

EKSKRECIJSKE ŽLIJEZDE SUNCOKRETA I NJIHOVO VITALNO BOJENJE

Mit deutscher Zusammenfassung

ZORICA OVNIČEVIĆ

(Poljoprivredno-prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku)

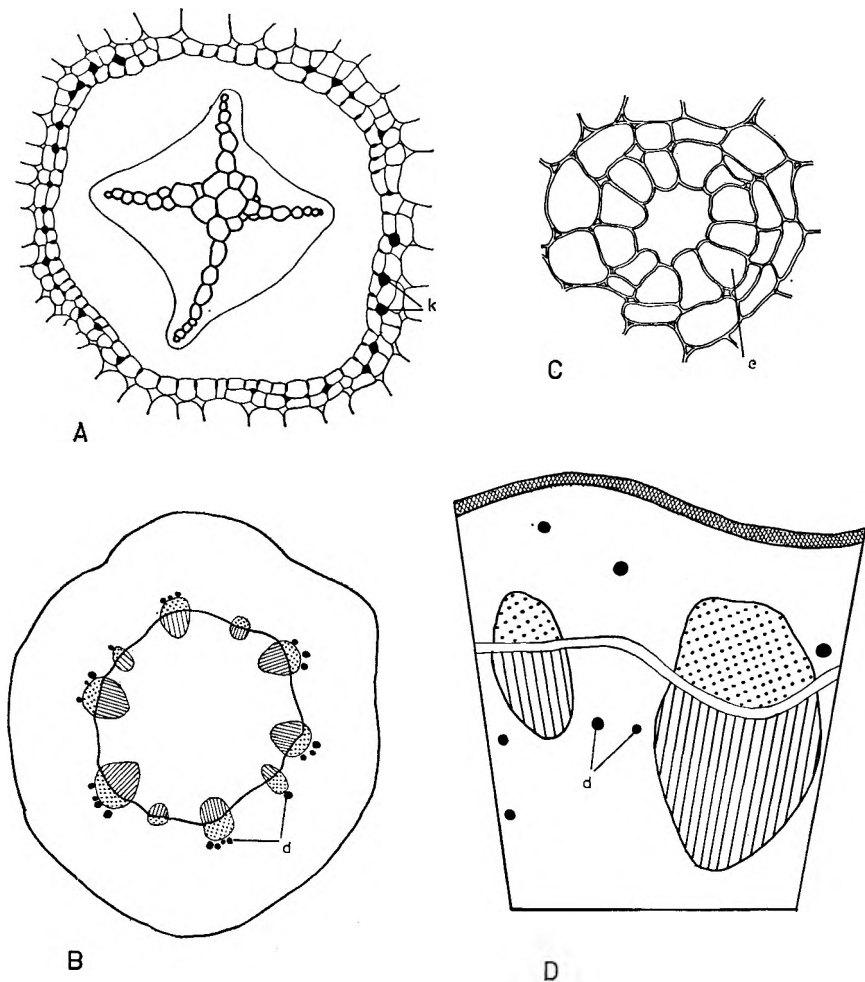
Primljeno 20. 1. 1974.

Uvod

Odavno je poznato da se u vegetativnim organima suncokreta (*Helianthus annuus* L.) i mnogih drugih glavočika, naročito iz skupine *Tubuliflorae*, nalaze ekskrecijske žlijezde ili smolenice (Solereder 1899). Svojim shizogenim intercelularima čine sustav kanala koji prolaze duž vegetativnih organa. Smolenice ulaze i u peteljku lista, ali katkad iščezavaju na bazi plojke (Metcalf i Chalk 1950). Tubuliflorne glavočike razvijaju smolenice, a liguliflorne glavočike imaju umjesto njih mliječne cijevi, koje ih funkcionalno zamjenjuju.

Dio smolenica, naročito u korijenu, vezan je očito na područje endoderme (sl. 1 A). Pored endodermskih smolenica postoje i smolenice koje nastaju u srčiki i primarnoj kori stabla. Koje glavočike imaju smolenice i u kojim su dijelovima organa smolenice razvijene, od važnosti je za biljnu sistematiku. Obično je kod smolenica stabla razvijen žljezdani epitel od jednog sloja stanica oko intercelulara u koji se izliva smola.

Znatniji prilog razvitku anatomije bilja dalo je vitalno bojenje (Reuter 1955). Slično kao što bojenje staničnih stijenki kod histoloških preparata omogućuje bolji pregled struktura, tako vitalno bojenje može znatno olakšati studij preparata. Spomenut ćemo da se u nekim slučajevima žljezdane dlake mogu elektivno bojiti vitalnim bojama (Strugger 1949). Zbog toga sam tijekom ovih istraživanja upotrijebila vitalne boje koje su se za studij smolenica, naročito u nadzemnim organima, pokazale vrlo korisnim.



Sl. 1. A — Poprečni presjek kroz mladi korijen suncokreta. Veći dio endoderme je dvoslojan zbog tangencijalnih dioba. Casparyjeve pruge nalaze se u unutrašnjem sloju. Samo su na dva mjesta ispred ksilema stanice endoderme ostale nepodijeljene. B — Poprečni presjek kroz mladu stabljiku. Otvorene kolateralne žile raspoređene su u krugu. Sve se smolenice (d) nalaze ispred floema. C — Ekskrecijske žlijezde iz plojke lista s dobro razvijenim epitelom (e). D — Poprečni presjek kroz dio stabljike s kolateralnim žilama. Raspored ekskrecijskih žlijezda je drukčiji nego na slici B. Neke žlijezde, koje su kasnije nastale ili koje su se pomjerile, smještene su interfascikularno. k — ekskrecijske žlijezde bez epitela u endodermi, d — ekskrecijske žlijezde u stabljici.

Materijal i metode

Za istraživanja sam upotrebljavala vegetativne organe suncokreta sorte Smena. Organi su se nalazili u raznim stupnjevima razvitka počevši od mladih biljaka uzgajanih u loncima do izraslih biljaka sabranih na polju. Histološka istraživanja obavila sam većinom na materijalu konzerviranom u smjesi formola (5 ccm), glacijalne octene kiseline (5 ccm) i 70 postotnog alkohola (90 ccm). Katkad sam presjeke rasvjetljavala obrađivanjem u Javellovoj lužini. U tom se reagensu ne otapa smolasti ekskret iz intercelulara. Ekskret se poslije rasvjetljavanja presjeka može obojiti crveno sudanom III.

Vitalno bojenje izvršila sam bazičnim bojama neutralnim crvenilom i brilant-krezilnim modrilom u razrjeđenju 1 : 10.000. Potreban pH medija postizavala sam s pomoću fosfatnog pufera.

Raspored i građa ekskrecijskih žlijezda

U mladim korijenima pratila sam razvitak endodermisnih žlijezda. U početku jednoslojna endoderma dijeli se tangencijalno, tako da postaje uglavnom dvoslojna. Dijeljenje endoderme izostaje samo ispred nekih ksilema. Prilikom dijeljenja endoderme Casparyjeve pruge ostaju u unutrašnjem sloju endoderme. Intercelulari između stanica unutrašnjeg i vanjskog sloja shizogeno se prošire i pune se ekskretom koji izlučuju endodermisne stanice (sl. 1 A). Dijelovi endoderme ispred ksilema, gdje su izostale tangencijalne diobe, ne dobivaju značajke žlijezda. Prema tome, žlijezde su osobito razvijene u područjima koji graniče s floemom; kao da postoji neka korelacija između funkcije floema i djelovanja žlijezda.

Metodom rasvjetljavanja i bojenja utvrdila sam da u pojedinim područjima primarne kore skupine parenhimskih stanica mogu preuzeti ekskrecijsku funkciju i u svoje intercelulare izlučivati smolu. Te se parenhimske stanice i intercelulari ne razlikuju po veličini i obliku od normalnih intercelulara. Ekskret iz tih intercelulara boji se intenzivno crveno sudanom III.

Abb. 1. A — Querschnitt durch die junge Wurzel von *Helianthus annuus*. Grösserer Teil der Endodermis ist infolge tangentialer Zellteilungen zweischichtig geworden. Caspary-Streifen befinden sich in der inneren Zellschicht. Nur auf zwei vor dem Xylem befindlichen Stellen ist die Endodermis ungeteilt geblieben. B — Querschnitt durch den jungen Stengel. Die kollateralen Gefässbündel sind zu einem Kreis angeordnet. Alle Exkretionsdrüsen (d) befinden sich vor dem Phloem. C — Exkretionsdrüse aus der Blattspreite mit gut entwickeltem Epithel (e). D — Querschnitt durch einen Teil des Stengels. Die Exkretionsdrüsen (d) sind anders als in B verteilt: einige Drüsen, die später entstanden sind oder während des Wachstums verlagert wurden, befinden sich jetzt interfazikular. k — endodermale Exkretionsdrüsen ohne Epithel, d — Exkretionsdrüsen im Stengel.

Studij rasporeda smolenica u hipokotilu pokazao je da se smolenice stvaraju u području endoderme, i to iznad floema. Obično ima više smolenica iznad jednog floema koje u hipokotilu mlade biljke nisu s obzirom na građu složenije od smolenica u endodermi korijena. Njihova se nazočnost i raspored može lako ustanoviti vitalnim bojenjem (sl. 1 B).

U potonjim stadijima razvoja stabla smolenice pokazuju složeniju građu zbog toga što se razvije žljezdani epitel (sl. 1 C). To je sloj stanica koje su većinom znatno manje od okolnih stanica, a okružuju shizogeni intercelular. U izraslim stabljikama smolenice mogu imati i do 15 stanica žljezdanog epitela.

U tim stadijima razvoja stabla može se zapaziti da je veći broj smolenica u primarnoj kori smješten interfascikularno, što je prema podacima Soler edera (1899) karakteristično za *Helianthus*. Ipak se i iznad floema mogu još naći pojedine smolenice. Do novog rasporeda smolenica dolazi zbog toga što se interfascikularno pojavljuju nove smolenice i što se prijašnje »floemske« smolenice, naročito one rubne, zbog rasta floema pomjeraju bočno i dospijevaju u interfascikularnu zonu.

Nove smolenice nastaju i oko ksilema u području trakova srčike ili same srčike (sl. 1 D). Dok smolenice u primarnoj kori sadržavaju dobro razvijen epitel, smolenice u trakovima srčike i u srčiki često su prilično slabo razvijene. Posljednje smolenice razlikuju se od okolnog parenhima samo po tome što su izgrađene od manjih stanica tako da nemaju izrazitog epitela.

Kao što je poznato iz literature (Metcalf e i Chalk 1950), nalaze se smolenice i u peteljci listova. I tu se one pojavljuju ne samo iznad floema nego i uz ksilem. U izraslim peteljka žlijezde su veće nego u mlađim stadijima.

Smolenice sam pronašla i u području glavnog nerva i bočnih nerava plojke. Građene su slično smolenicama stabla, tj. imaju dobro razvijen žljezdani epitel s velikim intercelularom. U području glavnog nerva smolenice su veće nego u bočnim nervima.

Vitalno bojenje žlijezda

Höfler (1954) ustanovio je da bazična boja neutralno crvenilo može bojiti vakuole biljnih stanica na dva načina. Ako je stanični sok »prazan«, nakupljaju se ioni u vakuoli i međusobno agregiraju. Zbog toga se vakuola oboji crvenom bojom poput jagode. Mehanizam obojenja objašnjava se na ovaj način: Ako je pH boje viši od pH staničnoga soka, mogu molekule boje koje su lipofilne permeirati kroz plazmalemu, protoplazmatski oblog i tonoplast u vakuolu. Budući da je stanični sok kiseo, disociraju se molekule u ione i daju karakterističan pozitivan metakromatičan ton staničnom soku.

Ako stanični sokovi nisu »prazni« nego »puni«, tj. ako sadržavaju tanine, flavonole i neke druge tvari, dolazi do kemijskog vezivanja boje s tim supstancijama i u vezi s tim do drukčijeg tona obojenja vakuole. Neutralno crvenilo boji takve vakuole karmin-crveno, tj. dolazi do negativno metakromatičnog tona boje.

Boja brilant-krezilno modriilo vlada se vrlo slično neutralnom crvenilu. Tom se bojom »prazni« sokovi oboje ljubičasto, a »puni« se sokovi boje zelenomodro. Razlika između pozitivne i negativne metakro-

mazije brilant-krezilnog modrila veća je nego između odgovarajućih tonova neutralnog crvenila. Zbog toga je brilant-krezilno modriilo pogodnije nego neutralno crvenilo.

Istraživanja su obavljena tako da su poprečni presjeci kroz stablo i list bojeni oko 10 minuta, kao što je uobičajeno. Prilikom vitalnog bojenja pH otopine iznosio je 9.

Nakon vitalnog bojenja hipokotila mogla sam lako utvrditi da su smolenice smještene u području endoderme. Te su se smolenice nalazile u prvim fazama razvoja. Ipak su se već intenzivno bojile zelenomodro dok su okolne parenhimske stanice bile ljubičaste. U smolenicama koje su se nalazile u raznim fazama razvoja u stabljici dolazilo je često do kapljičastog odjeljivanja u epitelu, ali to nije otežavalo razlikovanje tona obojenja.

I poprečni presjeci kroz starije razvojne stadije stabla dali su zanimljive rezultate. Pri tome sam često mogla utvrditi da se smolenice s epitelom i bez epitela mogu naći u različitim dijelovima jednog te istog presjeka.

Uspješno sam vitalno bojila i poprečne presjeke kroz središnji nerv plojke lista i na taj sam način mogla dokazati nazočnost smolenica u plojci lista.

Diskusija

Iako je suncokret važna kulturna biljka, nedostaju ipak mnogi podaci o njezinoj strukturi. Istražujući tu vrstu nedavno sam objavila neke rezultate o istraživanju građe njegovih plodova (Ovničević i Miličić 1964). U ovom radu dajem prilog poznavanju njegovih vegetativnih organa, posebno smolenica.

Razlikovanje »punih« i »praznih« sokova prilikom vitalnog bojenja (Höfler 1954, Kinzel 1958) pokazalo se vrlo prikladnom metodom za istraživanje smolenica u stablu i listu suncokreta. Vitalnim bojenjem postizava se vrlo dobra preglednost preparata, što omogućuje da se uoče pojedinosti koje bi inače mogle izbjeći.

Na osnovi studija rasporeda smolenica u vegetativnim organima suncokreta dopunila sam podatke iz starije literature (Solereider 1899). To se u prvom redu tiče rasporeda žila u stablu, pri čemu se u literaturi prejako ističe interfascikularni smještaj smolenica (Solereider 1899), iako se žlijezde često nalaze i u drugim područjima, npr. iznad floema. Naročito je u mladim stabljikama velik broj smolenica smješten u tom području.

Zaključak

Suglasno s dosadašnjim istraživanjima nalaze se smolenice u svim vegetativnim organima suncokreta. Smolenice endoderme korijena redovno se stvaraju u onim njezinim dijelovima koji priliježu uz floem, a u dijelovima uz ksilem često potpuno izostaju. Osim u endodermi smolenice se pojavljuju i na pojedinim mjestima u parenhimu kore, ali kao ni endodermske tako ni smolenice u parenhimu nemaju epitela. Veći broj smolenica zapažen je u sekundarnom floemu korijena.

U stabljici se smolenice zameću već u hipokotilu mlade biljke, a nastaju u području endoderme iznad floema. I u izraslim stabljikama

nalaze se pored interfascikularnih smolenica još i smolenice iznad floema. Te smolenice imaju već dobro razvijen epitel. Osim toga pojavljuju se i u srčiki stabla smolenice koje su ponegdje bez epitela.

I u području peteljke i lista nalaze se dobro razvijene smolenice s epitelom.

Vitalno bojenje može znatno olakšati studij smolenica u vegetativnim organima. U tu svrhu upotrijebila sam neutralno crvenilo i briljant-krezilno modriilo. Pri tom sam ustanovila da stanice epitela, odnosno ekskrecijske stanice imaju »pune« stanične sokove, a okolne parenhimske stanice »prazne« sokove. Zbog toga se smolenice drukčije oboje nego okolni parenhim, pa se u presjecima oštro ističu.

Literatura

- Höfler, K., 1947: Was lehrt die Fluoreszenzmikroskopie von der Plasmapermeabilität und Stoffspeicherung? *Mikroskopie* 2, 13—29.
- Höfler, K., 1954: Zur Vital- und Fluoreszenzfärbung. *Ber. dtsh. bot. Ges.* 66, 454—468.
- Kinzel, H., 1958: Metachromatische Eigenschaften basischer Vitalfarbstoffe. *Protoplasma* 50, 1—50.
- Metcalfe, C. R. and L. Chalk, 1950: *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford.
- Ovničević, Z. i D. Miličić, 1964: Antoorfnin u plodovima suncokreta. *Acta Bot. Croat.* 23, 21—26.
- Reuter, L., 1955: *Protoplasmatische Pflanzenanatomie*. *Protoplasmatologia* Bd XI, 2. Springer-Verlag, Wien.
- Solereeder, H., 1899: *Systematische Anatomie der Dicotyledonen*. F. Enke, Stuttgart.
- Strucker, S., 1949: *Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze*. 2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin-Göttigen-Heidelberg.

ZUSAMMENFASSUNG

EXKRETIENSDRÜSEN DER SONNENBLUME UND IHRE VITALFÄRBUNG

Zorica Ovničević

(Landwirtschaftlich-Lebensmitteltechnologische Fakultät Osijek)

Aus bisherigen Untersuchungen geht hervor, dass sich in allen Vegetationsorganen der Sonnenblume Exkretionsdrüsen oder Harzkanäle befinden. Die endodermalen Exkretionsdrüsen in der Wurzel bilden sich regelmässig in jenen Teilen der Endodermis, die neben dem Phloem liegen während sie in den neben dem Xylem liegenden Endodermistellen gänzlich fehlen können (Abb. 1 A). Ausserhalb der Endodermis erscheinen die Exkretionsdrüsen auch an einigen Stellen im Parenchym der primären Rinde: weder die endodermalen noch die im Parenchym sich befindlichen Exkretionsdrüsen besitzen ein Epithel. Viele Drüsen entstehen auch im sekundären Phloem der Wurzel.

Im Stengel erscheinen die Exkretionsdrüsen schon im Hypokotyl und bilden sich ebenfalls in jenen Bereichen der Endodermis, die sich vor dem Phloem befinden (Abb. 1 B). Diese Drüsen haben, wenigstens in

älteren Entwicklungsphasen der Pflanze, ein gut ausgebildetes Epithel. Ausserdem erscheinen die Drüsen auch im Mark des Stengels. Die Drüsen sind gelegentlich einfacher gebaut und haben dann kein Epithel.

Auch im Bereiche des Blattstiels und der Blattspreite wurden gut ausgebildete und mit einem Epithel versehene Exkretionsdrüsen beobachtet (Abb. 1 C).

Die Vitalfärbung kann das Studium der Exkretionsdrüsen sehr erleichtern. Für die Untersuchungen wurden die Farbstoffe Neutralrot und Brillantkresylblau verwendet. Es wurde dabei festgestellt, dass das Epithel bzw. die Exkretionszellen »volle« Zellsäfte besitzen, während die neben ihnen liegenden Parenchymzellen »leere« Zellsäfte enthalten. Infolge dieser Eigenschaft färben sich die Exkretionsdrüsen anders als das Parenchym, so dass sich die Drüsen in Querschnitten von anderen Geweben deutlich unterscheiden können.

Zorica Ovničević
Poljoprivredno-prehrambeno-tehnološki fakultet
54000 Osijek (Jugoslavija)