

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

Vol. II, 7

SECTIO C.

30. IX. 1947

Z Zakładu Uprawy Szczegółowej i Genetyki Roślin Wydziału Rolnego U. M. C. S.
Kierownik: Prof. dr Stefan Lewicki

Teresa ŁACZYŃSKA

Wpływ niskich temperatur i kolchicyny na mechanizm podziałów mitotycznych u *Allium cepa* i *Hordeum vulgare*.

The action of colchicine and different temperatures on roots of *Allium cepa* and *Hordeum vulgare*.

Praca niniejsza jest dalszym ciągiem studiów przeprowadzonych przez Levan'a, Mangenot'a Gavaudin'a i innych nad mechanizmem działania kolchicyny na podział mitotyczny jądra.

Dotychczasowe badania ograniczały się głównie do określenia zmian w obrazach cytologicznych, wywołanych działaniem alkaloidu.

Nowsze prace zajmują się także wyznaczeniem granicznych koncentracji kolchicyny dla różnych roślin uprawnych. Ważny czynnik, jakim jest temperatura, nie był dotychczas uwzględniony w doświadczeniach, które przeprowadzane były w temperaturze pokojowej.

Znaną jest rzeczą, że temperatura ma doniosłe znaczenie zarówno na sam przebieg zjawisk fizjologicznych, jak również bezpośrednio na zmiany w podziałach mitotycznych. W naszym doświadczeniu chodziło z jednej strony o sprecyzowanie wyżej wymienionych zmian, z drugiej — o zbadanie w jakim stopniu działa temperatura na szybkość i intensywność reakcji w stosunku do kolchicyny.

Wyniki otrzymane przy przeprowadzaniu powyższych badań będą opublikowane osobno. Obecny krótki szkic ma podać do wiadomości tylko kilka spostrzeżeń cytologicznych, dotyczących zmian w czasie podziałów mitotycznych w temperaturze pokojowej i pobliskiej zera, w warunkach normalnego środowiska wodnego i przy równoczesnym stosowaniu kolchicyny.

Ponieważ w literaturze polskiej nie ukazały się jeszcze prace z tej dziedziny, nakreślę w krótkich słowach podstawowe zasady działania substancji t. zw. „c — mitotycznych“, czyli wywołujących specjalny obraz podziału jądra (odnośne prace: L e v a n (3), M a n g e n o t (4), G a v a u d i n (1). Dwie są charakterystyczne cechy towarzyszące temu zjawisku: zanik wrzeciona i skurczenie się chromosomów (chromosome contraction).

W wyniku tych dwóch zmian podział jądra przebiega anormalnie, oraz powstaje komórka o zdwojonej ilości chromosomów. W szczególności proces ten przebiega następująco: chromosomy złożone w dwóch połączonych ze sobą centromerem chromatyd kurczą się silnie w czasie metafazy (Ryc. 1 a).

Początkowo chromatydy ułożone są względem siebie równolegle, potem jednak końce ich zaczynają się oddalać, tak, że tworzą charakterystyczny układ, podobny do krzyża (Ryc. 1 g). Centromery do ostatniej chwili nie dzielą się, powodując nienormalne przedłużanie się stadium metafazy. Stan ten trwa aż do momentu, gdy siły odpychające od siebie chromatydy przewyższą opór, stawiany przez centromery. Te ostatnie wówczas dzielą się, powodując rozpad chromosomów na dwie chromatydy, obecnie znów równoległe do siebie ułożonych w postaci t. zw. „Ski — Pair“, czyli par nart (Ryc. 1 a).

Podział centromeru — to przejście do anafazy. Chromosomy nie rozchodzą się do biegunów, jak przy normalnych podziałach, lecz pozostają w miejscu. W czasie metafazy wrzeciono w ogóle nie powstaje i skutkiem tego chromosomy nie układają się w płaszczyźnie równikowej, lecz porzucane są w całej plaźmie komórki. Podczas telofazy każdy z nich pozostaje na zajętych przez siebie miejscu, zlewając się po tym z sąsiednimi. W ten sposób powstają komórki albo o jednym dużym, nieregularnym jądrze, lub też o kilku małych.

Oczywiście błona poprzeczna nie tworzy się, a komórka powiększająca tylko po podziale objętość, zawiera obecnie zdwojoną liczbę chromosomów. O ile działanie kolchicyny nie ustanie, następne podziały znów będą miały podobny przebieg, w rezultacie czego powstaną wielochromosomowe komórki. Procesy wyżej opisane zostały nazwane przez A. L e v a n ' a (3), mitozy — c (c = colchicine).

W ten sposób naszkicowany obraz może tylko w grubych zarysach zorientować czytelnika odnośnie mechanizmu działania kolchicyny. Szczegółowe dane ukażą się w osobnym referacie.

Znaczenie temperatury dla przebiegu podziałów komórkowych zostało stwierdzone jeszcze przed zastosowaniem kolchicyny (D o r s e y i inni). Podobnie jak kolchicyna, zmiany temperatur powodują w niektó-

rych wypadkach powstawanie komórek poliploidalnych. W szczególności zjawiska te wywołać można przez stosowanie gwałtownych zmian temperatur na podziały redukcyjne. Następuje wówczas albo wyrównanie liczby chromosomów w komórce jajowej do ilości somatycznej, albo zahamowanie podziału redukcyjnego z tym, że komórki macierzyste przechodzą szereg normalnych podziałów mitotycznych nie redukując ilości chromosomów. Ciekawe obserwacje tego rodzaju przeprowadził Rosenber g (8), który stwierdził, że przez zastosowanie niskich temperatur na *Lilium longiflorum*, jądra woreczka zalążkowego przechodziły tylko szereg podziałów somatycznych, aż do momentu, gdy rośliny zostały przeniesione do środowiska o temperaturze normalnej. Wówczas dopiero następowały podziały redukcyjne.

Inne procesy zaobserwowane w czasie podziałów mitotycznych, a wywołane niską temperaturą, polegają na silnym skurczeniu się chromosomów. Zjawisko to jest, jak dotychczas, mało zbadane pod względem cytologicznym, znajduje natomiast szerokie zastosowanie przy analizie ilości chromosomów. Rośliny, których chromosomy ze względu na ich długość są trudne do zanalizowania poddaje się działaniu niskiej temperatury (+ 2° do + 5°) przez okres 24–48 godzin. Chromosomy po skurczeniu się dają się łatwo odróżnić i policzyć.

Obydwa te zjawiska: skurczenie chromosomów i mechanizm działania wrzeciona były przedmiotem naszych studiów cytologicznych.

Jako materiał wybrano dwie rośliny: znaną z klasycznych badań nad kolchicyną: *Allium cepa* i mniej opracowany *Hordeum vulgare*.

Jak się później okazało wybór był bardzo szczęśliwy, gdyż rośliny te reagowały odmiennie na czynnik temperatury.

Doświadczenie przeprowadzono w ten sposób, że do napełnionych wodą próbek wstawiono niedużej wielkości cebulę na przeciąg paru dni. Gdy korzenie rozwinęły się dostatecznie, zmieniono wodę na roztwór kolchicyny. Pobieranie próbek i utrwalenie korzonków przeprowadzono w 24 i 48 godzin po rozpoczęciu doświadczenia (zadaniu kolchicyną). Jęczmień układano do kiełkowania na kanwie, którą przykryty był słoik wypełniony wodą. Próbkę pobierano tak, jak poprzednio. Przy stosowaniu temperatur niższych lub wyższych od ciepłoty pokojowej, rośliny ustawiano odrazu w odpowiednio uregulowanym termostacie lub chłodni. Nie wchodzę w bliższe szczegóły doświadczenia, gdyż nie mają one znaczenia dla obecnych obserwacji. Nadmienię tylko, że kolchicyna krystaliczna, którą używano w doświadczeniu, pochodziła z firmy Merk i zawierała pewien procent chromoformu (ca 10%). Zastosowano 12 różnych koncentracji kolchicyny wyrażonych w milionowych częściach mola (od

25 do 1000) i 4 różne temperatury: 2°, 18°, 25° i 35°. Komórki utrwalono płynem Nawaszina, barwiono „Kristalviolett'em“.

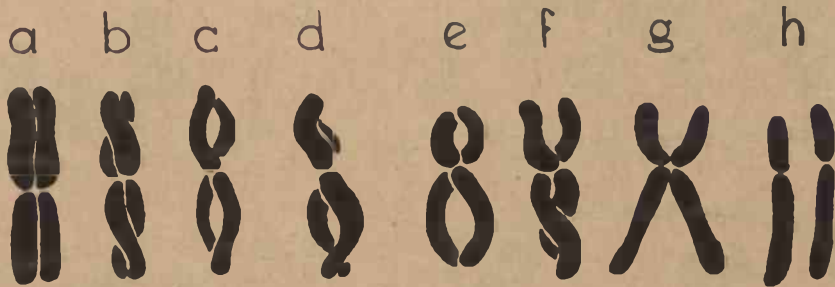
Obserwacje. Badanie szybkości reagowania komórek na kolchicynę oraz wyznaczenie koncentracji granicznych jest przedmiotem innej publikacji. W niniejszej pracy interesowały nas tylko zmiany w obrazach cytologicznych, wywołanych równoczesnym działaniem niskiej temperatury i kolchicyny, jak i obu czynników oddzielnie. W szczególności takie cechy jak: długość chromosomów i ich skręcenie, zachowanie się wrzeciona i z tym związane ruchy chromosomów, oraz zjawisko kleistości.

Długość chromosomów okazała się cechą niezmiernie czułą, zarówno na działanie kolchicyny, jak i niskich temperatur. Pod wpływem obydwu czynników chromosomy kurczyły się — przytem zjawisko to występowało znacznie silniej u jęczmienia, niż u cebuli. Chromosomy jęczmienia ulegały tak daleko idącym zmianom, że długość ramion ich była zaledwie 1,5 do 2 razy większa od szerokości. Całe chromosomy przybierały charakterystyczny kształt, jakgdyby czterolistnej koniczyny. Niezależnie od tego, czy rośliny trzymane były w temperaturze 35°, 25°, 18°, czy też 2°, chromosomy były mniej więcej jednakowo zniekształcone. Również rośliny hodowane tylko w kulturze wodnej i w temperaturze 2° wykazywały podobne objawy.

Nieco inne wyniki dały obserwacje nad chromosomami cebuli. Skurcz chromosomów był tu znacznie słabszy niż u jęczmienia i poza tym wzrastał w miarę spadku temperatury. W temperaturze 35° i 25° chromosomy nie wiele się różniły od normalnych, podczas gdy w temperaturze 2°, były znacznie krótsze. Zjawisko to można było zaobserwować zwłaszcza w zewnętrznych warstwach komórek korzenia. Chromosomy kurczyły się nieraz do tego stopnia, że przypominały pod względem kształtu chromosomy jęczmienia.

Niestety, brak czasu nie pozwolił na wykonanie dokładnych pomiarów, różnice jednak były tak duże, że już szacunkowe dane wydają się wystarczające do wyciągnięcia następujących wniosków: korzonki jęczmienia reagują zarówno na kolchicynę, jak i na niskie temperatury, maksymalnym skurczem chromosomów. Chromosomy jęczmienia są nadzwyczaj wrażliwe na obydwa czynniki, dlatego stadia pośrednie nie dają się zaobserwować. Chromosomy cebuli natomiast, jako wolniej reagujące i bardziej odporne na działanie kolchicyny i niskich temperatur, pozwalały śledzić stadia przejściowe w zależności od spadku temperatury.

Omawiając skurczenie chromosomów, należy zwrócić uwagę na t. zw. „skręcenie” — (coiling). Występowanie tego zjawiska zależy od długości chromatyd. Jak widać z ryc. 1 — b, c, d, e, f — chromatydy cebuli, jako dosyć długie nieraz okręcają się dookoła siebie. Jest to zw. „skręcenie

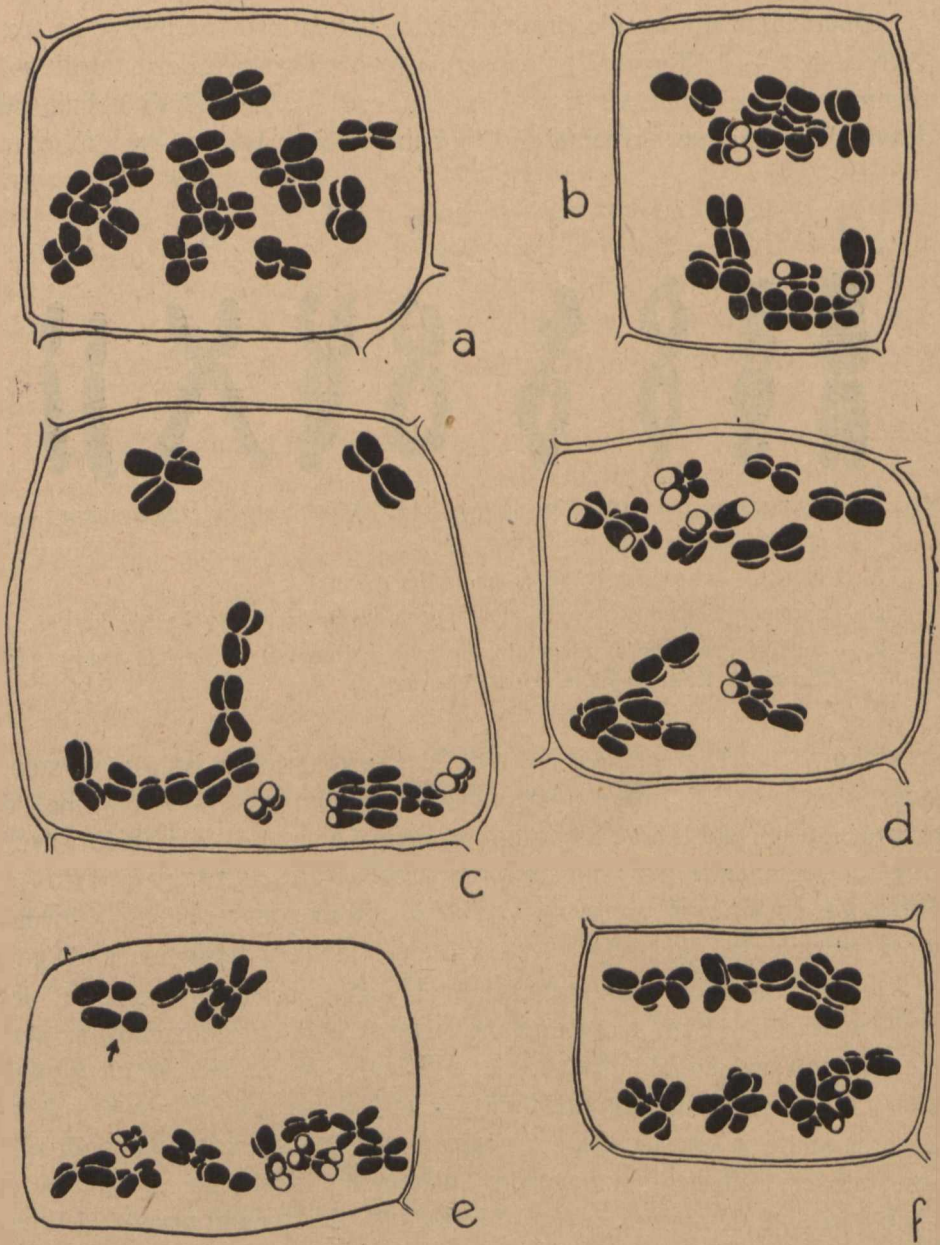


Ryc. 1. Poszczególne stadia podziału chromosomów *Allium cepa* w czasie „mitozy — c”.
 a — chromatydy ułożone równolegle.
 b, c, d, e, f — chromatydy skręcone (relict coiling).
 g — chromatydy pod wpływem sił odpychających przybrały kształt krzyża.
 h — podział centromeru powoduje ułożenie chromatyd w postaci „pary nart”.
 Barwione Kristallviolett, pow. 1800 razy.

szczątkowe” („relict coiling”), które jest pozostałością spirali występującej w profazie. W miarę postępowania stadium metafazy, chromatydy rozkręcają się, dotykając się tylko końcem (Ryc. 1 e), wreszcie wyprostowują się zupełnie, przybierając dość regularny kształt krzyża (rys. 1 g). Skręcenie chromatyd występuje tylko u chromosomów cebuli. Chromosomy jęczmienia, ponieważ są za krótkie, zjawisku temu nie podlegają.

Jak wspomniano wyżej, charakterystyczną cechą „mitozy — c” jest zanik wrzeciona i tym spowodowane rozproszenie chromosomów w plazmie. Najnowsze jednak obserwacje wykazały, że w niektórych wypadkach chromosomy ulegają działaniu pewnych, nieskoordynowanych sił, które skupiają je często w kilku grupach. Siły te są najprawdopodobniej pozostałością zdeorganizowanego wrzeciona. Ostatnio w publikacji Nybuma i Knutsona (5) pojawiły się rysunki przedstawiające dość regularne ugrupowanie chromosomów w 2 lub 3 skupieniach.

Obserwacje dokonane nad naszym materiałem cytologicznym są dalszym krokiem naprzód w kierunku zbadania tych zjawisk. Stwierdzały one, że zarówno kolchicyna, jak i niskie temperatury nie dezorganizują w zupełności wrzeciona nawet wówczas, gdy następują charakterystyczne objawy „mitozy — c”, to znaczy, gdy reakcja komórki jest zupełna.

Ryc. 2. *Hordeum vulgare*.

- a — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 150 (milionowych części-mola). Typowa „mitoza — c”, chromosomy rozproszone.
- b — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 150. Chromosomy ugrupowane parami na dwu biegunach.
- c — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 25. Chromosomy ugrupowane nierównomiernie na dwu biegunach.
- d — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 0. Typowe „mitozy — c” przy równoczesnym działaniu sił wrzeciona. Chromosomy ugrupowane dość równomiernie na dwu biegunach.
- e, f — to samo; na ryc. e jeden z centrosomów uległ podziałowi.

Ażeby bliżej scharakteryzować zjawisko, przyjrzymy się załączonym rycinom (ryc. 2). Uderza nas odrazu typowy dla „mitozy — c“ obraz chromosomów w postaci czterolistnej koniczyny. Równocześnie obserwujemy, że chromosomy ugrupowane są mniej lub więcej regularnie na 2 przeciwległych biegunach. Chromosomy nie dzielą się, lecz co najciekawsze, połączone są przy pomocy centromerów i przechodzą parami do przeciwległych grup. W niektórych wypadkach można jednak zauważyć podział centromeru już to w stadium metafazy — wówczas homologiczne chromatydy przechodzą do różnych biegunów, już to w czasie anafazy — chromatydy bliźniacze znajdują się wtedy przy jednym biegunie. Pierwszy wypadek jest analogiczny do normalnego podziału mitotycznego, drugi — przedstawia anomalie — „mitozy — c“.

Podział centromerów jest zsynchronizowany i w normalnych warunkach przebiega we wszystkich chromosomach równocześnie. Pod wpływem tego rodzaju czynników, jak kolchicyna i niska temperatura, zjawisko to ulega najwidoczniej opóźnieniu, lub zupełnemu zahamowaniu. M a n g e n o t twierdzi, że chromosomy dzielą się w stadium spoczynku i w formie pojedynczej występują dopiero w następnej profazie. Obserwacje własne potwierdziły w zupełności to spostrzeżenie. Oznaczałoby to, że opór, jaki stawiają w danym wypadku centromery jest większy od sił wrzeciona, zmuszających je w normalnych warunkach do podziału. Czy jest to wynikiem osłabienia wrzeciona, czy też zahamowaniem podziału centromeru na skutek większej wewnętrznej spoistości — pozostaje narazie kwestią otwartą.

Raczej jednak wydaćby się mogło, że skoro wrzeciono jest zdolne w pewnych wypadkach ugrupować bez reszty chromosomy na 2 biegunach, to niepodzielność centromerów jest wywołana ich specyficzną spoistością.

S t e i g e n e r i L e v a n (8) tłumaczą opóźnienie podziałów zjawiskiem lepkości („Stickiness“), dzięki któremu obie chromatydy nie mogą się podzielić. Nierównomierny podział centromeru zauważyli autorowie tylko po działaniu izokolchicyną i dlatego przeciwstawiają go normalnemu zsynchronizowanemu podziałowi, występującemu według nich po kolchicynie. Nasze obserwacje stwierdziły natomiast, że również i kolchicyna wywołuje może mniej jaskrawy, lecz podobny jak izokolchicyna obraz. Opóźnienie podziału centromerów nie wydaje się jednak występować na skutek lepkości chromatyd. Gdyby lepkość była tego powodem, możnaby zauważyć charakterystyczne mosty (bridges), powstające w czasie podziału chromatyd. Zjawisko lepkości, które opisane jest w dalszym ciągu pracy, występowało tylko przy silnych dawkach kolchicyny,

a połączenia chromatynowe dały się zauważyć najczęściej tylko pomiędzy końcami chromatyd, należących do tego samego chromosomu.

Również zachowanie się krótkich chromatyd jęczmienia, których końce zawsze prawie były od siebie oddalone, każą przypuszczać, że miejscem wiążącym są nie ramiona chromatyd, lecz centromery.

Przechodząc do analizy samego wrzeciona, zauważymy na pierwszy rzut oka, że zarówno niskie koncentracje kolchicyny, jak i niskie temperatury, dają mniej więcej ten sam obraz cytologiczny. Należy przy tym zaznaczyć, że działanie kolchicyny w wysokich temperaturach (35°), daje inne nieco wyniki t. zn., że występowanie wrzeciona należy raczej do wypadków rzadkich.

Obserwacje, dotyczące poszczególnych faz dezorganizacji wrzeciona, uwidocznione są na rycinach. Ryc. 2 e, f przedstawia mitozę, w której chromosomy przeszły do 2 biegunów bez reszty. Na ryc. 2, b, c widzimy kilka spóźnionych chromosomów, które nie zdążyły przejść ostatecznie do biegunów. Ryc. 2 c przedstawia układ nieregularny: na jednym biegunie skupiła się przeważająca część chromosomów, na drugim zaledwie 3, pośrodku leżą 2 chromosomy spóźnione. Na rysunku 2 d chromosomy wykazują słabszą tendencję do ugrupowania się, natomiast ryc. 2 a — przedstawia układ chaotyczny. Na podstawie tych kilku rysunków możemy się zorientować w poszczególnych stopniach dezorganizacji wrzeciona. Ryc. 2 dowodzi, że mimo działania czynników „c-mitotycznych“ wrzeciono nie zostało prawdopodobnie uszkodzone, mimo tego podział chromosomów, jak łatwo zauważyć, jest zupełnie nieregularny i przypadkowy. Nieraz na jednym biegunie grupuje się ich zaledwie kilka lub nawet jeden, na drugim — przeważająca większość.

Obserwacje wykonane nad podziałami w komórkach cebuli potwierdziły powyższe wyniki. Okazało się, że w niektórych wypadkach chromosomy skupiały się w 2 lub 3 grupach, lub też wykazywały szereg stadiów pośrednich. (Ryc. 3). W niektórych przypadkach ugrupowanie miało charakter b. regularny.



Ryc. 3. Chromosomy *Allium cepa* skupione w trzech grupach. Koncentracja kolchicyny 500, temperatura 18° . Barwienie Kristallviolett, pow. 900 razy.

We wszystkich tych przypadkach nie uległy podziałowi i przecho-
dziły do biegunów parami. Tylko wyjątkowo zauważyć było można po-
dział centromerów.

Zjawiska te zauważyli Barber i Callan, badając wpływ
niskiej temperatury i kolchicyny na komórki trąszki. Nazwali je „Ex-
ploded metaphase“, która powstaje na skutek „purely centromere spindle“.

Östergren, a za nim Nybom i Knutsson tłumaczą
nienormalne ugrupowanie chromosomów istnieniem sił transwersalnych
wewnątrz komórki, które powstają na skutek równowagi poprzecznego
układu sił wrzeciona.

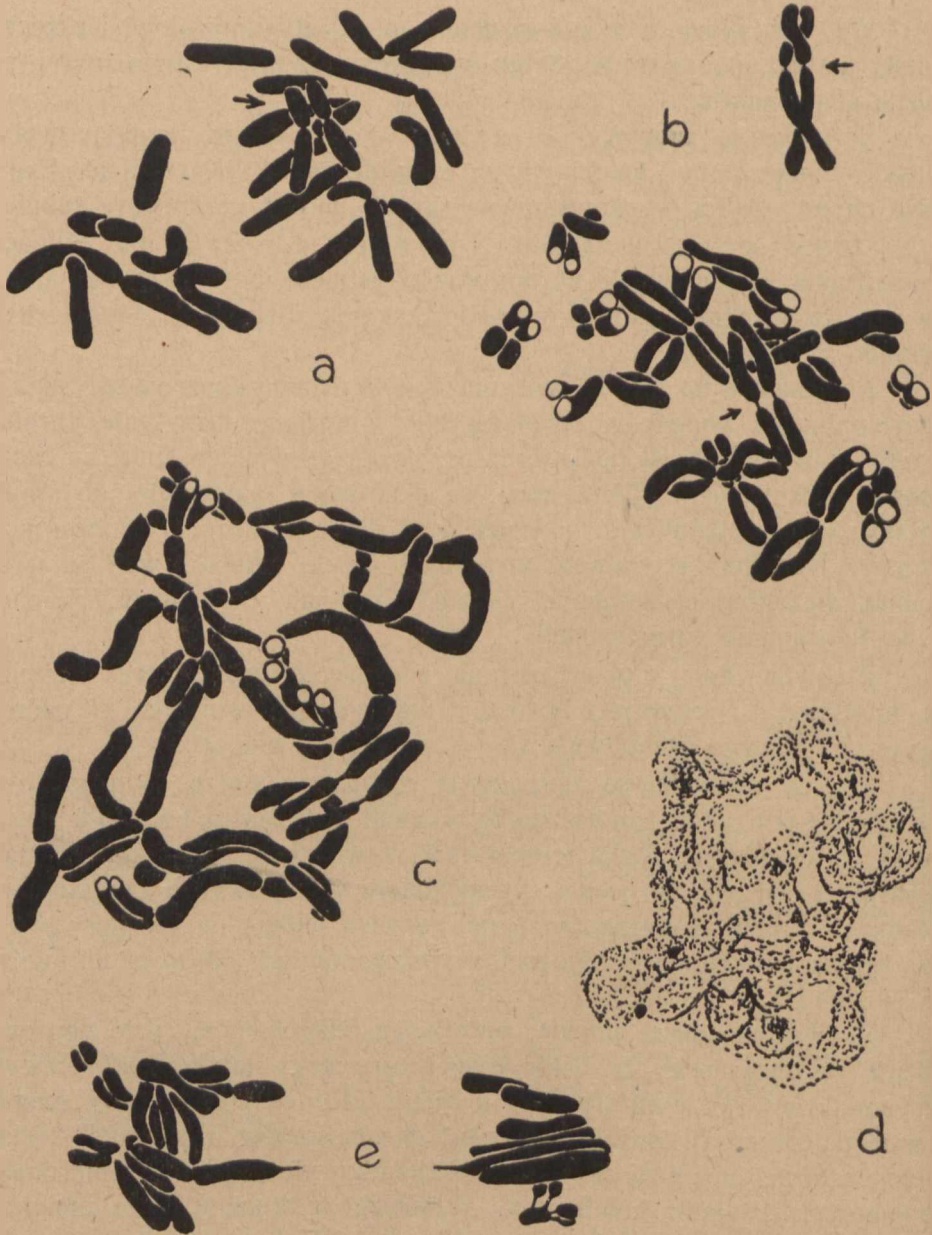
Rozważania na temat dezorganizacji wrzeciona doprowadziły nas do
następujących wniosków: nienaruszone wrzeciono utrzymuje chromo-
somy w pewnej określonej pozycji przy pomocy włókien, które są zache-
pione o centromery. Centromery są skierowane najczęściej do środka
płaszczyzny podziałowej, podczas, gdy ramiona chromatyd leżą naze-
wnątrz. Ten stan równowagi utrzymany dzięki istnieniu włókien wrze-
ciona, wskazuje na istnienie sił odśrodkowych, odpychających naze-
wnątrz ramiona chromosomów.

Z chwilą, gdy włókna zostaną zdezorganizowane przez czynniki
c-mitotyczne, chromosomy pozostają już tylko pod wpływem sił odśrod-
kowych i dlatego ugrupowują się na peryferiach komórki.

To, co powiedziano dotychczas na temat zmian cytologicznych
w obrębie podziałów mitotycznych u cebuli, dotyczy tylko roślin trakto-
wanych kolchicyną. Niska temperatura wywoływała wprawdzie czasami
charakterystyczne skrócenie chromosomów i w pewnych rzadkich wy-
padkach obrazy „c-mitotyczne“, nie pozwala jednak na zaobserwowanie
wyżej wspomnianych ugrupowań chromosomów tak jak to miało miejsce
u jęczmienia.

Rozważania nasze poparte obserwacją załączonych rycin doprowa-
dzają nas do wniosku, że niskie temperatury mogą na równi z kolchicyną
wywołać obrazy „c-mitotyczne“ u roślin, których chromosomy reagują
silnie na zimno (jęczmień). Wygląd chromosomów, poddanych niskiej
temperaturze, nie różni się w tym przypadku niczym od chromosomów,
poddanych działaniu kolchicyny. Wrzeciono natomiast ulega mniejszej
dezorganizacji przy działaniu niektórych niskich temperatur, niż przy
działaniu kolchicyną.

Studia, przeprowadzone nad materiałem, poddanym działaniu róż-
nych koncentracji kolchicyny (począwszy od bardzo niskich) pozwalają
śledzić wszystkie stadia przejściowe dezorganizacji wrzeciona. W tych
wypadkach, gdy skurek chromosomów nie jest bardzo silny, zauważyć
można, że chromosomy dzielą się wprawdzie normalnie, jednakowoż układ

Ryc. 4. *Allium cepa*.

- a — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 100. Nieregularny podział chromosomów, częściowa dezorganizacja wrzeciona.
- b — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 150. Typowa „mitoza — c”. Podział centromerów nastąpił tylko w dwu chromosomach.
- c — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 500. Występowanie zjawiska lepkości.
- d — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 500. Zniekształcenie jądra.
- e — temp. 2°, koncentracja kolchicyny 100. Występowanie zjawiska lepkości przy prawie normalnym funkcjonowaniu wrzeciona.
- Preparaty barwione Kristallviolett, pow. 1800 razy.

ich w anafazie jest nieregularny. Zdarzają się często chromosomy spóźnione, pozostające w płaszczyźnie równikowej jeszcze wtedy, gdy inne zostały już odciągnięte do biegunów. Niektóre chromosomy leżą jakgdyby poza obrębem wrzeciona przypadkowo rozrzucone w plaźmie. Zachodzą wreszcie przypadki, gdy mimo normalnego podziału wszystkich prawie centromerów, niektóre chromosomy przechodzą niepodzielone do jednego z biegunów i tam dopiero rozpadają się na dwa pochodne (ryc. 4 a). Te i tym podobne objawy mogłyby przyczynić się do dalszych badań nad mechanizmem działania wrzeciona, co do którego istnieje szereg dość sprzecznych teorii i hipotez. Dalsze nasze badania będą miały na celu wyodrębnić przy pomocy odpowiedniego barwienia włókna wrzeciona i zanalizować je w różnych stadiach przejściowych dezorganizacji podziału mitotycznego.

Ciekawym objawem, towarzyszącym działaniu kolchicyny na korzenie *Allium cepa*, jest t. zw. lepkość chromosomów („Stickiness“). Zjawisko to polega na tym, że chromosomy tracą swoją spoistość i robią wrażenie plastycznej, ciągnącej się masy.

Stąd powstaje przy podziałach szereg t. zw. mostów, czyli cienkich nitek, łączących chromosomy. Przy intensywnym występowaniu zjawiska, chromosomy tracą swój regularny kształt, przybierając różne nieokreślone formy. Kilka charakterystycznych obrazów tego rodzaju widać na ryc. 4 c, e. Nieraz chromosomy robią wrażenie, jakgdyby przyciągały się końcami (attraction). Czasami po kilka chromosomów łączy się końcami w jednym miejscu. Rzadziej natomiast zauważyć można wiązania interkalarne, lub występujące przy centromerze.

Powstające w czasie rozchodzenia się chromosomów mosty świadczą o istnieniu wewnątrz komórki sił, które jak wspomniano przed tym mają charakter odśrodkowy.

Zjawisko lepkości tak charakterystyczne dla chromosomów cebuli, poddanych działaniu kolchicyny (jak zresztą i szeregu innych czynników chemicznych) nie występuje zupełnie u jęczmienia. Być może, że jednym z powodów jest nadmierny skurcz chromosomów nie pozwalających na wzajemne kontaktowanie się chromatyny.

Streszczając wyniki naszych rozważań, ujmijmy je w następujące punkty:

- 1) Skurcz chromosomów występuje u jęczmienia w silniejszym stopniu, niż u cebuli. Jęczmień reaguje na słabe bodźce maksymalnym skurczem. Chromosomy cebuli kurczą się począwszy od koncentracji granicznych w zależności od stosowanej temperatury.

2) W związku z tym, chromosomy cebuli, jako dłuższe, są często skręcone, podczas gdy krótkie chromosomy jęczmienia nie podlegają temu zjawisku.

3) Wpływ niskich temperatur na korzenie jęczmienia wywołuje tylko częściową dezorganizację wrzeciona. Najczęściej chromosomy przechodzą parami do przeciwległych biegunów, a podział centromerów albo nie zachodzi wcale, albo też dopiero w anafazie. U cebuli zarówno słabe, jak silne koncentracje kolchicyny wywołują mniej regularne ugrupowania najczęściej w dwóch, rzadziej w trzech skupieniach.

4) Stosowanie różnych koncentracji kolchicyny wywołuje w zależności od intensywności reakcji obrazy przejściowe, począwszy od słabej, aż do zupełnej dezorganizacji wrzeciona.

Zarówno specyficzne ugrupowania chromosomów, powstające przy działaniu niskich temperatur, jak i układ t. zw. „mostów“, towarzyszących zjawisku lepkości, wskazuje na istnienie sił odśrodkowych wewnątrz komórki.

Ogólnie stwierdzamy, że niska temperatura może w pewnych przypadkach wywołać podobne obrazy cytologiczne, jak i kolchicyna, z tym, że wrzeciono ulega nieco mniejszej, niż przy kolchicynie, dezorganizacji. Nie wszystkie rośliny reagują w jednakowym stopniu na działanie niskich temperatur. Do roślin wrażliwych na temperaturę, wykazujących pod jej wpływem typowe „mitozy -- c“, należy jęczmień, do roślin odpornych, reagujących tylko częściowym skróceniem chromosomów — cebula.

Praca powyższa została wykonana w laboratorium cytologicznym Szwedzkiego Związku Nasiennego w Svalöf.

SPIS LITERATUREY:

1. Barber H. N., Callan H. G.: The effects of cold and colchicine on mitosis in newt. Proc. Roy. Soc. B., London, **131**, 1943.
 2. Carrigues R.: Action de la colchicine et du chloral sur les racines de Vicia Faba. C. R. Acad. Sci., Paris, **208**, 1939.
 3. Gavaudin P., Durand: Sur la similitude d'action de l'acenaphtement et de la colchicine dans l'inhibition de la caryocinese. C. R. Soc. Biol., Paris, **129**, 1938.
 4. Levan A.: The effect of colchicine on rootmitosis in *Allium*. Hereditas, Lund, **129**, 1938.
 5. Mangenot G.: Substances mitoclasiques et cellules vegetales. Rev. de Cytol. et Cytophys. Veget., Paris, 1941.
 6. Nybun N., Knutsson B.: Investigations on c- mitosis in *Allium cepa*. Hereditas, Lund, **33**, 1947.
 7. Östergren G.: Elastic chromosome repulsion. Hereditas, Lund, **29**, 1943.
 8. Rosenberg O.: The influence of low temperatures on the development of the embryo sac mother cell in *Lilium longiflorum*. Hereditas, Lund, **32**, 1946.
 9. Steineger E., Levan A.: Constitution and c- mitotic activity of iso-colchicine. Hereditas, Lund, **33**, 1947.
-

SUMMARY.

In the present paper the author discusses the action of colchicine and different temperature on roots of two plants; *Allium cepa* and *Hordeum vulgare*.

The results of her observations are as follows:

1) The chromosome contraction after simultaneous colchicine and cold treatment is more pronounced in *Hordeum* than in *Allium*. In *Hordeum* the appearance of c-mitosis may already be observed after applying low temperature (2°). The spindle forces are often not quite destroyed and the chromosomes pass undivided to both poles (disturbed c-mitosis). The division of centromeres is unsynchronized and most of the chromosomes divide only in the resting stage. It appears, that barley is a plant much more sensible to low temperature than onion.

2) Colchicine alone can produce similar disturbed c-mitosis in the roots of onion, but the distribution of chromosomes is not so regular as by *Hordeum* after cold treatment.

3) The colchicine induces the „stickiness“ of the onion chromosomes. This phenomenon is more pronounced in high than in low temperature.

I wish to express my indebtedness to Docent A. Levan for his valuable advice and help extended to me during my work carried out in Cytogenetic Laboratory of Swedish Seed Association in Svalöf.

