

DAVOR MILIČIĆ

ANATOMSKA GRAĐA EPIKARPA BRESKVE I NEKE OSOBITOSTI U MEZOKARPU

Dok je građa vegetativnih biljnih organa dobro poznata, dotle su plodovi razmjerno vrlo malo istraživani. Nije čak dovoljno obrađena ni anatomska građa plodova nekih naših najobičnijih kulturnih biljaka tako, da se tragajući za dosadašnjim znanjem iz tog područja susrećemo s malenim brojem autora i nailazimo vrlo oskudne podatke. Na to upozorava A. N i e t h a m m e r (l. c., p. 400), koja je 1930. godine radila na jestivim plodovima kulturnih biljaka, te o tome kaže: »... anatomija, a naročito fiziološka anatomija, naših domaćih plodova nije potpuno obrađena, i često smo upućeni samo na podatke mikroskopičara, koji istražuju hranu«.

Na tu činjenicu upozorio me je g. prof. V. V o u k i time dao poticaj, da radim na tom području, na čemu mu i ovom prigodom zahvaljujem.

Prihvatio sam se zadatka, da obrađujem anatomiju plodova roda *Prunus*. Među plodovima toga roda, koje sam do sada istraživao, osobitošću svoje građe naročito me je privukao plod breskve. U ovoj radnji iznosim za sada samo dio svojih dosadašnjih opažanja o anatomsjoj građi toga ploda.

Istraživanja sam vršio tokom 1947. godine na sortama Elberta, Aleksandar rani, Tardiva, Mazija, Nektarina crvena i Lord Palmerston. Determinirani materijal za istraživanja uzimao sam na dobru Jazbina kod Zagreba, koje je pod upravom Voćarskog zavoda Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, pa se ovom prilikom zahvaljujem na susretljivosti g. doc. dr. N. Š e r m a n u i g. ing. K. Š t a m p a r.

Pod epikarpom breskve, koji ovdje detaljnije opisujem, razumijevam vanjska kožna staničja perikarpa, epidermu zajedno s hipodermom. Ta su staničja čvrsto međusobno povezana tako, da se s ploda zajedno otkidaju.

Budući da se epikarp breskve pojavljuje u dvojakoju formi, dlakavoj i goloj, potrebno je osvrnuti se na srodstvene odnose između breskve, koja ima dlakave plodove, i breskve s golim plodovima (golica). Ta dva oblika većina sistematičara (Maksimovič, Pospichal, C. K. Schneider, Focke, Gaudin) okuplja u jednu vrstu, koju naziva *Prunus (Amygdalus) persica* ili *Persica vulgaris*. Ova se pak vrsta grana prema kvalitetu perikarpa ploda u dva varijeteta: u varijetet s dlakavim plodom (*var. vulgaris* = *lanuginosa* = *dasycarpa*) i varijetet s golim plodom (*var. nucipersica* = *nectarina* = *psilocarpa*). Samo su neki stariji autori odvajali ta dva varijeteta u posebne vrste.

Breskva je među voćkama bila genetički najviše istraživana. I ova istraživanja ukazuju na bliske srodstvene veze između breskve s golim i dlakavim perikarpom: Becker je dokazao, da je dlakavi perikarp dominantno svojstvo, a goli recesivno. Isto su tako kod breskve prema Chittenden-uchešte somatičke mutacije, prilikom kojih više puta iz dlakavih oblika nastaju goli, ali su poznati i obrnuti slučajevi.

Prema tome i morfološka i genetička istraživanja kao i pojava somatičkih mutacija u spomenutom smjeru ukazuju na blisko srodstvo breskve s dlakavim i golim plodom, pa ču stoga uzeti nazive, koje upotrebljava C. K. Schneider (l. c., p. 593), i to za dlakavu breskvu *Prunus persica* S. et Z. *var. vulgaris* Maxim., a za голу *Prunus persica* S. et Z. *var. nucipersica* C. K. Schneider.

Veći dio literature o građi breskvina ploda navodi se u II. i III. izdanju priručnika Möller-Griebel: *Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel*. U tom se djelu nalaze i neki podaci o anatomskoj građi ovog ploda i jedna slika. Međutim većina tih podataka o anatomskim karakteristikama ima naročito značenje samo što se tiče upotrebe za praksu, a za samu anatomiju ploda od sporedne su vrijednosti. Interes naime za anatomiju voća postoji naročito kod bromatologa, koji se ograničavaju katkad samo na točniju deskripciju onih dijelova, koji ostaju nepromijenjeni u voćnim preradevinama (Kochs). S druge strane, u botaničkim radovima (Garcin, Lampe) tretiraju se općenita pitanja o razvoju i građi plodova, ali se ne ulazi detaljnije u anatomsku građu pojedinih plodova. Iscrpnije je opisao građu jednog dijela domaćeeg voća samo Griebel 1917. godine, ali nije obradio plodove rodu *Prunus*. Kasnije se, koliko mi je poznato, bavila anatomijom breskve samo A. Niethammer.

Za ovu radnju od značaja su rezultati, koje je utvrdio Garcin. Opisujući razvoj ploda kod badema on konstatira, da se u raznim dijelovima perikarpa dugo vremena nakon oplodnje vrši tangencijalno dijeljenje stanica. Isto tako zaključuje Garcin na osnovi oblika epidermskih stanica kod mladih plodova badema, breskve i kajsije, da se i u vanjskoj epidermi nakon oplodnje duže vrijeme stanice živo radialno dijele i da se pri tome stvaraju nove dlake, dok starije postepeno debljaju. On opisuje u glavnim linijama i razvoj i tok žilnog sistema u plodovima badema, breskve i kajsije, a poznato mu je također, da unutar vanjske epiderme kod badema nastaju tangencijalne pregrade.

U ovoj sam radnji detaljnije obradio anatomsku građu epikarpa dlakavog varijeteta breskve, i to naročito njegovu epidermu, koja pokazuje osobitosti u građi. Radi potpunijeg opisa njegove građe poduzeo sam i razvojna istraživanja. Smatrao sam, da su ona korisna i radi toga, što je naše znanje o razvoju toga ploda nepotpuno. Zbog uporedbe s ovim epikarpom ispitao sam i epikarp golog varijeteta. Na kraju radnje opisane su anogeomne* traheide iz mezokarpa i gumoza u žilama.

Prunus persica var. vulgaris

Epiderma, stome i hipoderma

Kod mnogih sorta dlakavog varijeteta nalazi se na epidermi vrlo velik broj dlaka. Uslijed njihova prisustva nastala je duboka promjena u građi epiderme, koja je zahvatila broj, veličinu i oblik njenih stanica tako, da se osebujnošću svoje građe vanjska epiderma perikarpa breskve mnogo udaljuje od epiderme tipske forme.

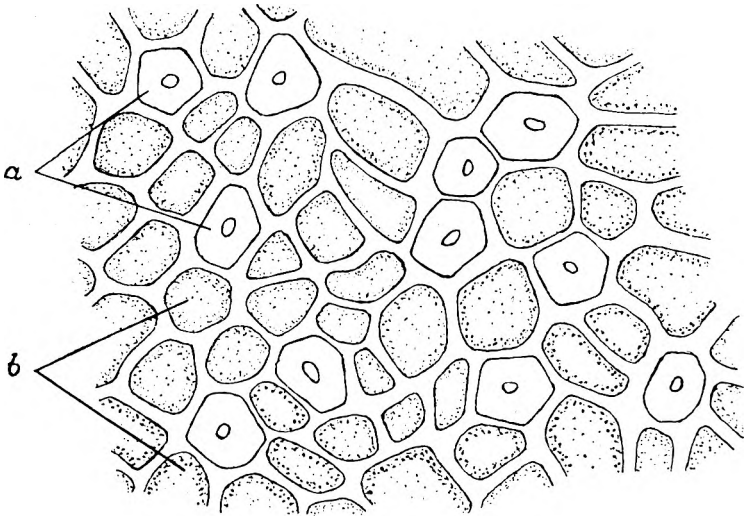
Pokušamo li ovu epidermu promatrati odozgo, mnoštvo dlaka onemogućuje nam uvid u njezinu građu. Sa materijala konzerviranog u alkoholu daje se vanjski, slobodni dio dlaka lako odstraniti nožem, a da se epiderma ne ošteti. Dlake se pri tome lome baš na mjestu, gdje inserirana baza dlake prelazi u slobodni dio.

Tako priređeni preparat omogućuje nam, da odozgo razgledamo njezinu građu (sl. 1.). Raspored dlaka pokazuju nam inserirani dijelovi, koji su ostali u epidermi. Oni imaju poligo-

* Anogeom — spremišno staničje po Vouku (Vidi Opća botanika. Skripta, 1948.).

nalni oblik, jako odebljalu membranu i vrlo reducirani lumen. Vrlo su slični likovnicama, kad ih promatramo na poprečnom prerezu stabljike. Najčešće su pojedinačno smješteni, često se nalaze po dva zajedno, a katkada po tri i četiri. Njihov je dijametar 6 do 10 μ (Möller-Griebel).

Unaokolo inseriranih baza dlaka nalaze se epidermske stanice. Kod sorte Tardiva, nešto prije nego je plod potpuno zreo, imaju te stanice poligonalan oblik i dijametar otprilike jednak



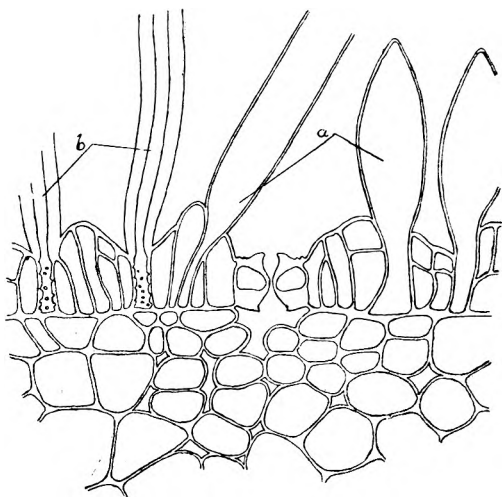
Sl. 1 Fig. 1

dijametriu baze dlaka. Dlake su tako gusto razmještene, da ih većina epidermskih stanica direktno dodiruje. Epidermske stanice stoje prema tome pod neposrednim utjecajem dlaka.

Poprečni prerez kroz epidermu pruža nam složenu sliku, koju ćemo upotpuniti prikazom njezina razvoja.

Za vrijeme zimskog mirovanja u cvjetnim pupovima breskve zametak je plodnice već formiran. Sve stanice površinskog sloja na zametku imaju embrionalan karakter, a diferencijacije među stanicama još nema. Izbijanje prvih, mladih trihoma počinje kod sorte Mazija, na kojoj su vršena razvojni istraživanja, u drugoj polovini ožujka dvadesetak dana prije nego je sorta u punoj cvatnji. U to se vrijeme puči još nisu počele stvarati.

Koncem svibnja epiderma je već toliko diferencirana, da je poprimila svoj karakterističan izgled (sl. 2). Diferenciranje unutar nje međutim još nije završeno. Dok velik broj trihoma ima vrlo odebljale membrane, dio trihoma ovijen je tankim membranama i nalazi se na početku svog diferenciranja. Epiderma je kod tih mladih plodova prema nutrini oštro odijeljena od hipoderme. Granica, koja dijeli ova staničja, pravilno je svedena ploha. Međutim vanjska, slobodna strana epiderme, koja čini granicu ploda prema vanjskom svijetu, obično je u pro-



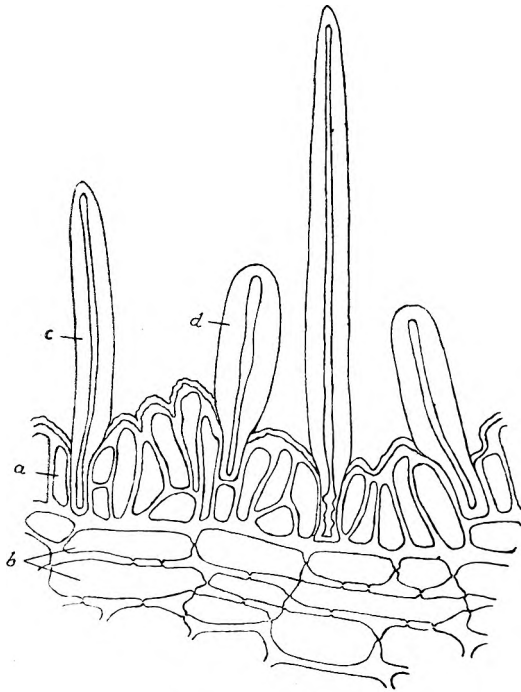
Sl. 2 Fig. 2

storu među dlakama prema vani izbočena tako, da je visina epiderme na raznim mjestima različita. Unutar same epiderme nastale su na mnogim mjestima u toku razvoja ploda periklinalne membrane. Uslijed takvoga tangencijalnog pregrađivanja mjesto jednoslojne epiderme nalaze se na tim mjestima dvije do tri epidermske stanice jedna nad drugom. Što se tiče oblika epidermskih stanica, one su izodijametrične ili malo produžene (često okomito na epidermsku plohu).

U epidermi se u to doba nalaze već izgrađene puči. Njihove stanice zapornice imaju odebljale periklinalne membrane s kljunovima kod eizodijalnog i opistijalnog otvora. Donja im je periklina jače odebljala. Trihomi i površinske epidermske stanice u tom su stadiju prevučeni samo tankom kutikulom,

koja se iznad dorzalnih membrana stanica zapornica karakteristično nabire i ovija kljun na zapornicama kod eizodijalnog otvora.

Sredinom je lipnja diferenciranje trihoma završeno: većina njih ne sadrži više živa protoplasta, postigla je definitivnu debljinu svojih membrana. Ispod kutikule u vanjskoj membrani epidermskih stanica nekoliko površinskih lamela inkrustiralo se kutinom (sl. 3). Ovi kutikularni slojevi kod sorta Elberta i Tar-



Sl. 3 Fig. 3

diva imaju debljinu od 2 do 4 μ i ne pojačavaju se u daljim stadijima razvoja. Zapaženo je, da je u to vrijeme epiderma uz puči često uzdignuta tako, da se nad stomama stvara prostor bez promaje. Osim uzdignute epiderme smanjuju promaju i trihomi uokolo puči, koji su često, priljubljeni usko jedan uz drugoga, u većem broju nagnuti nad porusom puči.

U zrelom je plodu barem dio puči izvan funkcije i tada obično zatvoren. Zreli plodovi sorte Aleksandar rani imaju na površini od 1 mm² 3 do 6 takvih puči. Kod puči zrelih plodova

sorte Tardiva kljun kod eizodijalnog otvora sasvim je kutiniziran, a kutikula prevlači često i površinu svih stanica oko oduška, koji je kod dlakavih bresaka vrlo malen. Katkad pojedine stanice oko oduška tiloidno povećaju svoju zapreminu i potpuno zatvore opistijalni otvor.

Ispod epiderme stvara se iz perifernih dijelova unutarnjeg staničja hipoderma. Ona se sastoji iz 2 do 6 slojeva parenhimskih stanica. Na tangencijalnim presjecima imaju hipodermske stanice poligonalan oblik, a na poprečnim se očituje da su spljoštene, i to usporedno s epidermskom ravninom. Membrane su nešto odebljale i obilno opskrbljene jažicama. Hipoderma postepeno prelazi u zaokruženo parenhimsko staničje mezokarpa.

Tangencijalne membrane i membrane u uglovima nešto su jače odebljale tako, da hipoderma na poprečnom prerezu kroz epikarp poprima izgled sličan kolenhimu. Ipak je ovo staničje po svojoj građi daleko od tipskog kolenhima.

Trihomi

Trihomi su breskve jednostanični. Katkad su pregrađeni vrlo tankim poprečnim pregradama. Ove su pregrade češće kod trihoma s tankom membranom (sl. 4).

Razdoblje razvoja trihoma dugo je: traje od druge polovine ožujka, kad se u pupu pojavljuju prvi trihomi, pa otprilike do prve polovine lipnja, kad je diferenciranje trihoma završeno (Mazija, Elberta). Trihomi, koji se diferenciraju pri kraju te razvojne periode, redovito su kraći od trihoma, koji su se prije diferencirali. Mnogi od tih kratkih trihoma imaju zaobljen vrh, dok je vrh ostalih trihoma zašiljen. Na primjer kod sorte Mazija, trihomi zaobljena vrha imaju još u drugoj polovini svibnja tanke membrane i živi protoplast.

Većina trihoma stvara se iz onih epidermskih stanica, koje ispunjaju čitavu visinu epiderme. Dno tih trihoma dodiruje hipodermu, pa nam to olakšava uočiti granicu između epiderme i hipoderme. Manji broj trihoma izlazi iz površinskih epidermskih stanica nastalih tangencijalnim pregrađivanjem epiderme, pa ne dodiruje svojim dnom



Sl. 4.
Fig. 4

hipoderme, nego graniči s unutaršnjim epidermskim stanicama. Ti su trihomi obično kraći i zaobljena vrha (vidi sl. 3).

Trihomi izlaze uglavnom okomito iz površine ploda. Postoje ipak poneka odstupanja. Tako na pr. kratki trihomi katkad koso izrastu uslijed kosog položaja epidermske stanice, iz koje nastaju. Isto tako često su u predjelu oko puči koso nad pučima nagnuti i kratki i dugi trihomi.

Trihomi, koji prevladavaju na epidermi breskve, na vrhu su zašiljeni i imaju vrlo odebljale membrane u svom slobodnom dijelu. Lumen toga dijela ima oblik jednoliko široke cjevčice. Kod nekih trihoma gornji je kraj lumena uz vršak dlaka nešto proširen, a isto tako i njegov srednji dio, gdje se kod mladih trihoma nalazi jezgra. Promatran odozgo slobodni je dio okrugao, dok je usađeni dio, kako je spomenuto, poligonalna oblika. Na mjestu, gdje završava slobodni dio trihoma, a počinje inserirani, trihomi se naglo stanjuju. Inserirani dio dlake prema tome uži je od slobodnog dijela, razmjerno je slabije odebljao i opskrbljen je često mnogim jažicama. Trihomi su najčešće ravni i ispruženi, ako su duži, često su savijeni srpasto ili valovito. Kratki su trihomi ponekad deformirani i pri tom poprimaju raznolik, nepravilan oblik.

Svi trihomi, i oni s odebljalom i oni s tankom membranom, imaju u slobodnom i inseriranom dijelu lignizirane membrane. Lignizirani trihomi umjereno debelih membrana, kako ističe *Netolitzky*, nisu bili često opisivani (p. 35).

S obzirom na oblik, debljinu membrane, vrijeme diferenciranja i dužinu, razlikuju se kod breskve tri forme trihoma. Postoje i prelazni oblici, ali su relativno rjeđi.

1. Trihomi zašiljena vrha s vrlo odebljalom membranom. Najčešća je forma. Razvijaju se za vrijeme čitave razvojne periode trihoma. Debljina je membrana jednaka ili je veća od dijametra lumena. Dužina im jako varira: od preko 1,5 mm do ispod 0,1 mm.

2. Trihomi zaobljena vrha. Membrana im je gotovo uvijek jako odebljala. U starijim stadijima dosta su česti. Konačno se diferenciraju samo pri kraju perioda razvoja trihoma. To je najkraća forma. Rijetko su duži od 0,1 mm. Postoje i prelazni oblici, koji ih povezuju s prvom formom.

3. Trihomi zašiljena vrha s tankom membranom. Ovi su trihomi relativno rijetki. Imaju tanku membranu, kojoj je debljina nekoliko puta manja od promjera lumena. Razmjerno su to najduži trihomi. Dužina im katkad prelazi 1,6 mm. Povezani su prelaznim oblicima s prvom formom.

Prva je forma glavna forma breskvinih trihoma. Ona dominira na epikarpu breskve za vrijeme čitavog razvoja ploda i daje mu karakterističan baršunast izgled.

Kod pojedinih sorta bresaka trihomi su različite dužine. Dok su kod sorte Aleksandar rani na zrelom plodu trihomi prvog tipa vrlo kratki i jedva prelaze dužinu od 0,5 mm, zrela Elberta ima duge trihome, od kojih su pojedini duži od 1,2 mm. Isto je tako i gustoća trihoma u zrelom stanju ploda kod pojedinih sorta različita. Tako na pr. kod sorte Tardiva ima mnogo više trihoma na jedinici površine, nego kod sorte Aleksandar rani.

Dužina trihoma varira i kod iste sorte u raznim stadijima razvoja ploda. Tako na pr. zreli plodovi sorte Elkerta imaju kraće dlake, nego mladi plodovi iste sorte u prvoj polovini lipnja. Pomanjkanje dužih trihoma u zrelom plodu uzrokovano je tim, što oni prije zrenja ploda otpadnu. I stvarno se pažljivim promatranjem mladih plodova sorte Elberta početkom lipnja mogu pronaći na površini ploda čitave nakupine otpalih trihoma.

U to je vrijeme velik broj dlaka bez živa protoplasta i prema tome zreo za otpadanje. Za mehanizam njihova otpadanja važna je okolnost, da su dlake lignizirane. Otpadanje dlaka vrši se na principu djelovanja poluge. Kod tih krutih i nesavitljivih dlaka uslijed inkrustiranog lignina dolazi djelovanje poluge do većeg izražaja, nego kod savitljivih dlaka. Ako sila pritiska na dlaku pređe graničnu veličinu, mora doći do preloma u blizini mjesta, gdje dlaka izlazi iz epiderme. Na tom se mjestu dlaka naglo stanjuje, što olakšava lomljenje dlake i točno lokalizira mjesto preloma.

Još jedan faktor dolazi u obzir pri otpadanju dlaka i može da tumači činjenicu otpadanja dužih dlaka s mladog ploda, a to je njihova dužina. Kod takvih je dlaka uslijed većeg momenta sile pri djelovanju dlake kao poluge, dovoljan slabiji pritisak, da dođe do preloma. Uslijed toga te dlake prije otpadnu i manjkaju na zrelom plodu.

Kod mrtvih dlaka ovijena je inserirana baza kutiniziranim membranama, koje su u direktnoj vezi s kutikulom susjednih epidermskih stanica. Na zrelim su plodovima usadeni dijelovi svih dlaka ovijeni takvim kutiniziranim ovojem.

Na osnovi građe dlaka i načina otpadanja razlikuje Keller kod lista četiri glavna tipa otpadanja dlaka (Netolitzky, p. 105). Prvi Kellerov tip obuhvaća jednostanične dlake, koje se lome u blizini epiderme, ostavljajući u epidermi

bazu dlaka ovijenu kutiniziranim membranama. Preostali tipovi obuhvaćaju višestanične dlake. Breskvine dlake pripadaju prvom tipu *Kellerove* podjele.

Što se tiče ekološkog značenja trihoma, ove krute, zašiljene i uspravne trihome, koji prevladavaju na epikarpu zrele breskve, možemo smatrati obranom od insekata, što je od znatne ekološke koristi za plod.

Već je bilo istaknuto, da su trihomi na plodu mnogih sorta vrlo gusto razmješteni i da se većina epidermskih stanica direktno dodiruje trihoma. Vrlo je vjerojatno, da je naročit oblik ove epiderme, koji se očituje naročito u jastučastom povećanju visine epiderme između trihoma, pa zatim u stvaranju čestih tangencijalnih pregrada i u malenim epidermskim stanicama, u vezi s velikom gustoćom dlaka u epikarpu.

U literaturi su opisani slučajevi, da se epiderma uz bazu dlake pregrađuje i da postaje viša tako, da poput jastučića ovija bazu dlake. Takve promjene u epidermi opisao je *Renner* kao naprave za uspravljanje dlaka, na pr. kod marantaceje *Ctenanthe setosa* (*Netolitzky*, p. 74).

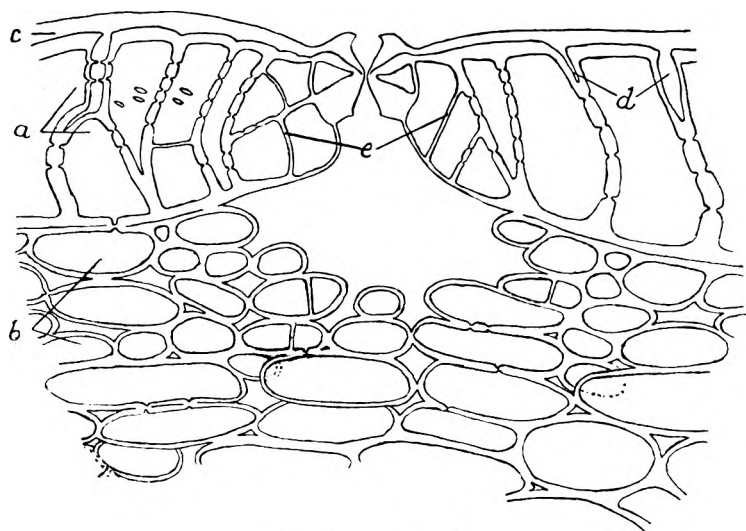
Kod breskve se međutim ne radi o uspravljanju dlaka, jer su one stalno uspravne. Ali sigurno je, da tako organizirana epiderma daje veću stabilnost inseriranoj bazi dlake. Time je omogućen uspravan položaj teških breskvinih dlaka, od kojih slobodni dio premašuje kadgod svojom dužinom preko pedeset puta dužinu inserirane baze.

Mišljenje, da je osobitost u građi epiderme u vezi s velikom gustoćom dlaka, podupire i oblik epiderme kod sorte *Aleksandar rani*. Kod te se sorte građa epiderme udaljuje od oblika epiderme, koji je opisan i koji je češći. Vanjska strana epiderme te sorte nije jastučasto izbočena, što je bitna osebina epiderme kod sorta *Elberta*, *Tardiva*, *Mazija* i drugih, nego je ravna. Ta ravna epiderma kod sorte *Aleksandar rani* očito je u vezi s mnogo manjim brojem dlaka na jedinici površine. Dlake ove sorte razmjerno su kratke i dosižu maksimalnu dužinu oko 0,5 mm.

Što se tiče funkcije epikarpa u vezi s ekonomijom vode, pokazuje epikarp svojim jasno izraženim kseromorfnim oznakama očito tendenciju, da održi plod što dulje u sočnom stanju. Kseromorfija se očituje u obilnoj dlakavosti, u vanredno malenom broju puči, u stvaranju kutikularnih slojeva i u raznolikim napravama unutar stomatalnog aparata za smanjenje transpiracije.

Prunus persica var. *nucipersica*

Vanjska epiderma ploda kod tog varijeteta jednostavnije je građe. I kod njega je epiderma prema nutrini ploda jasno razlučena od hipoderme, i to ne samo u mladim razvojnim stadijima, nego i u zrelome plodu. Vanjska, slobodna strana epiderme je ravna; manjkaju izbočine, koje su tako česte kod dlakave breskve. Epidermske su stanice odozgo gledane poligonalne i izodijametrične, a sa strane gledane četverouglaste, kod Nektarine crvene nešto produžene okomito na epidermsku rav-

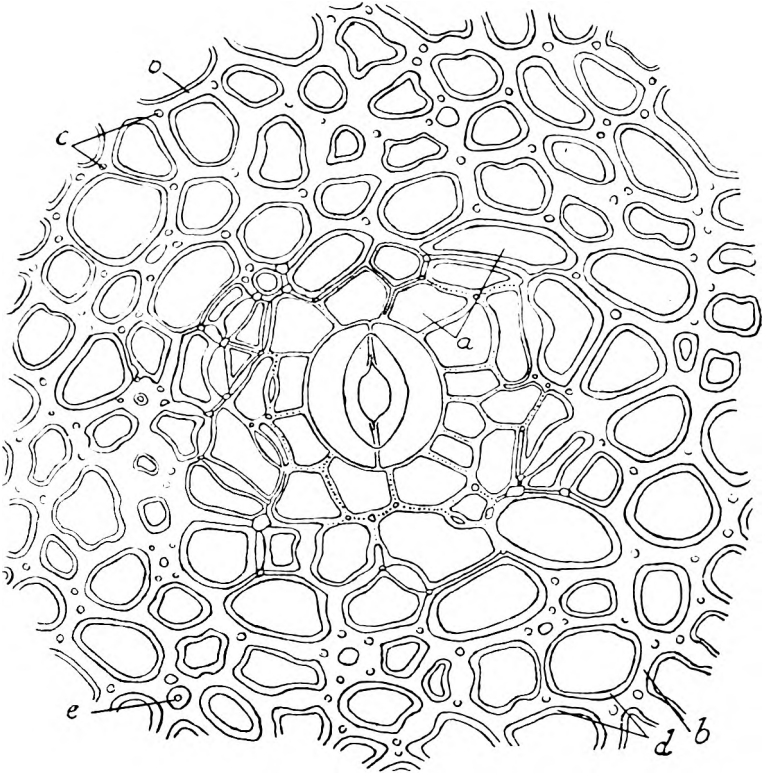


Sl. 5 Fig. 5

ninu (sl. 5). Vanjska membrana tih stanica jače je odebljala, dok su bočne i unutrašnje odebljane nešto slabije. Ove posljednje opskrbljene su brojnim vretenastim jažicama.

Epidermske su stanice tog varijeteta veće, nego su epidermske stanice dlakave breskve. Ipak se s obzirom na veličinu mogu lučiti dvije vrste stanica kod golog varijeteta. Uz veće epidermske stanice, koje su mnogo češće, nalaze se i malene stanice vrlo uskoga lumena (sl. 6). Smatrao sam, da su ove malene stanice moguće ostaci trihoma, otpalih u mladim razvojnim stadijima, međutim ispitujući mlade plodove nisam nigdje naišao ni na kakve njihove tragove.

Unutar epiderme nastaju tangencijalne pregrade. Ipak je ta pojava mnogo rjeda, nego kod dlakavih sorta. Jedino je u predjelu uz puči, unutar stanica susjedica, pregrađivanje epiderme redovitija pojava.



Sl. 6 Fig. 6

Gubitak dlaka nadomještava gola breskva uglavnom stvaranjem snažnih kutikularnih slojeva u vanjskoj odebljaloj membrani epiderme (oko 7 μ debelih). Kutiniziranje se ne ograničava isključivo na ovu membranu, nego prodire duboko i u bočne membrane epidermskih stanica, stvarajući na taj način među tim stanicama kutikularne prečage. Ako gledamo na epidermu odozgo, dobivaju te kutikularne prečage oblik mrežotine, koja je prekinuta samo oko puči. Gotovo u svakom uglu,

gdje se sastaju tri ili više stanica, opaža se unutar kutinizirane mrežotine po jedna okrugla ili uglasta tvorba. Te strukture potječu odatle, što kutiniziranje u bočnim membranama počinje najprije u uglovima između stanica stvaranjem dugih kutikularnih klinova, a tek kasnije zahvaća ostale bočne dijelove, u kojima kutiniziranje ne dopire tako duboko kao u kutikularnim klinovima. Iako je kutiniziranje epidermskih stanica snažno, uvijek su unutarnje celulozne lamele, prema lumenu stanica, i u vanjskim i u bočnim membranama bez kutina.

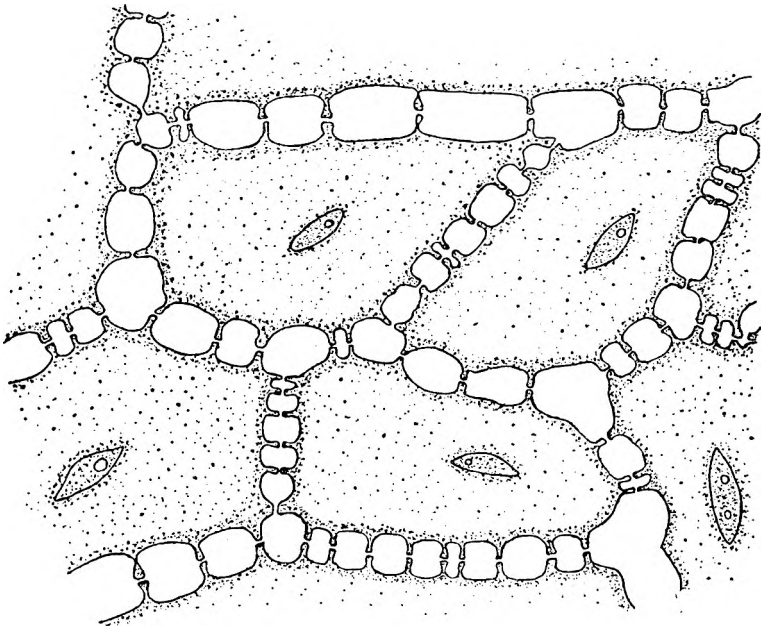
U drugoj polovini svibnja kutiniziranje je već toliko uznapredovalo, da je epiderma kod sorte Nektarina crvena poprimila svoj značajan oblik.

Broj je puči i kod golih bresaka vrlo malen. Kod mladih plodova sorte Nektarina crvena, sabranih sredinom svibnja, kada su puči diferencirane, nalazi se na površini od 1 mm² 20 do 30 puči. Na zrelih plodovima sorte Lord Palmerston izbrojeno je na jednakoj površini 4 do 9 puči. Treba pretpostaviti, da i Nektarina crvena ima u zreлом stanju otprilike jednak broj puči kao i Lord Palmerston, jer se površina njezine epiderme do zrenja jako povećava. Kod tih su bresaka stanice zapornice gotovo jednako građene kao kod dlakavih sorta. Oko zapornica nalazi se tri do pet slojeva stanica susjedica. Te se stanice razlikuju od ostalih epidermskih stanica. Uslijed toga što su unutar stanica-majki susjedica nastale sekundarno nove tangencijalne, radijalne i kose membrane redovito su susjedice manje od drugih epidermskih stanica i imaju tanje membrane. Vanjska je membrana površinskih stanica susjedica nešto slabije kutinizirana. Kutikularne prečage ili potpuno manjkaju ili su slabije izražene, katkad reducirane na sama kutikularna zrnca.

Zapornice golih bresaka vrlo rano izumiru. Na mladim plodovima sorte Nektarina crvena iz prve polovine svibnja nalaze se uz već diferencirane puči, sposobne za funkciju, i puči, koje su tek u formiranju. Međutim se, već u drugoj polovini svibnja dade na plodovima utvrditi ne samo da je završilo diferenciranje puči, nego da su njihove stanice zapornice već mrtve i izvan funkcije.

Veći dio puči ostaje prilikom izumiranja stanica zapornica zatvoren uslijed pritiska turgora stanica susjedica. Manji dio puči, vjerojatno zato što izumiru i stanice susjedice, zadrži se trajno u otvorenom stanju, pa se kroz takve puči i dalje vrši izmjena plinova, ali bez sposobnosti za reguliranje. Kakve dalje promjene nastaju u tim pučima do zrenja ploda, trebalo bi ispitati.

Na zrelih plodovima sorte Lord Palmerston vrlo su česte pukotine u vanjskoj membrani epiderme. Pukotine su duguljasta oblika i nepravilna ruba. Duže se pukotine protežu preko 10—12 epidermskih stanica. Smjer je njihova protezanja različit: teku u smjeru dužine ploda, u smjeru njegove širine ili koso. Pukotine uvijek prolaze iznad većih epidermskih stanica, i to najčešće preko njihove sredine, izbjegavajući uglove među stanicama i manje epidermske stanice. Te su pukotine posljedica jakog bočnog vlakna, koji postoji u epidermi ploda.



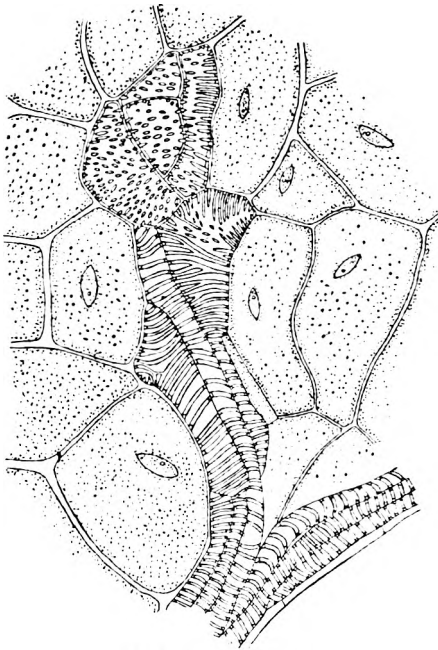
Sl. 7 Fig. 7

Hipoderma golog varijeteta građena je kao i hipoderma dlakave breskve. Sve pojedinosti spomenute prilikom opisivanja hipoderme dlakavih bresaka vrijede i za голу. Razlika postoji samo u veličini hipodermisih stanica i debljini membrana. Gole breskve imaju veće stanice i deblje membrane. Tako na pr. dijametar stanica u prvom hipodermisom sloju kod sorte Tardiva iznosi 20 do 50 μ , dok stanice istog sloja kod jedne gole breskve imaju dijametar od 40 do 110 μ (sl. 7).

I kod gole je breskve kseromorfija epikarpa oštro istaknuta. Ona se očituje u stvaranju kutikularnih slojeva i prečaga i u vrlo malenom broju puči, od kojih se dio zatvara vrlo rano, još u toku razvoja ploda.

Anogeomne traheide u mezokarpu breskve

Kroz parenhim mezokarpa provlači se prema periferiji ploda žiljni sistem. U neposrednoj blizini epikarpa teku žile uglavnom paralelno s površinom ploda. Tu se žile počinju naročito često granati, pojedini ogranci žila anastomoziraju među-



Sl. 8 Fig. 8

sobno tako, da u obliku petlji zaokružuju dijelove parenhima. Grananje i anastomoze tako su česte, da su površine parenhima unutar ovih petlji malene. U tom se području nalaze u velikom broju završeci žila, i to u dubini od svega 0,2 do 0,7 mm ispod vanjske epiderme ploda.

Traheide, iz kojih su izgrađeni završeci žila, naročita su oblika (sl. 8). Dok su obične traheide, koje izgrađuju ksilem jedne potpune žile u ovom području ploda produžene i široke

svega oko 10 μ , traheide u završecima žila gotovo su izodijametrične i široke od 30 μ do 50 μ . Kao i normalne traheide, tako su i ove široke lignizirane i nemaju protoplasta. Osim u završetku žila slične široke izodijametrične traheide nalaze se, iako dosta rijetko, i u ostalom dijelu žile. U ovom slučaju obično se po jedna periferna traheida u ksilemskom traheidnom snoiću proširi i time poprimi oblik traheida iz završetka žila.

Takve široke traheide dolaze u osobito velikom broju na krajevima žila u listovima mnogih biljaka. Takve su slučajeve opisali naročito Vesque, Heinricher i Haberlandt. Vesque naziva ove stanice »reservoirs vasiformes«, a Heinricher »Speichertracheiden«. Mi bismo ih mogli nazvati prema Voukovoju terminologiji staničja, anogeomnim ili spremišnim traheidama. Spomenuti autori upoznali su i funkciju ovih stanica, koje služe kao rezervoari za vodu. Spremišne traheide omogućuju, da se mezofil listova biljaka sa suhih staništa, kod kojih su najčešće nađene, lakše opskrbi vodom. P. Krüger našao je spremišne traheide osim kod listova i u gomoljima raznih epifitskih orhideja, a Knys i Zimmerman u stabljici *Nepenthes* — vrsta.

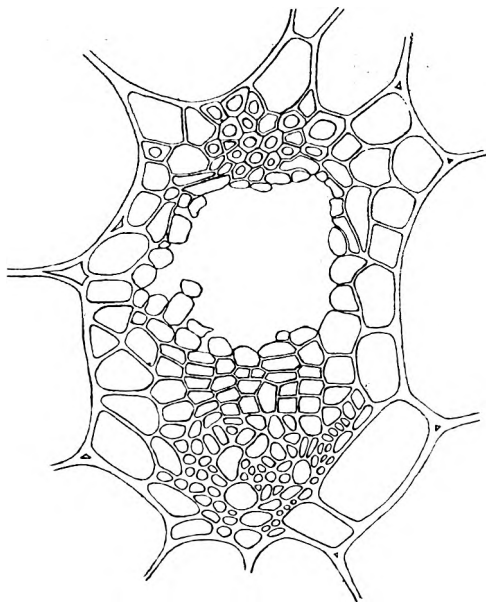
Podrijetlo spremišnih traheida može biti dvojako. U prvo me slučaju one su proširene krajnje traheide žile, kao što je to slučaj kod nekih vrsta roda *Euphorbia*. U drugom slučaju to su metamorfozirane stanice parenhimskog žilnog ovoja odnosno metamorfozirane stanice mezofila, kao što je to Heinricher dokazao za neke vrste roda *Capparis* i *Centaurea*. Po genezi spremišne traheide u plodu breskve očito su metamorfozirani završeci žila, a nisu metamorfozirani dijelovi parenhima.

Spremišne traheide breskve imaju spiralna odebljanja ili odebljanja s poprečnim jažicama. Ostale traheide barem u perifernom dijelu ploda imaju iste forme odebljanja. Spiralna odebljanja vrlo su česta, češća nego odebljanja s poprečnim jažicama. Nije točna prema tome tvrdnja Howardova, da su traheide u plodu breskve mrežasto odebljale, a da spiralnih odebljanja nema (Möller, II. Aufl., p. 432).

Brojni, maleni vodeni rezervoari u formi opisanih spremišnih traheida opskrbljuju vodom površinski dio mezokarpa ploda. Uz kseromorfne uređaje u epikarpu, koji svojim djelovanjem smanjuju transpiraciju i time zadržavaju vodu u sočnom dijelu ploda, imaju i spremišne traheide zadatak, da što dulje održe plod u sočnom stanju. Ipak spremišne traheide nisu specijalan uređaj ploda, koji je nastao u vezi s posebnim njegovim funkcionalnim potrebama, jer slično izgrađene završetke žila nalazimo u velikom broju i u listovima breskve.

Gumoza u žilama mezokarpa

U provodnom sistemu breskvina ploda nalazimo kao dalju osobitost gumene kanale. Oni manjkaju samo u završecima žila, u dijelovima žile, gdje su pojedini provodni elementi reducirani. U svim ostalim dijelovima žilnog sistema, od koštice pa do blizine epikarpa, nalaze se unutar žila šupljine ispunjene gumom (sl. 9). Da li se gumeni kanali nalaze i u samoj koštici, nije ispitano.



Sl. 9 Fig. 9

Beijerinck je opisao 1914. god. pojavu gumoze u plodovima *Amygdalus communis* i *Amygdalus amygdalo-persica*. U tim plodovima postoji sistem gumenih kanala, koji odgovara točno provodnom sistemu. Uslijed citolize floemski se dijelovi u žilama tih plodova pretvaraju ili potpuno ili djelomično u gumene kanale. Kanali su širi u tvrdim plodovima sa stabala, koja se nalaze na dobrom tlu, a uži u mekanim plodovima s pjeskovitog tla. U prvom slučaju preostaju od floema samo ostaci protofloema, u drugom slučaju protofloem i dijelovi se-

kundarnog floema. Što se tiče protezanja tih kanala u pravcu prema ksilemu, oni završavaju tik uz provodne ksilemske elemente. Beijerinck je prisustvo gume u kanalima tih plodova jednostavno dokazao tako, da je odrezao vrh ploda i plod ili granu s plodom stavio u vodu. Kratko vrijeme iza toga izlazile su kapljice gume iz provodnih svežnjeva na čitavoj prerezanoj površini. Kapljice gume bile su naročito velike u blizini koštice. Mikroskopskom analizom istekle gume utvrdio je Beijerinck samo prisustvo finih zrnaca, kao ostataka neotopljenih mikrosoma iz citoplazme. Pod normalnim okolnostima, kod intaktnih plodova, ta guma ne izlazi van, pa njen obujam mora biti otprilike jednako velik kao i obujam citoliziranih floemskih svežnjeva. Budući da ta guma jako bubri prilikom upijanja vode, smatra Beijerinck, da ona pomaže otvaranju tih plodova i odvajanju sočnog dijela ploda od koštice. Glavnu mehaničku snagu za te procese daje ipak napetost parenhimskog staničja, koja postoji neovisno od gumoze.

Do tog Beijerinck-ovog otkrića smatralo se, da je pojava gumoze kod amigdalaceja uvijek patološki proces. Kao uzroci gumoze navode se: otrovanje, parazitizam i mehaničko ranjavanje. Beijerinck sva ta tri uzroka svodi na jedan, na ranu, i smatra, da je gumozna posljedica nadražaja rane, koja može biti na razne načine izazvana. U gumenim kanalima kod badema i kod *Amygdalus amygdalo-persica* nema parazita, a ne dolaze u obzir ni drugi uzroci, koji izazivaju gumozu u granama amigdalaceja. Nadražaj je rane ipak i u tim plodovima uzrok gumoze, ali on potječe od velike napetosti u parenhimu sarkokarpa, uslijed koje dolazi do kidanja u nježnom floemskom staničju, do nekrobioze i do stvaranja gume. Napetost u parenhimu normalna je pojava u tim plodovima, pa prema tome i stvaranje gumenih kanala, koje tu redovito nalazimo, nije proces patološke prirode, nego normalni proces u razvoju ploda.

U istoj radnji, u kojoj je opisana gumozna u plodovima *Amygdalus communis* i *Amygdalus amygdalo-persica*, tvrdi Beijerinck, da se gumeni kanali ne pojavljuju u sočnom dijelu plodova breskve, šljive i trešnje. Međutim, ispitujući plodove breskve opazio sam, da je stvaranje gumenih kanala i kod breskve redovita pojava, i to ne samo kod dlakave breskve, nego i kod nektarinskog tipa. Ako početkom lipnja odrežemo vršak bolje razvijenih nezrelih plodova ne otkidajući ih od stabla, nakon kratkog vremena pojavit će se na ranjenoj plohi malene kapljice gume, koje izlaze iz žila. Iz zrelih plodova sorte Aleksandar rani ne izlaze kapi gume uz spomenute uslove.

Mikroskopski sam ispitao više sorta bresaka (Elberta, Kraljica voćnjaka, Mazija, Nektarina crvena, Lord Palmerston) u raznim stadijima razvoja i uvijek su, osim u najmlađim stadijima razvoja iz konca mjeseca travnja, postojale u žilama šupljine uslijed gumoze. U mnogim slučajevima moglo se direktno mikroskopski utvrditi prisustvo gume u šupljinama žila. Utvrdio sam, da se i u zrelim plodovima guma nalazi u kanalima. Činjenicu, da guma nije izlazila iz prerezanog zrelog ploda, možemo tumačiti time, da se guma kod zrelih mekanih plodova nalazi pod manjim tlakom, nego kod nezrelih.

Beijerinc smatra, da guma kod njegovih vrsta, uslijed toga što bubri, potpomaže otvaranje ploda i odijeljivanje sočnog dijela od koštice. Kod breskve guma također bubri u vodi, pa ipak se plod prilikom zrenja ne otvara. Isto tako postoji guma i u žilama onih sorta, kod kojih je sočni dio ploda trajno čvrsto vezan uz košticu. Uz Beijerinc-ove dvije vrste breskva je daljna vrsta roda *Prunus*, kod koje je utvrđeno, da postoje gumeni kanali u sočnom dijelu ploda, i to ne kao patološka pojava, nego kao normalni životni proces. Moglo bi se, kako kaže Beijerinc, smatrati ove vrste patološkim vrstama, ali time ne bi bilo ništa objašnjeno.

LITERATURA

Beijerinck M. W.: Gummosis in the fruit of the Almond and the Peachalmond as a process of normal life. Verzamelde Geschriften, V. Delft, 1922.

Garcin A. G.: Recherches sur l'histogénèse des péricarpes charnus. Annales d. sciences natur., Bot., Ser. VII, 12, 1890.

Griebel C.: Zur Anatomie einiger einheimischen Früchte. Zeitschrift f. Unters. d. Nahrungs-u. Genussmittel, 33, 1917.

Haberlandt G.: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1924.

Kobel F.: Lehrbuch des Obstbaus auf biologischer Grundlage. Berlin, 1931.

Kochs J.: Untersuchung von Fruchtmark auf mikroskopischem Wege Ber. d. deutsch. pharm. Ges., 26, 1916.

Lampe P.: Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung saftiger Früchte. Zeitsch. f. Naturwiss., 59, 1887. (Ref. E. C. 36, 1888.).

Linsbauer R.: Die Epidermis. Linsbauer's Handbuch der Pflanzenanatomie. 1930.

Möller-Griebel: Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreiche. Berlin, 1928.

Netolitzky F.: Die Pflanzenhaare. Linsbauer's Handbuch der Pflanzenanatomie. 1932.

Niethammer A.: Mikroskopie und Mikrochemie bekannter heimischer Früchte. Planta, 12, 1931.

Schneider C. K.: Handbuch der Laubholzkunde. Jena, 1904.

SUMMARY

THE ANATOMICAL STRUCTURE OF THE EPICARP OF THE PEACH AND SOME PARTICULARITIES IN THE MESOCARP

by

D. Miličić

Neither the anatomy of fruit has been fully studied, nor has been sufficiently examined the anatomical structure of some most common cultivated plants. The literature is very scarce, so that the author (at the beginning of this study) could refer only to older, general studies about the development and the structure of juicy fruits (Garcin, Lampe), and to data of bromatologists (Howard, Kochs) and to works of A. Niethammer.

In this paper there has been described the anatomical structure of the epicarp of two peach-varieties (*Prunus persica* S. et Z. var. *vulgaris* Maxim. and *Prunus persica* var. *nucipersica* C. K. Schneider), anogeom tracheids from the mesocarp and gummosis in the vascular bundles. Under the term of epicarp is meant the outer skin-tissue of the epicarp, that is to say the epidermis together with the hypodermis.

The researches were carried out during 1947 on the varieties Elberta, Alexander early, Mazia, Tardiva, Nectarina red and Lord Palmerston.

Prunus persica var. *vulgaris*

In most of the varieties (Elberta, Tardiva, Mazia and others) the epidermis of the epicarp has a special shape. This particularity is manifested especially in a cushion-like convex epidermis between hairs and therefore the epidermis is of different height on various places. Within the epidermis tangential walls develop on many places. A further characteristic of these cells is their smallness. (Fig. 3). Most of these cells touch the hairs directly being so under the direct influence of the hairs (Fig. 1). Comparing this epidermis with the one of Alexander early, which has much less hairs on one unit of the surface, shorter hairs and a straight surface, the author considers that the essential characteristic in the structure of the former epider-

mis i. e. its cushion-like convex form between the hairs is due to the great number of hairs on a unit of surface and length of the hairs.

There are also emphasized some more important points in the development of the epidermis. From the epidermis of the young ovary begin to go out trichoms a short time before the flowering of the peach and even before the beginning of the formation of stomata. The period of the differentiation of the trichoms is a long one and lasts in the variety Elberta till the first half of June, when the differentiated trichoms die finally.

At the same time are formed cuticular layers (2—4 μ thick) underneath the cuticle of the epidermal cells, one part of the longer trichoms fall off and the inserted bases of the fallen trichoms and of those ones which remained, get covered with a cutinised layer.

On the epicarp can be distinguished three kinds of trichoms: 1. trichoms with sharp tops and thickened membranes, 2. trichoms with rounded tops, 3. trichoms with pointed tops and thin membranes. The first kind of trichoms is the most common one (Fig. 3.). The second is differentiated at the end of the developing-period of trichoms, when only short trichoms are developed, and the all trichoms of this form are short (Fig. 3.). The third kind is quite rare (Fig. 4.). All these trichoms have lignified membranes. Trichoms usually develop from the epidermal cells which occupy the whole height of the epidermis. If inside of the epidermal cells tangential walls develop, trichoms can be developed from the outer daughter-cell (Fig. 3.).

On the ripe fruits of the variety Alexander early are 3—6 stomata on a mm^2 , of which a part is out of function.

The hypodermis consists of 2—6 layers of parenchyma-cells with the thickened membranes. The tangential membranes, and those in the corners of the cells are more thickened than the radial ones.

Prunus persica var. *nucipersica*

At this variety are found among big epidermal cells also the small ones with very tiny lumen. This variety compensates the loss of hairs with better developed cuticular layers (cca 7 μ thick). In the side-membranes are developed cuticular »ribs« and in the corners a little longer cuticular wedges. The subsidiary cells of the stomata are less cutinised and have less developed cuticular ribs, or these ribs are completely missing (Fig. 5, 6.).

The cutinising of the epidermal membranes is strong already in May at the variety Nectarina red. At that time die the guard cells of the stomata, but a part of stomata still remain open, so that the exchange of gases can be accomplished. On the ripe fruits of the variety Lord Palmerston are found 4—9 of such dead stomata on 1 mm². On the ripe fruits are very often found cracks in the outer membrane of the epidermis.

The hypodermis is built in the same way as in the pilose variety, but the cells of this variety are bigger and the membranes thicker (Fig. 7).

Anogeom-tracheids* and gummosis in the vascular bundles of the mesocarp

The vascular system passes through the parenchyma of the mesocarp toward the periphery of the fruit. Its branches near the epicarp forming a dense network. There are found many ends of the bundles in the form of anogeom-tracheids, in the depth of 0.2—0.7 mm underneath the outer epidermis of the pericarp (Fig. 8.). By their genesis, these anogeom-tracheids are evidently metamorphosed ends of bundles. The anogeom and other tracheids in the peripheric part of the fruit have spiral thickenings or thickenings with transversal pits. How ard's statement, that in the peach-fruit there are no vascular elements with spiral thickenings present (Möller-Griebel) is not correct. Similarly to the tracheids of the fruit are built the anogeom-tracheids in the leaves of the peach. Within the bundles of the mesocarp there are hollows filled with gum (Fig. 9.). Gummosis in the bundles is a usual phenomenon of all the peach-fruits. This phenomenon has stated Beijerinck in the bundles of the fruit of *Amygdalus communis* and *Amygdalus amygdalo-persica* and proved that the formation of gum is not a pathological process, but a normal life-phenomenon. He considered that gummosis did not appear in the vascular system of the peach-fruit, but it is stated here that it appears also in the peach.

* After Vouks terminology of tissue = »Speichertracheiden« (Haberlandt).

TUMAČ SLIKAMA — EXPLANATION OF FIGURES

- Sl. 1. Vanjska epiderma perikarpa kod sorte Tardiva. Slobodni dio trihoma odstranjen. *a* inserirane baze dlaka, *b* epidermske stanice.
- Sl. 2. Poprečni presjek kroz epikarp mladoga ploda kod sorte Mazija. Trihomi se nalaze u raznim stupnjevima diferenciranja: *a* membrana im je još tanka, *b* membrana im je jače odebljala.
- Sl. 3. Poprečni presjek kroz epikarp kod sorte Tardiva. *a* epiderma, *b* hipoderma, *c* zašiljena odebljala dlaka, *d* dlaka zaobljena vrha nastala iz površinske epidermske stanice.
- Sl. 4. Zašiljena dlaka s tankom membranom.
- Sl. 5. Poprečni presjek kroz epikarp mladoga ploda kod sorte Nektarina crvena. *a* epiderma, *b* hipoderma, *c* kutikularni slojevi, *d* kutikularne prečage, *e* membranske pregrade u stanicama susjedicama.
- Sl. 6. Vanjska epiderma perikarpa mladoga ploda kod sorte Nektarina crvena. *a* stanice susjedice, *b* kutikularne prečage, *c* kutikularni klinovi, *d* celulozni nekutinizirani dio membrane, *e* epidermska stanica uskoga lumena.
- Sl. 7. Tangencijalni presjek kroz prvi hipodermisli sloj perikarpa kod golice.
- Sl. 8. Anogeomne traheide.
- Sl. 9. Poprečni presjek kroz žilu u perifernom dijelu mezokarpa. Šupljina u žili nastala uslijed gumoze.

- Fig. 1. The outer epidermis of the pericarp of the variety Tardiva. The free part of the hair removed, *a* Inserted bases of hairs, *b* epidermal cells.
- Fig. 2. Transverse section through the epicarp of a young fruit of the variety Mazia. Hairs are in different degrees of differentiation. *a* the membrane is still thin, *b* the membrane is already thicker.
- Fig. 3. Transverse section through the epicarp of the variety Tardiva. *a* epidermis, *b* hypodermis, *c* a sharp, thickened hair, *d* a hair with the rounded top, developed from an outer epidermal cell.
- Fig. 4. A sharp-topped hair with thin membrane.
- Fig. 5. Transverse section through the epicarp of a young fruit of the variety Nectarina red. *a* epidermis, *b* hypodermis, *c* cuticular layers, *d* cuticular ribs, *e* membrane-walls in the subsidiary cells.
- Fig. 6. The outer epidermis of the pericarp in a young fruit of the variety Nectarina red. *a* subsidiary cells, *b* cuticular »ribs«, *c* cuticular wedges, *d* cellulose, uncutinised part of the membrane, *e* epidermal cell with a tiny lumen.
- Fig. 7. The tangential section through the first hypodermal layer of the pericarp in the fruit of the naked peach.
- Fig. 8. Anogeom-tracheids in the mesocarp.
- Fig. 9. Transverse section through the bundle in the peripheric part of the mesocarp. A hollow in the bundle as a result of gummosis.