

## KALLUSERAKKUDE TEKKE JA DIFERENTSEERUMISE TSÜTOLOOGILIS-HISTOLOOGILISTEST ISEÄRASUSTEST

A. TOOM SALU,  
bioloogiateaduste kandidaat

L. JÄRVEKÜLG

Idulehtedel on taime ontogeneesis suur bioloogiline tähtsus. Peale selle et nad on paljudel taimedel tagavaraainete panipaigaks, võivad opereeritud idulehed regenereeruda ja reprodutseerida terveid taimi. Kudede regenereerumine on organismile bioloogiliselt vajalik. Mitmesuguste juhuslike vigastuste korral sõltub organismi eksisteerimine rakkude regeneratsiooni intensiivsusest. Mida intensiivsemalt rakud taastuvad, seda rohkem võimalusi on organismi ellujäämiseks. Regeneratsioonivõime, olles organismile eluliselt vajalik omadus, on juba fülogeneesi jooksul välja kujunenud. Seejärel on idulehtede regeneratsiooniprotsesside uurimisel suur tähtsus. Nimetatud probleemi ei ole seni veel igakülgselt uuritud. Puudulikult on käsitletud isoleeritud idulehtede rakkude tsütoloogilis-histoloogilisi muutusi ning kalluse rakkude teket ja diferentseerumist. Selletõttu on vajalik täpsemalt peatuda neil küsimustel.

Opereeritud idulehtede regeneratsiooni- ja reproduktsiooniprotsesse on uurinud paljud teadlased (Bonnet, 1779; van Tieghem, 1873; Blociszewski, 1876; Zabel, 1882; Simon, 1904; Smith, 1907; Михайлов, 1951, 1952, 1957a, 1957b jt.). Nad pöörasid tähelepanu idulehtedest arenenud taimede morfogeneesile.

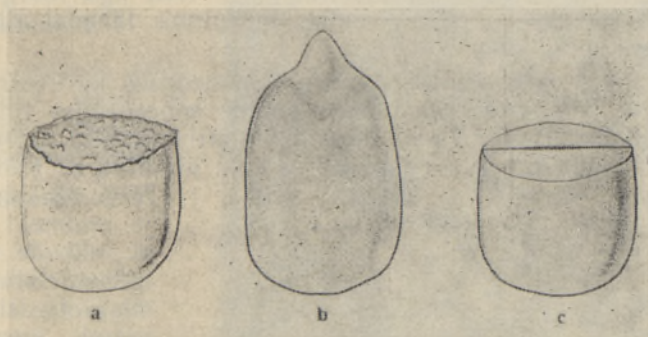
H. Vöchting (1878, 1884) leidis, et pärast operatsiooni kattus idulehe lõikepind õrna kallusekihiga, mis oli veidi rohkem arenenud neis kohtades, kus idulehed kinnitusid lootevarrele.

Kalluse morfoloogilis-anatoomilist ehitust uuris E. Küster (1903). Ta kasvas *Padina pavonia* talluse tükikesi merevees, kuhu oli lisandatud suhkrut. Nende tükikeste lõikepinnal tekkisid ebanormaalselt suured puhetunud rakud. Raku mahu suurenemist seletas Küster hüpertroofiaga — seejuures ta raku pooldumist ei näinud. Küster uuris ka ühe- ja kaheiduleheliste lehtede regeneratsiooniprotsesse. *Cattleya* mesofüllil rakud venisid vigastuskohal pikaks. Ka neil objektidel ei täheldanud ta rakkude pooldumist. Suurenenud rakud muutusid hiljem väiksemaks ja klorofülliterad neis lagunesid, muid tsütoloogilisi muutusi ta ei märkinud. Küster uuris kalluse teket veel paplil ja teistel puudel.

B. Němec (1905, 1911) oma uurimustes näitas, et mida kaugemal kasvukihikust toimus kudede vigastus, seda nõrgemini nad regenereerusid. Ta leidis, et kallus arenes hästi pimeduses ja kõrges niiskuses.

Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas tekkis kallus ja kuidas toimus rakkude diferentseerumine. Uurimine teostati Tartu Riikliku Ülikooli geneetika ja darvinismi kateedri laboratooriumis 1956. ja 1957. aastal. Katsematerjalina kasutati päevalille *Helianthus annuus* L. sordi 'Saraatovi 169' idulehti. Päevalille seemniseid leotati 24 tundi vees, mille temperatuur oli 18—20°C. Seejärel lõigati ära nende apikaalne ots

2—3 mm kauguselt (joon. 1). Idu eemaldamine toimus küllalt sügava lõikega, mistõttu idulehtedele ei jäänud aktiivseid kasvukuhikulähedasi lootekudesid. Katsete teostamisel isoleeriti korruga 180 päevalilleseemne idulehed. Iga katseseeria jaoks võeti 30 seemnist, mis opereeriti žiletiga otse ja kiillõikes (joon. 1, *c*) ning katteklaasiga otselõikes (joon. 1, *a*). Igast variandist asetati pooled valgusesse (8 tundi päevas luminestantslampide valguses), pooled pimedusse (pidevalt). Katteklaasi kasutati selleks, et tekitada suuremat kudede vigastust. Idulehtede isoleerimine kiillõikes ei andnud erinevaid tulemusi otselõikest. Seetõttu käsitletakse siinkohal ainult otselõikes opereeritud idulehtede tsütoloogilis-histoloogilisi analüüse.



Joon. 1. *a* — katteklaasiga opereeritud idulehed; *b* — normaalne päevalille seemnis; *c* — žiletiga opereeritud idulehed.

Päevalille isoleeritud idulehed pandi steriilsesse liiva, lõikepinnaga ülespoole. Neid kultiveeriti 15—25°C temperatuuril. Analüüse tehti nii ajutistel kui ka püsipreparaatidel. Esimesi valmistati 50, teisi 178. Tärglisesalduse määramiseks mõjutati ajutisi preparaate J+JK-ga.

Töös rakendatud mikroskoopiline tehnika baseerub M. S. Navašini (1936) poolt väljatöötatud meetodikale. Fiksaatorina kasutati Navašini segu. Materjal fikseeriti iga 24 tunni järel hommikul kella 9—11. Lõikude paksumus oli 8—10  $\mu$ . Preparaadid värviti Heidenhaini hematoksüliiniga.

Lõikepinna läheduses asuvate rakkude tsütoloogilis-histoloogilised analüüsid tehti kohe operatsiooni järel ja 10—12 tundi hiljem. Lõikudel nähti idulehe lõikepinnalähedaste rakkude vigastuses erinevat pilti, olenevalt sellest, kas seemnis lõigati žiletiga või katteklaasiga. Esimesel juhul oli lõikepind ühtlane ja sile. Isoleerimisel läbis žilett rakke ühel juhul keskelt või üldse sügavamalt, jättes järele vaid väikese osa rakust. Teisel juhul riivas žilet rakukesta või purustas ainult väikese osa rakust. Sellest olid tingitud erinevused lõikepinna rakkude taastumisprotsessides. Nõrgalt vigastatud rakk regenereerus hästi, kuid tugev vigastus kutsus esile lõikepinna rakkude hävimise.

Katteklaasiga opereerimisel oli kudede vigastus teistsugune. Nüri katteklaas muljus algul kudesid, hiljem rebis neid, mistõttu lõikepind oli konarlik. Lõikepinnalähedast ala läbisid mitmesuunalised muljutud rakkude read, kuna nende vahele oli jäänud terveid rakke. Sellise tugeva vigastuse korral regenereerusid lõikepinnalähedased koed aeglasemalt. Tõenäoliselt kutsus tugev vigastus esile sügavamaid muutusi raku füsioloogias ja nende taastumiseks kulus rohkem aega. Edaspidised kalluse arengu protsessid toimusid antud juhul samuti nagu žiletiga vigastamise

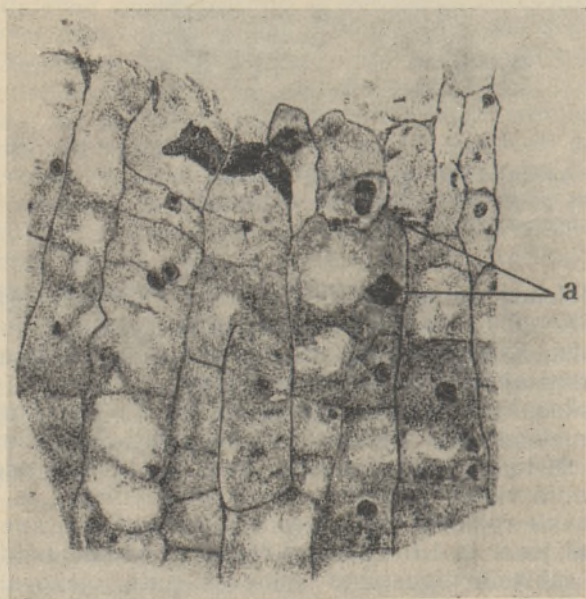
korral. Pimeduses kasvavatel idulehtedel võis pärast 24 tunni möödumist löikepinnalähedastel tervetel rakkudel märgata, et tuumad olid veidi suurenenud, üksikuil juhtudel olid rakud löikepinnast kasvanud natuke kõrgemale (mikrofoto 1). Eriti hästi nähti rakkude suurenemist ja vakuoolide teket löikepinnalähedastel rakkudel alles 48 tundi pärast operatsiooni. Raku tugevama vigastuse korral voolas protoplasma ühes tuumaga välja. Preparaadil oli selgesti näha löikepinnal surnud rakkude kesti, mis alles hiljem idulehe parenhüüm-rakkude ja juhtkoe rakkude pooldumisel kadusid. Raku nõrga vigastuse korral (kui löige riivas raku kesta või protoplasmat) liikus tuum vigastuskoha lähedale ning tekkis uus rakukest — taastus anatoomiliselt normaalne rakk. Sama nähtus esines ka valguses kultiveeritud idulehtede löikepinna rakkudel. Neil aga märgati üksikute rakkude suurenemist, s. o. kasvamist, löikepinna lähedal alles 3. või 4. päeval pärast operatsiooni.

Kahe järgmise päeva jooksul märgati pimeduses kultiveeritud idulehtede löikepinnalähedastes rakkudes tuumade suurenemist (mikrofoto 2). Vigastuskohalähedased rakud värvusid intensiivsemalt, samuti oli neil tunduvalt vähem tärklisteri. Viimane asjaolu kinnitas B. Kabuse (1912),

N. A. Maksimovi (1946) jt. andmeid selle kohta, et rakkude vigastamisel intensiivistuvad hingamisprotsessid, mistõttu rakud kasutasid ära rohkem toitaineid.

Tsütoloogilis-histoloogilistel analüüsidel selgus, et pärast operatsiooni kadus mõnede rakkude tuumadest tuumake, teistes rakkudes esines meta- või anafaas (joon. 2).

Pimeduses kasvatatud idulehtedel esines mitoosiprotsesse üksikuil juhtudel löikepinnalähedastel rakkudes 4. päeval pärast operatsiooni, tavaliselt aga veelgi hiljem (6. või 7. päeval). Samaaegselt märgati ka idulehe keskel, kaugel vigastusalast, juhtkoe



Joon. 2. Päevalille idulehtede parenhüüm-rakkude mitootiline pooldumine: a — anafaasid. (Pikilõik.)

ja epidermise lähedaste parenhüüm-rakkude mitootilist pooldumist. Seega suurenesid idulehed ka rakkude pooldumise arvel.

Rakkude pooldumisprotsessid olid tihedalt seotud nii opereeritud idulehtede kasvuprotsessidega kui ka kudede vigastuse füsioloogilise mõjuga. Rakkude pooldumisprotsessid ei toimunud kogu löikepinna ulatuses üheaegselt. Kõige varem märgati mitootilist pooldumist just idulehe juhtkoe ja selle lähedastes rakkudes. Võis arvata, et juhtkoe enese ja tema ümbruses asuvad rakud olid füsioloogiliselt soodsamates tingimustes, mis põhjustaski nende tugevama regeneratsiooni.

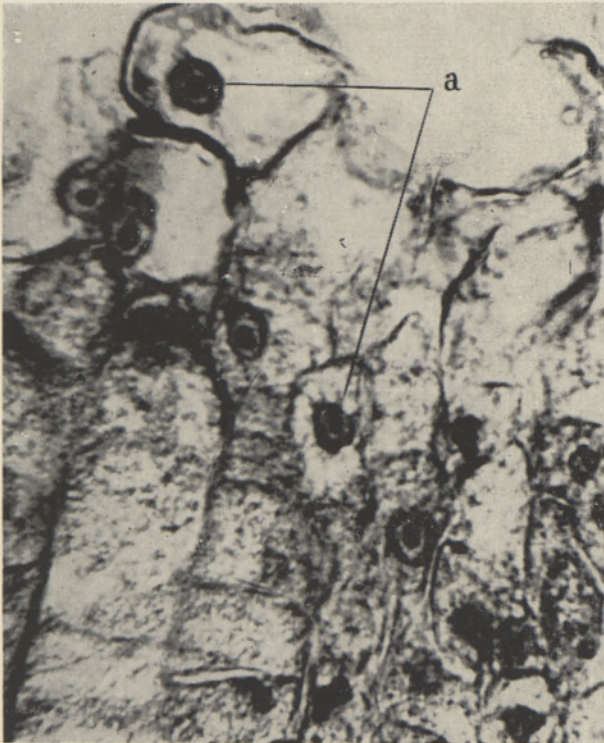
Uued tekkinud rakud asetsesid tavaliselt korrapäraste ridadena paral-



Mikrofoto 1.

Päevalille idulehtede lõikepinnalähedased rakud 24 tundi pärast operatsiooni:  
*a* — puhetunud rakud.

(Pikilõik. Suurend. 280×.)



Mikrofoto 2.

Idulehtede lõikepinnalähedased rakud 2 päeva pärast operatsiooni:  
*a* — suurenenud tuumad.

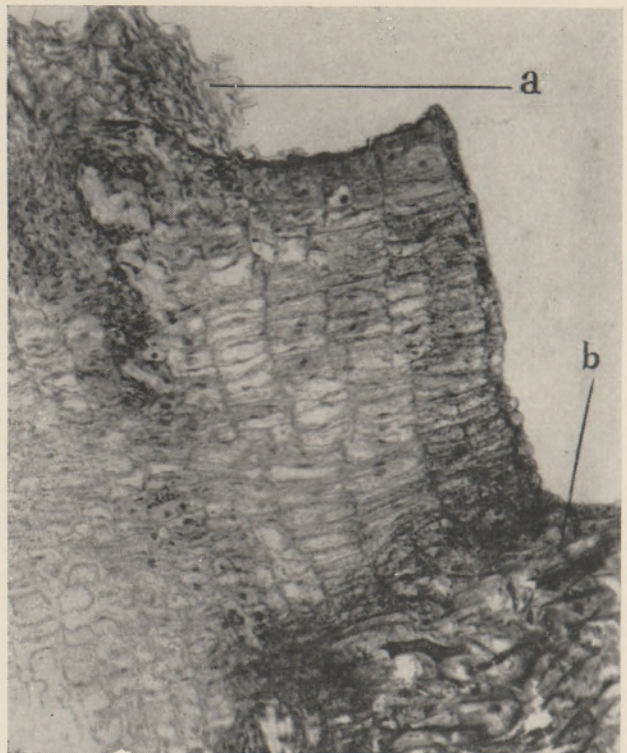
(Pikilõik. Suurend. 280×.)



Mikrofoto 3.

Idulehtede lõikepinnalähe-  
dased noored rakud.

(Pikilõik. Suurend. 400×.)



Mikrofoto 4.

Idulehtede lõikepinna ja epi-  
dermise vigastusala:

*a* — kallus lõikepinnal,

*b* — kallus epidermisel.

(Suurend. 280×.)

leelselt lõikepinnaga. Vahel märgati rakkude vaheseina teket risti lõikepinnaga (mikrofoto 3). Noored meristeemrakud saavutasid emaraku suuruse ning pooldusid omakorda. Lõikepinna parenhüümrakkude pooldumist võib pidada kalluse tekke esimeseks etapiks. Edasine kalluse areng toimuski nii idulehtede parenhüümrakkude kui ka äsja tekkinud meristeemrakkude pooldumise teel. 17—18 päeva pärast operatsiooni täheldati kalluse rakkude diferentseerumist. Kallusekühmu äärmistel parenhüümrakkudel paksenes kest, tekkisid vakuoolid ja teralise ehitusega protoplasmas esines rikkalikult plastiide. Kühmu keskel oli üksikuil rakkudel (promeristeemi rakkudel) intensiivne pooldumisvõime, mille tagajärjel tekkis rohkesti meristeemrakke ning need moodustasid kalluses koldeid. Nendest meristeemrakkudest diferentseerusid trahheiidid, mis olid ühenduses idulehe juhtkoega ning varustasid kallust toitainete ja veega.

Idulehtede alumise (liiva sees oleva) osa parenhüümrakud kalluse tekkest otseselt osa ei võtnud. Siia ei ulatunud operatsiooni mõju ning toitained püsisid neis rakkudes kõige kauem. Seetõttu tuli arvata, et ainevahetusprotsessid toimusid siin aeglaselt. Idulehtede parenhüümrakkudest kasutasid toitained järk-järgult ära kalluse rakud. Edasine kalluse suurenemine toimus vaid meristeemrakkude pooldumise teel, seni kuni idulehtedes jätkus toitaineid. Seega sõltus kalluse eksisteerimine idulehtede tagavaraainete hulgast, nagu selgus reaktsioonist J+JK-ga.

Päevalille idulehtede epidermise ja selle all oleva sammaskoe rakkude vigastamine kutsus esile intensiivse kalluse tekkimise (mikrofoto 4). See asjaolu oli omakorda kinnituseks iduleherakkude suurele potentsiaalsele võimele regenereeruda.

Pimeduses kasvatatud opereeritud idulehed olid kahvatukollased ja nende rakkudes esines rohkesti leukoplaste. Rakud olid suured, korrapäratu kujuga; kallusekühme oli rohkem ja nad olid suuremad.

Tavaliselt 19—21 päeva pärast operatsiooni täheldati kallusekühmus trahheiidilähedaste meristeemrakkude kiireid pooldumisprotsesse. 48 tunni jooksul võis neist formeeruda juurealge, mille edasine areng toimus väga kiirelt: juba paari päeva pärast oli juurte olemasolu ka makroskoopiliselt märgatav. Paljudel juhtudel tekkis 1—2 juurt korruga ja samal ajal esines kalluse sisemises osas veel meristeemrakkude koldeid, milledest sobivais tingimustes (olemasolevate juurte eemaldamise puhul) võisid omakorda areneda juured. Juured olid tugevad ja 5—7 cm pikad. Nad tungisid liiva, kust võtsid vett ja mineraalsooli. Idulehed, millel ei arenenud juuri, hävisid juba kuu aja pärast.

Valguses kultiveeritud idulehed olid intensiivselt rohelised. Nende ehituses oli märgata kudede täielikumat diferentseerumist, eriti juhtkudede osas. Nii kalluse kui ka lõikepinna lähedased parenhüümrakud olid tiheidalt täidetud klorofülliteradega, mistõttu lõikepind paistis rohekana. Rakud olid võimelised iseseisvalt assimileerima. Mõõtmel olid valguses kultiveeritud idulehtedel nii kallusekühmud kui ka nende rakud väiksemad. Regeneratsiooniprotsessid toimusid aeglasemalt, kuid idulehed võisid eksisteerida kauem — umbes kolm kuud. Kahe viimase kuu jooksul ei toimunud neis olulisi tsütoloogilis-histoloogilisi protsesse. Rakkude pooldumine aeglustus ja viimaks lakkas. Tavaliselt juuri ei tekkinud ja lõpuks idulehed koos kallusega hävisid.

Kallusekühmude tsütoloogilis-histoloogilistes analüüsides ei täheldatud ühelgi juhul varre adventiivpungade diferentseerumist sekundaarse meristeemi kolletes. Päevalille idulehed ei olnud võimelised reprodutseerima tervet taime, kui operatsiooni teel eemaldati koos kasvukuhikuga ka selle lähedased primaarse meristeemi aktiivsed rakud. Seda asjaolu võib

seletada primaarse ja sekundaarse meristeemi erineva potentsiaalse või-mega regeneratsiooni- ja reproduktsiooniprotsessideks.

Käesolevast tööst selgus, et päevalille idulehtede rakud, mis on taga-varaainete panipaigaks, on ühtlasi suure regeneratsioonivõimega.

### Kokkuvõte

1. Pärast päevalille idulehtede opereerimist tekkis nende lõikepinnale alati kallusekühme. Üheaegselt ning samades tingimustes kultiveeritud idulehtedel tekkis kallus eri aegadel. See on seletatav nende kudede erineva kvaliteediga ja mitmesuguste füsioloogiliste erinevustega.

2. Päevalille opereeritud idulehed kasvasid nii parenhüüm-rakkude mitootilise pooldumise kui ka suurenemise teel.

3. Kalluse teke nii valguses kui ka pimeduses kultiveeritud idulehtedel toimus lõikepinnalähedaste parenhüüm-rakkude mitootilisel pooldumisel, mille tagajärjel tekkisid meristeemrakkud. Edaspidine kallusekühmade areng toimus vähem idulehe parenhüüm-rakkude, kuid intensiivsemalt noorte, äsja tekkinud rakkude pooldumisel.

4. Pimeduses kultiveeritud idulehtedel tekkis suurem kallus, samuti olid nende rakud suuremad valguses kultiveeritud idulehtede omadest. Opereeritud idulehed eksisteerisid valguses kauem, sest nad olid assimilatsioonivõimelisemad; pimeduses hävinesid nad tavaliselt varem.

5. Kallusekühmade keskel formeerus rohkesti meristeemrakkude koldeid, mille diferentseerumisel tekkisid trahheiidid. Trahheiidilähedast meristeemrakkudest formeerusid juurealgmed. Meristeemrakkude koldeid oli kalluses palju, kuid neist kõigest ei arenenud juuri.

6. Päevalille idulehed ei olnud võimelised reprodutseerima tervet taime, kui operatsiooni teel eemaldati koos kasvukuhikuga ka selle lähedased primaarse meristeemi aktiivsed rakud. Seda asjaolu võib seletada primaarse ja sekundaarse meristeemi erineva potentsiaalse võimega regeneratsiooni- ja reproduktsiooniprotsessideks.

### KIRJANDUS

- Blociszewski, Th., 1876. Physiologische Untersuchungen über die Keimung und weitere Entwicklung einiger Samentheile bedecktsamiger Pflanzen. Landwirtsch. Jahrb., Bd. V.
- Bonnet, Ch., 1779. Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes. V. IV, § LXXXIX.
- Kabus, Br., 1912. Neue Untersuchungen über Regenerationsvorgänge bei Pflanzen. Cohns. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, 11.
- Küster, E., 1903. Beobachtungen über Regenerationserscheinungen an Pflanzen. Bot. Zbl., 14. Beih.
- Němec, B., 1905. Studien über Regeneration. Berlin.
- Němec, B., 1911. Weitere Untersuchungen über die Regeneration. Bull. Acad. Sci., Boheme, 3 und 4.
- Simon, S., 1904. Untersuchungen über die Regeneration der Wurzelspitze. Jahrb. Wiss. Bot., 40. Leipzig.
- Smith, L. H., 1907. Beobachtungen über Regeneration und Wachstum an isolierten Teilen von Pflanzenembryon. Autoreferat.
- Zabel, N., 1882. Entwicklung der von der Achse abgetrennten Keimblätter. Moskau.
- Van Tieghem, Ph., 1873. Recherches Physiologiques sur la Germination. Annales des Sciences Naturelles, Ser. 5, XVII.
- Vöchting, H., 1878, 1884. Über Organbildung im Pflanzenreich. I, II.
- Максимов Н. А., 1946. О механизме действия ростовых веществ на растительные клетки. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., 51 (2).

- Михайлов О. Ф., 1951. Морфогенез новообразований подсолнечника и гороха, полученных из изолированных семядолей и зародышей, лишенных семядолей. Рукопись диссертации. Л.
- Михайлов О. Ф., 1952. Биологическая специфика семядолей в семенах растений, не сохраняющих эндоспермы. Сб. «Научные труды, посвященные 150-летию Тартуского государственного университета». Таллин.
- Михайлов О. Ф., 1957а. Методы культуры тканей и получение новых форм растений. Уч. зап. ТГУ. Сб. трудов ест.-мат. факультета, № 46, Серия биологическая.
- Михайлов О. Ф., 1957б. К вопросу о филогенетическом значении явления регенерации у растений. Уч. зап. ТГУ. Сб. трудов ест.-мат. факультета, № 46, Серия биологическая.
- Навашин М. С., 1936. Методика цитологического исследования для селекционных целей. ОГИЗ. Сельхозгиз.

Tartu Riiklik Ülikool

Saabus toimetusse  
15. III 1958

### О ЦИТО-ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ КЛЕТОК КАЛЛЮСА

А. Ю. Тоомсалу,  
кандидат биологических наук

Л. Я. Ярвекюльг

Резюме

Задача настоящей работы состояла в изучении процесса каллюсообразования и дифференциации каллюсных клеток на изолированной семядоле *Helianthus annuus* L., сорта Саратовский 169. Выбор объекта исследования и проведение самого цито-гистологического анализа обуславливались имеющими в данном случае место формообразовательными процессами *in vitro*. Изолированные семядоли культивировались в стерильных условиях при температуре 15—25°C в двух вариантах: в темноте и при восьмичасовом круглосуточном освещении люминесцентными лампами. Фиксация материала — по Навашину, через каждые 24 часа; толщина срезов — 8—10μ; окраска гематоксилином Гейденгайна. Всего было исследовано 228 препаратов.

Цито-гистологический анализ показал, что вблизи поверхности среза процесс регенерации начинается с увеличения объема паренхимных клеток семядоли и последующего митотического деления их. Возникшие таким образом молодые клетки меристематического типа достигают величины материнской клетки и делятся в свою очередь путем митоза. Очень скоро эти меристематические клетки вновь превращаются в паренхиму, получившую название каллюсной, которая и образует макроскопически видимый бугорок каллюса. Внутри каллюса, однако, имеет место сохранение отдельных клеток активной, интенсивно делящейся меристемы, образующей своеобразные очаги. Именно в этих меристематических очагах наблюдается дифференциация трахеид, постепенно соединяющихся с проводящей системой семядоли.

Обычно через 19—21 день после операции у изолированных семядолей, культивируемых в темноте, наблюдается особо интенсивное деление меристематических клеток вблизи трахеид, ведущее к дифференциации корневой почки. Весь процесс заложения корневого зачатка происходит в течение около 48 часов. Семядоли, росшие в темноте, были сильно этиолированы. Клетки их достигали больших размеров, были различной формы и содержали лейкопласты. В световом варианте имело место только образование небольшого каллюса, состоящего из сравнительно мелких клеток. Сами семядоли содержали большое количество хлорофилла.

При цито-гистологических анализах каллюсовых бугорков у изолированных семядолей, культивируемых в наших условиях, дифференциации стеблевых почек не отмечалось. По-видимому, семядоля подсолнечника может репродуцировать весь зародыш только при условии сохранения во время операции части наиболее активной первичной меристемы.

Тартуский государственный университет

Поступила в редакцию  
15 III 1958



## ÜBER DIE ZYTO-HISTOLOGISCHE EIGENART DER KALLUSZELLEN UND IHRE DIFFERENZIERUNG

A. Toomsalu, L. Järvekülg

### Zusammenfassung

Aufgabe dieser Arbeit war die Untersuchung der Kallusbildung und der Differenzierung der Zellen des Kallus am isolierten Keimblatt der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L., Sorte 'Saratow 169'). Die Arbeit bestand in der Züchtung von isolierten Keimblättern der Sonnenblume *in vitro*, sowie in entsprechenden zyto-histologischen Analysen, worüber sich im einschlägigen Schrifttum nur unzulängliche Angaben finden. Die isolierten Keimblätter wurden unter sterilen Bedingungen bei einer Temperatur von 15–25°C in zwei Varianten gezüchtet, wobei der eine Teil sich ständig im Dunkeln befand, während der andere täglich acht Stunden lang durch Lumineszenzlampen bestrahlt wurde. Die Fixation des Materials erfolgte alle 24 Stunden, nach Nawaschin, die Dicke der Schnitte betrug 8–10  $\mu$ . Zur Färbung diente Heidenhainsches Hämatoxylin. Insgesamt wurden 228 Präparate untersucht.

Die zyto-histologischen Analysen ergaben, dass der Regenerationsprozess nahe der Schnittoberfläche mit der Vergrößerung des Umfanges der Parenchymzellen des Keimblattes und ihrer darauffolgenden mitotischen Teilung einsetzt. Die auf die beschriebene Art entstandenen jungen Zellen von meristematischem Charakter erreichen die Grösse der Mutterzelle und teilen sich ihrerseits durch Mitose. Sehr bald differenzieren sich diese meristematischen Zellen aufs neue und wandeln sich in parenchymatöse um, die die makroskopisch sichtbare Ausbuchtung des Kallus bilden. Im Inneren des Kallus bleiben jedoch einige aktive, sich intensiv teilende meristematische Zellen bestehen, die dort eigenartige Herde bilden. Gerade in diesen meristematischen Herden ist die Differenzierung von Tracheiden zu beobachten, die sich allmählich mit dem Leitungssystem des Keimblattes vereinigen.

Meistens am 19.–21. Tage nach der Operation lässt sich bei den im Dunkeln gezüchteten isolierten Keimblättern eine besonders intensive Teilung der meristematischen Zellen in der Nähe der Tracheiden verfolgen, was zur Differenzierung der Wurzelknospe führt. Insgesamt dauert der Prozess der Entstehung der Wurzelanlage etwa 48 Stunden. Durch die Dunkelheit bedingt, waren die Keimblätter stark etioliert. Ihre Zellen waren grösser als gewöhnlich, sie waren von verschiedener Form und enthielten Leukoplasten. Bei der bestrahlten Variante kam es lediglich zur Bildung eines kleineren Kallus, der aus verhältnismässig kleinen Zellen bestand. Die Keimblätter selbst enthielten reichlich Chlorophyll.

Bei der zyto-histologischen Untersuchung der Kallusausbuchtungen an Keimblättern, die unter den erwähnten Bedingungen gezüchtet worden waren, liess sich keine Differenzierung von Adventivknospen des Stengels feststellen. Offenbar ist das Keimblatt der Sonnenblume nur dann imstande, den ganzen Keim zu reproduzieren, wenn bei der Operation ein Teil des aktiveren primären Meristems erhalten bleibt.

Staatsuniversität zu Tartu

Eingegangen  
am 15. März 1958