71  $\mu$ ) kojih se kreću u uskim granicama;

— Puči su nepravilno raspoređene na plodovima, a njihov raspored i broj na 1 mm<sup>2</sup> je prikazan na sl. 2;

— Prosječni brojevi puči na 1 mm<sup>2</sup> su maleni (0,90 — 3,62; tab. 1), što govori za kserofitski karakter epiderme;

— Determinacija sorti na temelju dobivenih rezultata nije moguća radi male varijabilnosti i preklapanja svojstava;

— Istraživanjima je nadalje ustanovljena uloga puči pri stvaranju mikroskopskih pukotina u epidermi, koje se mogu — uz utjecaj ostalih faktora — produbiti čak u subepidermalne slojeve (sl. 3). Razmotreno je značenje ovih pukotina u vezi s kvalitetom i trajnošću te mogućnošću prodiranja patogenih gljiva i bakterija u plodove.