Kształt jąder komórkowych w liściach aloesu (*Aloë* sp.)

Shape of the nuclei in the leaves of Aloë sp.

(Z Zakładu Anatomii i Cytologii Roślin Uniwersytetu Warszawskiego)

S. STEFANIA GÓRSKA

W S T Ę P

W roku 1899 ukazała się praca M o l i s c h'a pt. „Ueber Zellkerne besonderer Art“ (5, str. 177), w której autor opisuje ciekawe ze względu na kształt i wielkość jądra komórkowe, występujące w soku mlecznym i śluzowym niektórych roślin. Jeden z rozdziałów tej pracy obejmuje wyniki badań dotyczące jąder różnych gatunków aloesu.

Autor w badaniach swoich zastosował specyficzną metodę, polegającą na obserwacji jąder nie w poszczególnych komórkach czy rurek lecz w samym soku mlecznym lub śluzowym, wypływającym swobodnie z naciętych poprzecznie, świeżych liści badanych roślin.

Ta swoista metoda badań pozwoliła M o l i s c h'owi zauważyć jądra komórkowe o kształtach i wymiarach dotychczas w świecie roślinnym niespotykanych. Na specjalną uwagę zasługują badania odnoszące się do *Lycoris radiata* (Herb.) i innych amarylkowatych oraz różnych gatunków aloesu, u których M o l i s c h stwierdził jądra silnie wydłużone i nitkowate, lokalizując je w specjalnych zbiornikach śluzu, zwanego Schleimsaft lub Aloësaft, opisywanych już przez T r é c u l'a (8, str. 80), P r o l l i u s'a (6, str. 553) i J o h o w'a (2, str. 26). Zbiorniki te zwano Saftbehälter lub Aloëbehälter.

Wyniki badań M o l i s c h'a, ogłoszone w roku 1899, przeszły do literatury i bez większych zmian przytaczane są w pracach cytologicznych (M o l i s c h 4, G u i l l i e r m o n d 1, K ü s t e r 3, T i s c h l e r 7).

Jakkolwiek dane o jądrach nitkowatych, uzyskane metodą badań soku z liści, były oczywiste i prawdziwe, to jednak już dla samego *M o l i s c h'a* wydawały się one niezupełnie zrozumiałe. Nie wiedział on przede wszystkim tego, w jaki sposób wielkie jądra oglądane w soku mogą pomieścić się w wielokrotnie mniejszych od nich komórkach.

Podobnie *K ü s t e r* (3, str. 120 i nast.), cytując kilkakrotnie wyniki badań *M o l i s c h'a*, próbuje wyjaśnić powstawanie jąder o takiej postaci w organizmie roślinnym lub poza nim i zachęca do wznowienia tych badań.

Ponieważ *M o l i s c h* obserwował jądra wydłużone i nitkowate poza komórką, tematem niniejszej pracy było stwierdzenie, czy opisane przez *M o l i s c h'a* jądra występują w komórkach żywych i nieuszkodzonych, czy też są to artefakty, powstałe na skutek specyficznej metody badań.

Przedmiotem obserwacji były liście aloesu (*Aloë arborescens* Mill. i inne gatunki), badane jako materiał świeży (żywy) i utrwalony.

Badając materiał świeży (żywy) stosowano następujące metody:

1. Na szkiełko przedmiotowe zbierano sok aloesu, spływający z naciętych poprzecznie u nasady liści. Było to więc powtórzenie badań *M o l i s c h'a*. Badano sok wyciekający z całego przekroju, a także sok z poszczególnych tkanek, wziętych oddzielnie. Dla łatwiejszego zauważenia jąder barwiono je dodając do soku wodnego roztworu erytrozyny. Badano także sok bez zabarwienia.

2. Robiono ręcznie skrawki brzytwą z przekroju poprzecznego i podłużnego liścia aloesu. Skrawki poprzeczne robiono dwojakie:

- a) obejmujące całość przekroju,
- b) obejmujące tylko wycinki z poszczególnych tkanek.

Przekroje podłużne robiono tak, żeby przechodziły przez wiązkę przewodzącą liścia, podobnie jak to robił *T r é c u l* (8, str. 80) i *M o l i s c h* (4, 5) a także tak, aby przechodziły obok wiązki. Skrawki te, dla uwydatnienia jąder, barwiono wodnym roztworem erytrozyny.

Posługując się materiałem utrwalonym (utrwalacz *N a w a s c h i n'a*, *R e g a u d* i inne) powtórzono te same badania.

1. Na szkiełko przedmiotowe zbierano sok z utrwalonych i nacinanych liści. Obserwowano, podobnie jak w soku świeżym, jądra zawarte w śluzie pochodzącym z całego przekroju liścia, a także z poszczególnych tkanek. Jądra barwiono roztworem wodnym erytrozyny lub gencjany.

2. Kawalki liści utrwalonych zatapiano w parafinie, a następnie robiono skrawki mikrotomowe z przekrojów poprzecznych i podłużnych. Barwiono je gencjaną, zatapiano w balsamie kanadyjskim. Przygotowanie preparatów trwałych z liści aloesu nasuwało dość dużo trudności technicznych ze względu na konieczność odwodnienia materiału. Zbyt gwałtowne odwadnianie powodowało silne kurczenie się oraz niemal całkowitą dezorganizację i łamliwość; niedostateczne odwodnienie uniemożliwiało zatopienie w parafinie i było przyczyną mętnienia preparatu przy użyciu ksylenu. Przy odpowiednim stosowaniu środków odwadniających otrzymano zupełnie dobre skrawki mikrotomowe zarówno z przekrojów poprzecznych jak i podłużnych z zachowaniem wszystkich tkanek.

Praca została wykonana w Zakładzie Anatomii i Cytologii Roślin U. W. pod kierunkiem K s. d r J ó z e f a S z u l e t y, któremu na tym miejscu serdecznie dziękuję za pomoc i wskazówki.

I. BADANIE KSZTAŁTU JĄDER W SOKU.

1. SOK ZE ŚWIEŻYCH LIŚCI ALOESU.

Jądra zawarte w soku wypływającym ze świeżych, naciętych u podstawy liści aloesu, przedstawiają widok dość osobliwy. W pierwszej chwili trudno je wyróżnić spośród śluzów i ziarnistości, przesłaniających pole widzenia. Już jednak po krótkim czasie można zauważyć kształty poszczególnych jąder. Korzystne jest przy oglądaniu preparatu z soku zastosowanie jako barwnika bardzo słabego roztworu wodnego erytrozyny, która szybko bez zniekształceń, barwi jądra na kolor różowy.

Wśród jąder uderza nas przede wszystkim duża różnorodność kształtów i wielkości. Wrażenie to potęguje jeszcze i ta okoliczność, że jądra układają się bezładnie: duże obok małych, kuliste obok taśmowatych, owalne obok nitkowatych itp.

Po dokładniejszym prześledzeniu wiehu preparatów z soku młodych i starych liści wyróżnić można, ze względu na kształt i wielkość, następujące typy jąder: kuliste (Fig. 1, a) o wymiarach 15—35 mikronów, owalne (Fig. 1, d), wrzecionowate (Fig. 1, b). wydłużone o regularnych kształtach i wymiarach zawartych w nieco szerszych granicach, a mianowicie o długości dochodzącej do 50 mikronów, a szerokości już od 4 mikronów (Fig. 1, c, g), pantofelkowate (Fig. 1, e) z bardziej lub mniej zagiętym brzegiem, lub niekiedy wydłużone z szerszym środkiem (Fig. 1, f).

Wszystkie te jądra, mimo różnorodności kształtów, mają wiele cech wspólnych, a mianowicie: pewną określoną wielkość (największa długość nie wykracza ponad 50 mikronów), kształt zbliżony do któregoś z wymienionych powyżej, specyficzne, niejednolite rozmieszczenie chromatyny i wyraźne jąderka.

Fig. 1. Jądra z soku świeżych liści aloesu.

Powierzchnia tych jąder, poza dość często widocznymi zagięciami i rysami (Fig. 1, e, g), nie wykazuje większych osobliwości.

Drugą grupę stanowią jądra znacznie od poprzednich większe, osiągające długość 100 — 400 mikronów i pod względem kształtów bardziej różnorodne (Fig. 2 i Fig. 3).

Fig. 2. Jądra z soku świeżych liści aloesu.

Nie można dla nich ustalić pewnych typowych postaci. Kształty ich są naogół nieregularne. Przeważa wśród nich skłonność do wydłużania się. Wydłużenie to może być widoczne tylko w jednym końcu (Fig. 2, a, b, d) podczas gdy drugi koniec jest szeroki i gruby (Fig.

2, d, e), lub też wystąpić może w części środkowej, nadając jądru kształt nieregularnie zwężającego się, to znów grubiejącego, utworu (Fig. 3, b), wreszcie całe jądro może przybrać postać równomiernie wąskiej taśmy czy nici różnorodnie skręconej (Fig. 3, a, d) lub zagiętej (Fig. 3, c). Dla tych ostatnich przyjęto nazwę jąder nitkowatych („Fadenkerne“), wprowadzoną przez *M o l i s c h'a*, lub wstęgowatych dla jąder szerszych i płaskich.

Fig. 3. Jądra z soku świeżych liści aloesu.

Trudno tu, jak w grupie poprzedniej, wymienić kilka typowych postaci, pod które dałoby się podciągnąć wszystkie te wielkie jądra („Riesenkerne“), jak je *M o l i s c h* nazywa. Można jednak ustalić dla nich pewne charakterystyczne cechy, odróżniające je od całej poprzedniej grupy.

Cechuje je przede wszystkim znaczna wielkość: długość ich przekracza granicę 50 mikronów i dochodzi u wielu do 400 mikronów przy dość nikłej szerokości. Wymiary poszczególnych jąder przedstawiają się następująco:

długość:	66 mikronów	szerokość.	5 mikronów
110	„	3	„
160	„	8	„
197	„	7	„
240	„	10	„
360	„	8	„
395	„	7	„

Kształt posiadają wydłużony, nitkowaty lub nieregularny (Fig. 2 i Fig. 4).

Fig. 4. Jądra z soku świeżych liści aloesu.

Chromatyna w tych jądrach jest rozmieszczona nierównomierne. Części jądra mniej odkształcone (grubsze) charakteryzują się większym jej zagęszczeniem (Fig. 3, c). Erytrozyną i innymi barwnikami barwią się one intensywniej. Natomiast część wydłużona jądra posiada chromatynę jakgdyby rozrzedzoną, o strukturze raczej beziarnistej, barwiącą się słabo (Fig. 3, c i Fig. 4, b).

Jąderka w tych jądrach są mniej widoczne, a w niektórych zupełnie ich dostrzec nie można (Fig. 5).

Fig. 5. Jądro wydłużone z soku świeżego liścia aloesu (jąderko niewidoczne).

Ciekawe też bywa u nich rozmieszczenie jąderek. Zwykle, ale nie zawsze, znajdują się one u jąder o kształtach nieregularnych w części najszerszej (Fig. 2, d, e i Fig. 3, b), u jąder wydłużonych — bliżej jednego z końców, raczej grubszego (Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, b). Czasem jednak jąderka bywają inaczej rozmieszczone np. w środku jądra wydłużonego (Fig. 3, d).

Ujmując w pewną całość obserwacje dotyczące kształtu jąder zawartych w soku z liści aloesu stwierdzam, że dadzą się tu wyodrębnić grupy jąder, charakteryzujących się wielkością i kształtem z odpowiednim rozmieszczeniem chromatyny. W obrębie tych grup, jak to już poprzednio zaznaczono, istnieje dość duża różnorodność.

Zestawiając te dane z wynikami badań M o l i s c h'a widzimy częściową ich zgodność, a mianowicie co do różnorodności kształtów jąder, ich wielkości, a także co do występowania jąderek.

Istnieją jednak i pewne różnice, a mianowicie: nie dostrzeżono na powierzchni jąder wyraźnych śladów nawinięć (*Einrollung*) i głębokich szczelin, o których pisze M o l i s c h. W kilku wypadkach widziałam na powierzchni jąder rysy, będące wynikiem raczej tylko zagięcia powierzchni, do czego zwłaszcza jądra spłaszczone mają wyraźną skłonność (Fig. 1, g; Fig. 3, c; Fig. 4, b; Fig. 19).

Dalsze różnice dotyczą rozmieszczenia chromatyny, o którym M o l i s c h przy jądrach aloesu wyraźnie nie pisze, ale które na rysunkach (5, Taf. VI, Fig. 10) przedstawia tak samo u wszystkich jąder zarówno kulistych jak i wydłużonych.

Pewne zastrzeżenia budzi również zagadnienie lokalizacji jąder nitkowatych w komórkach liści aloesu. Nie wydaje się słuszne przypuszczenie, zrobione na podstawie obserwacji jąder w soku, a więc poza komórką, że jądra nitkowate występują tylko w pewnych określonych komórkach (*Alcinozellen*). Różnorodne bowiem kształty jąder oglądałam również w soku, pochodzącym nie z całego liścia, lecz z poszczególnych zespołów komórek np. z tkanki wodnej, składającej się z komórek miękiszu bezzieleniowego, lub z komórek należących do miękiszu zieleniowego.

2. SOK Z INNYCH ROŚLIN ŚWIEŻYCH.

Dla porównania wyników zainteresowano się sokiem roślin, o których wiadomo, że nie posiadają jąder nitkowatych lub w inny sposób odkształconych.

Stwierdzono, że jądra nitkowate i specjalnie odkształcone występują także w soku takich roślin jak cebula (*Allium cepa*), hiacynt (*Hyacinthus* sp.), amarylis (*Amaryllis* sp.), trzykrotka (*Tradescantia zebrina*), cyklamen (*Cyclamen* sp.).

Fig. 6 przedstawia obrazy jąder wydłużonych i nitkowatych, oglądane w soku wypływającym przy nacięciu tych roślin.

Obrazy te zupełnie przypominają jądra w soku z liści aloesu, np. silnie wydłużone jądro w soku cebuli z trzema jąderkami umieszczonymi w grubszych końcach tegoż jądra (Fig. 1, a). W innym

wypadku jąderko, jakby przekręcone, umieszczone jest także w grubszym końcu nitkowatego jądra (Fig. 6, b). Podobne nitkowate jądra obserwowano w soku z liści hiacyntu (*Hyacinthus sp.*) (Fig. 6, c), trzykrotki (*Tradescantia zebrina*) (Fig. 6, e, f), amarylisa (*Amaryllis sp.*) (Fig. 6, d).

Fig. 6. Jądra wydłużone i nitkowate w soku wypływającym przy nacięciu różnych roślin: a, b — cebula; c — hiacynt; d — cyklamen; e, f — trzykrotka; g — amaryllis.

Liczba jąder nitkowatych w soku jest różna u różnych roślin. U aloesu i cebuli jąder wydłużonych — nitkowatych jest do 10% na ogólną liczbę jąder widocznych w soku. U amarylisa i trzykrotki około 5%. Jeszcze mniej, bo około 2% można ich zauważyć w soku z cyklamenów.

3. SOK Z UTRWAŁONYCH LIŚCI ALEOSU.

Kształty i rozmiary jąder w soku z liści utrwalonych nie są tak różnorodne jak jąder soku z liści świeżych. Pod względem kształtu są to przeważnie jądra kuliste (Fig. 7, a, c), dość regularne, a także jądra owalne (Fig. 7, b), rzadziej wydłużone.

Długość tych jąder nie przekracza na ogół 40 — 50 mikronów. Wymiary poszczególnych jąder przedstawiają się następująco:

długość: 18 mikronów

szerokość: 10 mikronów

18	„	14	„
18	„	18	„
21	„	21	„
26	„	25	„
32	„	7	„
36	„	18	„
42	„	14	„

Fig. 7. Jądra w soku z liścia utrwalonego.

Występowanie i rozmieszczenie jąder, a także powierzchnia jąder nie wykazują żadnych osobliwości.

Jeśli porównamy jądra w soku z liści utrwalonymi z jądrami w soku z liści świeżych to widzimy, że jedynie część jąder świeżych, te mianowicie, których wymiary nie przekraczały 50 mikronów i kształty były regularne, wykazuje całkowite podobieństwo do jąder utrwalonych.

W soku z liści utrwalonych, choć według wszelkiego prawdopodobieństwa zawierał on jądra takich samych komórek i tkanek, co sok z liści świeżych, nie znaleziono jąder większych ponad 50 mikronów, nie znaleziono także jąder o kształtach nieregularnych, nitkowatych i wstęgowatych.

Stwierdzenie tego faktu, przy tej metodzie badań, nasuwa przypuszczenie, że fantastyczne kształty i bardzo duże rozmiary jąder, spotykanych w świeżym soku z liści aloesu, są wynikiem swoistego odkształcenia, spowodowanego wyizolowaniem normalnych jąder z komórki. Jeśli jądra nitkowate, czy specjalnie odkształcone, występują rzeczywiście w niektórych komórkach żywych liści to powinny być widoczne w skrawkach z liści świeżych i utrwalonych.

II. BADANIE KSZTAŁTU JĄDER W SKRAWKACH.

1. SKRAWKI RĘCZNE Z LIŚCI ŚWIEŻYCH (ŻYWYCH).

Jądra komórkowe liści aloesu, oglądane na przekrojach poprzecznych i podłużnych tychże liści, charakteryzują się dość dużą różnorodnością kształtów i wielkości.

Pod względem kształtu można obserwować kolejne przejścia od postaci kulistej, która jest bodaj najczęstsza, poprzez owalną, wrzecionową, soczewkowatą, maczugowatą, pantofelkowatą, do wydłużonej.

Pod względem wielkości istnieją tu dość znaczne wahania. Najmniejsza długość czy średnica wynosi zaledwie kilka mikronów, podczas gdy największa dochodzi do 50 mikronów.

Wszystkie jądra z liści aloesu, oglądane w skrawkach z liści świeżych, mimo bogactwa form i wielkości, posiadają pewne cechy wspólne, a mianowicie: wyraźną widoczność jąderek (jedno, dwa lub więcej), częste występowanie przejaśnienia w okolicy jąderek i swoistą grubo-ziarnistą strukturę chromatyny.

Obserwacje jąder komórkowych w skrawkach z liści świeżych (przekroje poprzeczne i podłużne), przedstawimy w następującej kolejności:

- a — jądra epidermy i miękiszu asymilującego (zieleniowego),
- b — jądra komórek towarzyszących wiązce przewodzącej,
- c — jądra miękiszu bezzieleniowego.

Fig. 8 przedstawia schematycznie budowę liścia aloesu w przekroju poprzecznym.

Fig. 8. Przekrój poprzeczny przez liść aloesu (schemat): e — epiderma; mz — miękisz zieleniowy; mb — miękisz bezzieleniowy; wp — wiązki przewodzące; al — komórki zawierające aloinę.

Epiderma (Fig. 8,e) i miękisz zieleniowy, asymilujący (mz), to najbardziej zewnętrzne części liścia. Środek zajmuje miękisz bezzieleniowy (mb). Na pograniczu miękiszu zieleniowego i bezzieleniowego występują wiązki przewodzące (wp). Przy każdej z wiązek od strony miękiszu asymilującego ułożone są zespoły komórek wydłużonych z zawartością aloiny (al).

a) Jądra epidermy i miękiszu asymilującego.

Wśród jąder epidermy i miękiszu asymilującego przeważa kształt kulisty, choć często posiadają one również kształt owalny (Fig. 9, c) lub czółenkowaty (Fig. 9, b).

Fig. 9. Najczęściej spotykane kształty jąder komórkowych w epidermie i miękiszu zieleniowym liścia aloesu.

Nie stwierdziłam innych znaczniejszych odchyień od powyższych kształtów. Wymiary poszczególnych jąder są następujące:

długość: 7 mikronów		szerokość: 7 mikronów	
10	„	7	„
14	„	14	„
18	„	10	„
22	„	10	„

Przeciętnie więc długość jąder zawarta jest w granicach 7 — 20 mikronów, a szerokość, zależnie od kształtu jąder, jest taka sama jak długość dla jąder kulistych, lub nieco od niej mniejsza.

Chromatyna występuje na terenie jądra w formie ziarnistości. W okolicy jąderka często można zauważyć przejaśnienia, przypominające drobne wakuole.

Jąderka, jedno lub kilka, są zwykle dobrze widoczne. Jeśli w jądrze jest więcej jąderka, to mogą one być równej lub różnej wielkości.

b) Jądra komórek towarzyszących wiązce przewodzącej.

Najciekawsze i najbardziej różnorodne pod względem wielkości i kształtu są jądra w komórkach leżących w pobliżu wiązek przewodzących liścia (Fig. 8, wp). Wiązki przewodzące liścia aloesu leżą na pograniczu miękiszu zieleniowego i bezzieleniowego, pełniącego tu rolę tkanki wodnej. Na przekroju poprzecznym, już nawet gołym okiem, można je łatwo dostrzec. Tuż przy rurkach naczyniowych leżą komórki wąskie, wydłużone, cienkościenne, w których widoczne są jądra przeważnie wydłużone, wypełniające prawie całe światło komórki.

Kształt jąder tych komórek jest najczęściej podłużny (Fig. 10, a, b, c, d), odpowiadający światłu komórek, rzadziej owalny (Fig. 10, e), a jeszcze rzadziej kulisty (Fig. 10, h). Charakterystyczny dla nich jest także kształt maczugowaty (Fig. 10, f) i pantofelkowaty (Fig. 10, g), przy którym jądro jest spłaszczone i często nieco brzegiem zagięte.

Fig. 10. Kształty jąder w komórkach wydłużonych, towarzyszących wiązce przewodzącej.

Wymiary tych jąder są dość różne, długość ich nie przekracza jednak 50 mikronów. Dokładniejsze dane dotyczące tej grupy jąder podane będą przy opisywaniu jąder badanych na materiale utrwalonym (skrawki mikrotomowe), gdyż na świeżych przekrojach są one trudne do obserwacji ze względu na to, że przesłaniają je często inne komórki zawierające chloroplasty.

Również w otoczeniu wiązki przewodzącej biegną pojedynczo lub w dwóch — trzech rzędach komórki znacznie od poprzednich dłuższe i szersze. Przylegają one do wiązki sitowej od zewnętrznej strony liścia (Fig. 8, al). Długość tych komórek dochodzi do kilkuset mikronów, szerokość do stu. Komórki te zawierają, oprócz plazmy i jądra, inną właściwą im substancję — aloinę.

Te właśnie komórki przedstawił M o l i s c h na szkicu poprzecznego przekroju wiązki przewodzącej liścia aloesu i nadał im nazwę „Aloinzellen“, przypisując im funkcję wydzielania i gromadzenia specyficznej dla aloesów substancji, zwanej aloiną (4, str. 299, Fig. 75).

Na przekrojach poprzecznych często nie widać w tych komórkach jądra, co jest łatwe do zrozumienia, gdy porówna się znaczną długość komórki (300 — 700 mikronów) z niewielką średnicą jądra.

W tych komórkach lokalizuje M o l i s c h owe wielkie, o dziwnych kształtach jądra, które widział w soku, wypływającym ze świeżych, naciętych liści.

Na podstawie badań skrawków z przekrojów poprzecznych i podłużnych, stwierdzono, że jądra tych komórek są najczęściej owalne (Fig. 11, a), lub kuliste (Fig. 11, b), a czasem wydłużone w kształcie pantofelka (Fig. 11, c).

Fig. 11. Kształty jąder w komórkach długich, szerokich (Aloinzellen) leżących po stronie zewnętrznej wiązki przewodzącej.

Jeśli chodzi o wielkość to istotnie jądra te należą do największych spotykanych w liściu (podobnie zresztą jak komórki, w których leżą). Nie zauważyłam jednak, by wykraczały one poza ogólną granicę 50 mikronów, charakterystyczną dla innych jąder liści aloesu.

c) Jądra komórek mięksizu bezzieleniowego.

Parenchyma bezzieleniowa, stanowiąca całą środkową część liścia (Fig. 8, mb), składa się z komórek dużych, cienkościennych, kilkakrotnie większych od komórek mięksizu asymilującego.

Jądra tych komórek przypominają na ogół kształtem jądra mięksizu zieleniowego, są jednak od nich większe. Przeważają jądra ku-

liste (Fig. 12, a), dość częste są owalne (Fig. 12, b, d), soczewkowate (Fig. 12, c). Czasem są one wydłużone w kształcie pantofelka czy półksiężyca i często mają mniej lub więcej zawinięty brzeg (Fig. 12, e, f).

Fig. 12. Kształty jąder w komórkach miększu bezzieleniowego.

Wielkość ich waha się w granicach 15—40 mikronów, a więc średnio przewyższa dwu-trzykrotnie wielkość jąder miększu zieleniowego, podobnie jak komórki tkanki wodnej przewyższają wielkością komórki miększu asymilującego:

Najczęściej spotykane wymiary są następujące:

długość: 15 mikronów		szerokość: 15 mikronów	
18	„	16	„
28	„	18	„
32	„	16	„
36	„	21	„

Chromatyna tych jąder, podobnie jak poprzednich, wykazuje charakterystyczną strukturę grubo-ziarnistą, jednolitą lub z przejaśnieniami w okolicy jąderka. Jąderka są widoczne, proporcjonalnie większe niż u jąder miększu asymilującego.

Zestawiając dane, dotyczące kształtów jąder liści aloesu uzyskane metodą badania świeżego soku i świeżych przekrojów, widzimy w nich znaczne różnice.

Zaledwie niektóre typy jąder widoczne w soku można zauważyć w przekrojach liści, a mianowicie te, które oznaczały się wymiarami stosunkowo niewielkimi, do 50 mikronów, kształtem różnorodnym ale dającym się podciągnąć pod któryś z wymienionych dla wielu jąder kształtów (kulisty, owalny, regularnie wydłużony, pantofelkowaty itp.), i wreszcie grubo-ziarnistą strukturą chromatyny.

Nie znalazłam na przekrojach liści takich komórek (nieuszkodzonych), w których występowały by tak charakterystyczne dla prepa-

ratów z soku jądra nitkowate czy wstęgowate, osiągające długość do 400 mikronów. Nie znaleziono też jąder nieregularnie odkształconych, jednym końcem rozszerzonych a drugim zwężonych, również o znacznych wymiarach ponad 50 — 100 mikronów, które były tak częste i typowe w soku, pochodzącym z różnych zespołów świeżych, żywych komórek.

Nie stwierdziłam na przekrojach liści takich jąder, których postać czy powierzchnia świadczyła by o tym, że są to jądra wielokrotnie od komórek dłuższe, a tylko dla pomieszczenia się w nich zbite lub zwinięte w kłębek czy ściśnięte, czy też podobnie do grubej linki skręcone jak wspomina *M o l i s c h* (4, str. 188) i *K ü s t e r* (3, str. 121).

Nie widziałam także w zdrowych, nieuszkodzonych komórkach jąder, które by podobnie jak jądra nitkowate w soku, wykazywały zbliżoną do homogennej strukturę chromatyny i podobne do nich zabarwienie przy użyciu tego samego roztworu erytrozyny.

Zauważyłam natomiast na przekrojach świeżych liści zjawisko odkształcenia jądra w komórce uszkodzonej.

Pierwszy raz spostrzegłam je, oglądając poprzeczny skrawek ze świeżego liścia aloesu, w którym liczne komórki tkanki wodnej miały uszkodzone błony. Uwagę moją zwróciło jądro odmienne od innych w jednej z komórek z rozerwaną błoną, leżące na peryferiach przekroju. Różniło się ono znacznie od innych kształtem i długością. Przypominało ono jądra wydłużone, nitkowate (*Fadenkerne* — *M o l l i s c h'a*), spotykane w soku ze świeżego liścia aloesu (Fig. 13).

Fig. 13. Odkształcone jądro w uszkodzonej komórce miękkiszu bezieleniowego.

Długość tego jądra wynosiła ponad 100 mikronów, podczas gdy długość jąder w sąsiadujących nieuszkodzonych komórkach dochodziła do 50 mikronów i kształty ich były bez wyjątku kuliste lub owalne.

Jądro umieszczone było tak, że większa jego część wystawała poza komórkę. Charakterystyczną cechą tego jądra, obok kształtu

i znacznej długości, było jeszcze i to, że w szerszych jego częściach, z których jedna zawierała jąderko, chromatyna wykazywała ziarnistości (Fig. 13, a), podczas gdy w wydłużonej części środkowej (Fig. 13, b) ziarnistości nie były widoczne. Było to więc jądro podobne do jąder nitkowatych w soku (Fig. 3, c).

W toku dalszych badań, prowadzonych na świeżych przekrojach, zauważyłam, że istotnie rozerwanie błony komórkowej lub całkowita izolacja jądra z komórki, co przy ręcznym robieniu skrawków często się zdarza, wywołuje niekiedy zmianę kształtu (wydłużenie) jądra. Długość jądra odkształconego może częstokroć przewyższać długość komórki, w której się jądro pierwotnie znajdowało.

Odkształcone jądra w uszkodzonych komórkach mogą przybierać najróżnorodniejszą postać, jak to wskazuje Fig. 14.

Fig. 14. Odkształcone jądra z uszkodzonych komórek miękiszu bezzieleniowego świeżego liścia aloesu.

Zmiana kształtu następuje przeważnie przez wydłużenie (Fig. 14, a, b, d), połączone ze znacznym przewężeniem i przejaśnieniem, jakby rozrzedzeniem chromatyny.

Odkształcenie jądra może pójść i w innym kierunku, jak to wskazuje Fig. 14, c. Kształt jądra jest tu nieregularny, a na powierzchni widoczne są bruzdy i uwypuklenia. Również jąderko uległo tu wydłużeniu.

Drugorzędną, często występującą cechą odkształconych jąder jest lokalizacja jąderka w części najmniej odkształconej, zwykle najszerszej (Fig. 14, a, b, d).

Przedstawione wyżej występowanie w uszkodzonych komórkach jąder odkształconych prawdopodobnie można uważać za pomost, łączący tak rozbieżne wyniki badań, dotyczące kształtu jąder liści aloesu, prowadzonych różnymi metodami. Zjawisko to staje się podstawą do stwierdzenia, że jądra nitkowate i taśmowate, oglądane w soku, nie występują w takiej postaci w zwykłych, nieuszkodzonych komórkach liścia, a tylko są wytworem sztucznym, powstałym na skutek zmiany czynników działających na jądro.

Obserwacje te, porównane z wynikami badań soku z liści świeżych, wskazują, że odkształceniom takim podlegają nie tylko niektóre jądra pewnych komórek (z zawartością aloiny), ale także jądra z komórek, należących do innych tkanek np. miękiszu bezzieleniowego. Decydującą rolę odgrywa tu prawdopodobnie stan błony jądrowej.

2. SKRAWKI MIKROTOMOWE Z LIŚCI UTRWALONYCH.

We wstępie do opisywania wyników obserwacji kształtów jąder uzyskanych tą metodą badań muszę zaznaczyć, że były one prawie całkowicie zgodne z wynikami uzyskanymi na podstawie śledzenia przekrojów świeżych liści. Stosunkowo niewielkie różnice wykazywały pomiary jąder na materiale świeżym i utrwalonym. Jądra utrwalone były średnio o 10% mniejsze od odpowiednich jąder w świeżych liściach. Zmniejszenie jąder prawdopodobnie należy przypisać wpływowi utrwalacza i alkoholi.

Zastosowanie materiału utrwalonego i możliwość zrobienia odpowiednich skrawków (10 i więcej mikronów) pozwoliły dostrzec te szczegóły dotyczące kształtów i budowy jąder liścia aloesu, które na przekrojach ręcznych były niedostatecznie widoczne lub przesłonięte innymi elementami.

a) Jądra epidermy i miękiszu asymilującego.

Jądra epidermy i miękiszu asymilującego, oglądane na przekrojach liści utrwalonych przedstawiają się zupełnie podobnie jak na przekrojach liści świeżych. Kształt tych jąder jest przeważnie kulisty lub lekko wydłużony (Fig. 15, a i b).

W zespole jąder lekko wydłużonych przeważa kształt owalny lub czółenkowaty z różnymi małymi wygięciami (Fig. 15, b).

Fig. 15. Przekrój podłużny przez liść aloesu;
a — epiderma; b — komórki miększu asym.

b) Jądra komórek towarzyszących wiązce przewodzącej.

Skrawki mikrotomowe z liści utrwalonych pozwalają znacznie dokładniej przyjrzeć się jądom komórek będących w otoczeniu wiązki przewodzącej. Fig. 16 przedstawia fragment przekroju poprzecznego przez liść aloesu, przebiegający przez wiązkę przewodzącą (wp). Na prawo od wiązki przewodzącej widoczne są szerokie, wypełnione ziarnistościami komórki (al), charakterystyczne dla liści aloesu, a nazwane przez M o l i s c h'a „Aloinzellen“. Na lewo od wiązki widać dużą komórkę miększu bezzieleniowego (mb).

Jądra komórek miększowych, leżących tuż przy rurkach naczyniowych, jak już wspomniano, charakteryzują się znaczną długością przy niewielkiej szerokości (Fig. 10 i Fig. 17).

Wymiary tych jąder są dość różne. Dla poszczególnych jąder przedstawiają się one następująco:

długość: 18 mikronów

szerokość: 10 mikronów

22 „

3 „

28 „

4 „

28 „

5 „

32 „

5 „

46 „

4 „

Fig. 16. Przekrój poprzeczny przez wiązkę przewodzącą: wp — wiązka przewodząca; al — komórki zawierające aloinę; mb — mięksisz bezzieleniowy.

Fig. 17. Jądra wydłużone w komórkach mięksiszowych leżących przy rurkach naczyniowych.

Na preparatach barwionych gencjaną widoczne są dokładnie ziarnistości chromatyny. Jądra te robią wrażenie bogatych w chromatynę. U wielu z nich spotyka się dość liczne przejaśnienia chromatyny, występujące zwłaszcza w okolicy jąderek (Fig. 17).

Jąderka, w różnej ilości, są dobrze widoczne. Powierzchnia jąder, jak to wskazuje Fig. 17, nie wykazuje żadnych osobliwości.

Jeśli chodzi o jądra komórek leżących w pobliżu wiązki przewodzącej od strony epidermy, a zawierających aloinę, to materiał utrwalony dostarcza wielu cennych szczegółów, dotyczących ich kształtu i wielkości. Uderzają nas przede wszystkim ich znaczne rozmiary, zwłaszcza w porównaniu z innymi jądrami (Fig. 18). Średnica

Fig. 18. Fragmenty przekroju podłużnego przez komórki zawierające aloinę: a — komórki z zawartością aloiny i dużymi jądrami; b — komórki miękiszowe, w nich jądra; c — rurki naczyniowe.

ich nie przekracza 50 mikr.; wobec tego jednak, że są one najczęściej kuliste lub owalne, robią wrażenie bardzo wielkich. Taką też nazwę nadał im M o l i s c h (Riesenkern). W porównaniu z wielkością komórek, w których te jądra występują nie są one specjalnie duże, raczej tylko swoimi rozmiarami proporcjonalnie przystosowane do rozmiarów komórki. Należą one do największych w liściu aloesu, podobnie zresztą jak komórki, w których się znajdują.

Pod względem kształtu, jak już zaznaczono, jądra te są dość różnorodne. Częsty jest kształt kulisty (Fig. 18), owalny lub pantofelkowaty. Jądra owalne, spłaszczone, mają niekiedy charakterystyczne zagięcie brzegu, jak to wskazuje Fig. 19.

Fig. 19. Jądro w komórce zawierającej aloinę.

Inne cechy, a mianowicie struktura chromatyny, występowanie jąderek, mają podobne do pozostałych jąder w liściu aloesu.

Również i powierzchnia ich nie wykazuje brózd, rzeźb ani sfaldowań, podobnie jak na przekrojach świeżych liści aloesu.

c) Jądra miękiszu bezzieleniowego.

Wszystko, co powiedziano o kształcie i wymiarach jąder miękiszu bezzieleniowego na podstawie badań materiału świeżego, znalazło całkowite potwierdzenie przy badaniu przekrojów utrwalonych liści.

Widzimy więc, że posługując się i tą metodą badań, nie stwierdzono występowania jąder nitkowatych i nieregularnie odkształconych, osiągających długość powyżej 50 mikr. w nieuszkodzonych komórkach liścia aloesu.

Badanie soku z liści utrwalonych, przekrojów z liści świeżych i utrwalonych daje więc te same wyniki. Spotykamy jądra kuliste, owalne, lub nieco wydłużone ale nie spotykamy w zdrowych, nieuszkodzonych komórkach jąder nitkowatych, taśmowatych czy specjalnie odkształconych.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

Ujmując w pewną całość obserwacje dotyczące kształtu jąder w liściach aloesu, przeprowadzono zarówno na materiale świeżym jak i utrwalonym, należy stwierdzić, że:

1. Jądra, znajdujące się w normalnych, nieuszkodzonych komórkach liścia, charakteryzują się dużą różnorodnością postaci (kształty od kulistych poprzez owalne, pantofelkowate do wydłużonych) i znacznymi wahaniami pod względem rozmiarów, związanymi zwykle z różną wielkością komórek, w których występują. Nie wykazują one jednak większych osobliwości morfologicznych, które by je wyróżniały spośród jąder innych roślin.

2. Jądra nitkowate, wstęgowate i inne o fantastycznych kształtach i znacznych rozmiarach (ponad 100, do kilkuset mikronów długości), opisane przez M o l i s c h'a i zlokalizowane przez niego w komórkach wypełnionych aloiną, można obserwować jedynie w soku pochodzącym z naciętego, świeżego liścia. Obecność takich jąder można stwierdzić również w soku z liści cebuli (*Allium cepa*) i innych roślin. Nie dostrzeżono ich w takiej postaci w komórkach nieuszkodzonych.

3. Nie mamy żadnych dowodów na to, by twierdzić, że jądra nitkowate oglądane w soku, ulegają, jak to przypuszczał M o l i s c h, skręceniu, zwinięciu, zbiciu, w celu pomieszczenia się w komórkach częstokroć od nich mniejszych, w których wspomniany autor chciał je widzieć. Preparaty mikrotomowe wykazały w tych komórkach obecność jąder o kształtach normalnych, kulistych lub nieco wydłużonych, o normalnych rozmiarach (do 50 mikr.) i o normalnej powierzchni.

4. Obserwacje świeżych lecz uszkodzonych komórek wykazały, że rozerwanie błony i powstała wskutek tego częściowa lub całkowita izolacja jądra z komórki powoduje u wielu jąder znaczną zmianę kształtu, długości i struktury chromatyny, nadając im postać jąder nitkowatych, wstęgowatych i podobnie odkształconych, występujących w soku ze świeżych liści.

Należy więc przypuszczać, że jądra nitkowate, wstęgowate itp., występujące w soku, są to a r t e f a k t y powstałe wskutek zmiany warunków zewnętrznych, w jakich znalazło się jądro po wyizolowaniu go z komórki.

Za słuszością tego przypuszczenia przemawia:

a) nie występowanie tego typu jąder w żadnej z obserwowanych nieuszkodzonych komórek świeżego liścia,

b) nie występowanie ich w soku z liścia poprzednio utrwalonego,

c) występowanie jąder odkształconych w uszkodzonych komórkach w przekrojach przez świeże liście,

d) występowanie podobnie odkształconych jąder nitkowatych o znacznej długości w soku ze świeżych naciętych wielu innych roślin, np. *Allium cepa*, *Tradescantia zebrina*, *Hyacinthus* sp., *Amaryllis* sp., *Cyclamen* sp.

Stwierdzenie powyższych faktów nie wyjaśnia jeszcze dostatecznie przyczyny samego zjawiska, choć byłoby to ważne i ciekawe. Nie umiemy także, na podstawie dotychczasowych obserwacji, odpowiedzieć na pytanie, dlaczego nie wszystkie jądra znajdujące się w soku poza komórką albo w uszkodzonej komórce ulegają odkształceniu a tylko niektóre spośród nich.

S U M M A R Y

The following conclusions are based on the observations of the shape of the nuclei in the leaves of *Aloë* sp. Both fresh and fixed materials were used.

1. Nuclei in the normal, non damaged cells of the leaf vary largely in shape and size. The round shaped nuclei and the long shaped with all possible variations between them can be observed in the cells. The size of the nucleus depends on the size of the cell in which the nucleus is located. The nuclei of the normal cells of *Aloë* leaf do not show great morphological differences while compared with the nuclei of other plants.

2. Thread and ribbon like nuclei and some other fantastically shaped nuclei can be detected only in the sap coming out of the fresh leaf which has been cut off. The nuclei from the sap are much larger: from one hundred to several hundreds microns. M o l i s c h thought that these strangely shaped nuclei are characteristic for the cells with the aloine. But the same nuclei are observed also in the onion sap (*Allium cepa*) and in the sap of other plants. These nuclei however have never been observed in the normal, n o n d a m a g e d cells.

3. There is no proof of the M o l i s c h hypothesis concerning the threadlike nuclei observed in the sap. M o l i s c h thought that these long, threadlike nuclei become twisted, and more packed in order to be located in one cell. The microtome slides showed that

in these cells nuclei are normally round or slightly elongated. The size of these is always below 50 micrones.

4. Observations of the fresh damaged cells showed that the rupture of the cell wall and the partial isolation of the nucleus from the cell is responsible for the change in shape, and in size of the nucleus. Also changes in the structure of the chromatin take place. The nuclei from these damaged cells look very much like the nuclei in the sap of the fresh leaves.

The conjecture has been formed that these thread and ribbon like nuclei from the sap are so called *artifacts* i. e. the nuclei undergo transformation because of the different environment outside the cell out of which the nuclei have been isolated.

The following observations prove our conjecture:

a) The abnormally shaped nuclei have never been observed in the normal, non damaged cells of the fresh leaf.

b) These nuclei are not present in the sap of a leaf previously fixed.

c) The abnormally shaped nuclei are always present in the damaged cells from a fresh section of the leaf.

d) These threadlike nuclei can be detected in the sap of many plants e. g. *Allium cepa*, *Tradescantia zebrina*, *Hyacinthus* sp., *Amaryllis* sp., *Cyclamen* sp.

The observed facts however do not explain the cause of the nuclear transformation. This explanation may be very important and interesting. It is not known also why only some nuclei in the sap and some nuclei in the damaged cells undergo transformation.

L I T E R A T U R A

1. Gu illiermond, A., M a n g e n o t, G., *Plantefol*, LI., 1933. *Traité de Cytologie Végétale*. Paris.
2. J o h o w, J. 1880. Untersuchungen über die Zellkerne in den Secretbehältern und Parenchymzellen der höheren Monocotylen. Bonn.
3. K ü s t e r, E. 1935. *Die Pflanzenzelle*. Jena.
4. M o l i s c h, H. 1913. *Mikrochemie der Pflanze*. Jena.
5. „ „ 1899. Ueber Zellkerne besonderer Art. *Botanische Zeitung*. Bd. 57, S. 185. Leipzig.
6. P r o l l i u s, F. 1884. Ueber Bau und Inhalt der Aloineenblätter, Stämme und Wurzeln. *Archiv. d. Pharmacie*, S. 553.
7. T i s c h l e r, G. 1934. *Allgemeine Pflanzenkaryologie*. „Der Ruhekerne“. Zweite Auflage. S. 16—17. (L i n s b a u e r, K. *Handbuch der Pflanzenanatomie*. Allgemeiner Teil: Cytologie. Band II). Berlin.
8. T r é c u l, M. A. 1872. Du suc propre dans les feuilles des Aloés. *Ann. des sciences. natur.* V. ser. T. XIV. p. 80.