Obserwacje nad wpływem głodzenia na jądro i jąderko u *Lupinus albus* L. i *Lupinus luteus* L.

*Observations sur l'influence du jeûne sur le noyau et le nucléole
chez Lupinus albus L. et Lupinus luteus L.*

M. J. OLSZEWSKA

WSTĘP

Maigé (1922) stwierdził stopniowe zmniejszanie się jąder w zarodkach fasoli pozbawionych liścieni i pozostawionych na wodzie destylowanej. Obserwacje te, prowadzone w przeciągu kilku dni, wykazały, że w tych warunkach jąderko zmniejsza się szybciej niż jądro. W dalszych doświadczeniach Maigé (1923, a, b, c) stwierdził, że wyższa temperatura otoczenia (np. 35°C) przyspiesza proces zmniejszania się jądra i jąderka. Podobne rezultaty dotyczące zmniejszania się jądra i jąderka podczas głodzenia rośliny i w zależności od temperatury uzyskał Maigé dla pędu ziemniaka (1923 d, e). Na podstawie tych doświadczeń Maigé wysuwa szereg wniosków: 1) w stałych warunkach fizjologicznych i w stałej temperaturze jądro i jąderko komórek nie dzielących się zachowują te same wymiary; 2) przy zmianie warunków fizjologicznych lub temperatury jądro i jąderko zmieniają swą wielkość aż do ustalenia się nowych warunków; 3) zmniejszenie się jądra przy głodzeniu rośliny związane jest z ubytkiem wszystkich jego elementów jako wynikiem dominowania procesów desasymilacyjnych nad asymilacyjnymi.

Zagadnienie wpływu głodzenia na wielkość i strukturę jądra i jąderka podjął w ostatnich latach Hocquette wraz ze swymi współpracownikami. Hocquette i Prudhomme (1952 b) stosując podobną technikę, jak uprzednio Maigé, potwierdzili na zarodkach fasoli obserwacje Maigé'a, dotyczące zmniejszania się jądra i jąderka pod wpływem głodzenia. Hocquette i Prudhomme (l. c.) przeprowadzili także obserwacje nad zmianami spowodowanymi przez głodzenie w elementach strukturalnych jądra. Stwierdzili oni, że u roślin głodzonych powiększa się w jąderku obszar mniej chromofilny; chromocentry stają się mniejsze, a liczba ich zmniejsza się do 7—8 (u roślin kontrolnych jest 23—36 chromocentrów); bardzo rzadko spotykali chromocentry połączo-

ne z jądrem, które są zjawiskiem normalnym u roślin kontrolnych; obniżona jest zdolność jądra do chłonięcia barwników.

Hocquette, Montreuil i Serge (1952) zbadali zmiany w zawartości fosforu kwasów nukleinowych, zachodzące pod wpływem głodzenia w hypokotylu fasoli. Stwierdzili oni, że w trakcie kiełkowania i rozwoju zarodków nie głodzonych poziom fosforu KRN¹ obniża się nieznacznie, podczas gdy fosfor KDN pozostaje bez zmian. W hypokotylach roślin głodzonych, tj. pozbawionych liścieni i rozwijających się na wodzie destylowanej, następuje szybsze i większe obniżenie zawartości fosforu KRN przy zachowaniu stałego poziomu fosforu KDN².

W pracy poświęconej zmianom zawartości azotu Hocquette i Bustraen (1953) stwierdzili, że w hypokotylach fasoli podczas głodzenia następuje ubytek azotu zawartego w związkach organicznych na korzyść azotu związków nieorganicznych.

Hocquette i Hocquette (1953) posługując się techniką barwienia May-Grünwalda i Giemsa (przy tej metodzie — cytuję za tymi autorami: „Des testes ont permis de rapporter la coloration violet-rouge à la présence de désoxyriboprotéines, la coloration bleue à celle de ribonucléoprotéines”) stwierdzili, że podczas głodu u *Phaseolus* i *Cucurbita* chromocentry przechodzą od zabarwienia niebieskawego do bladoczerwonego, co według tych autorów potwierdza poprzednie obserwacje dotyczące zaniku KRN, a utrzymywania się stałego poziomu KDN, podczas głodzenia rozwijającego się zarodka fasoli.

Konarew (1953) w głodzonych przez 12 dni kiełkach grochu stwierdził ubywanie KRN i KDN. Zanikanie KRN rozpoczynało się od zewnętrznych części łodygi i stopniowo przesunęło się do wnętrza łodygi, a w kierunku pionowym — od podstawy łodygi do wierzchołka.

W 1953 r. przeprowadziłam szczegółowe pomiary jąder i jąderek w korzeniach i hypokotylach kiełkujących roślin *Lupinus albus* L. i *L. luteus* L., pozbawionych liścieni (Olszewska 1953). Pomiary były dokonywane co 24 godz. przez 15 dni. Stwierdziłam wtedy stałe i systematyczne zmniejszanie się wymiarów jąderek, a także — lecz w mniejszym stopniu — zmniejszanie się wymiarów jąder.

MATERIAŁ I METODY

Nasiona *Lupinus albus* i *L. luteus* kiełkowały w ciemności na wodzie destylowanej w temperaturze 18—21°C. Po upływie 2—3 dni, kiedy korzonek u *Lupinus albus* osiągnął długość ok. 1 cm, u *L. luteus* ok. 0,75 cm, odcinałam od zarodków liścienie i umieszczałam zarodki w sterylizowa-

¹ Kwas ribonukleinowy.

² Kwas desoksyribonukleinowy.

nym piasku, zwilżanym wodą destylowaną, w ciemności, w temper. 18—21°C. (Użycie piasku zamiast bibuły stosowanej przez cytowanych wyżej autorów wydało mi się bardziej właściwe ze względu na możliwość utrzymania roślin w pozycji pionowej).

Po upływie 15 dni głodzenia zarodków utrwalalam korzenie i części podłiscieniowe w płynach Nawaszina, Helly i Bendy (bez kwasu octowego). Po przeprowadzeniu do parafiny sporządzałam skrawki mikrotomowe grubości 5 μ . Preparaty były barwione hematoksyliną żelazową Heidenhaina, zielenią metylową i pyroniną oraz były poddawane reakcji Feulgena (jąderka zabarwiałam zielenią świetlistą).

Ekstrakcję KRN przeprowadzałam za pomocą 10% kwasu nadchlorowego (według wskazówek Ericksona, Saxa i Ogura, 1949). Dla mojego materiału, utrwalanego w płynie Helly, ustaliłam, że okres trawienia powinien trwać 11 godz. w temp. 18°C. Preparaty kontrolne były umieszczane w tym samym czasie i w tej samej temperaturze w wodzie destylowanej.

BADANIA WŁASNE

Obserwacje nad zmianami zachodzącymi pod wpływem 15 dniowego głodzenia w składnikach morfotycznych jądra *Lupinus albus* L. i *L. luteus* L. przeprowadzałam w kilku kierunkach, a mianowicie: zmiany w ilości i wielkości euchromocentrów, zmiany zachodzące w kariolimfie, zachowanie się euchromocentrów jąderkowych. Robiłam również próby wywołania w głodzonych tkankach mitoz, aby zaobserwować ewentualne zmiany w ich przebiegu.

W okresie 15 dni głodzenia kielki łubinów wzrastają przeszło dwukrotnie; osiągają one długość 2,5 do 3 cm. Od 6—8 dnia głodzenia zanikają mitozy. Merystemy wierzchołkowe zmieniają swój charakter: zachodzi silna wakuolizacja komórki — występuje jedna centralna wakuola, która spycha jądro do rogu komórki. Komórki są większe niż w merystematach roślin nie głodzonych, a ich jądra, a przede wszystkim jąderka, są dużo mniejsze. Część zróżnicowana korzenia znajduje się bliżej wierzchołka niż u roślin normalnych.

Pod wpływem głodzenia trwającego 15 dni w korzeniach i hypokotylach obu gatunków łubinu następuje zmniejszenie średnicy jądra o około 25%, natomiast przeciętna średnica jąderka zmniejsza się o przeszło 90% (Olszewska 1953).

Na materiale utrwalonym stwierdziłam, że poza zmniejszaniem się jąder następuje także zmniejszanie się i zanikanie euchromocentrów; kariolimfa jąder wierzchołka wzrostu nie barwi się ani hematoksyliną, ani odczynnikiem Schiffa. W niektórych jądrach obserwuje się powstawanie wakuol.

EUCHROMOCENTRY

U normalnie rosnących osobników łubinu białego najczęściej spotyka się w jądrach 26—30 euchromocentrów, przy czym w miarę różnicowania się tkanek, liczba euchromocentrów wzrasta (Olszewska 1954 b). Dla stwierdzenia, czy i w jakim stopniu zanikają euchromocentry w jądrach roślin głodzonych, wykonałam obliczenia zestawione na tablicy 1.

Tabela 1

Lupinus albus L. Liczba euchromocentrów (bez euchromocentrów jąderkowych) w jądrach roślin głodzonych

Le nombre d'euchromocentres (sans euchromocentres nucléolaires) dans les noyaux des plantes privées de nourriture

Tkanka Tissus	ilość jąder o liczbie euchromocentrów: la quantité de noyaux contenant le nombre d'euchromocentres:						Razem
	poniżej 26 au dessous de 26	%	26—30	%	powyżej 30 au dessus de 30	%	
Merystem wierzchołkowy korzenia Méristème racinaire	219	91,0	20	9	—	—	239
Strefa wydłużania korzenia Zone d'allongement de la racine	113	62,7	60	33,3	7	3,9	180
Miękisz kory pierw. hypokotyła Parenchyme de l'écorce primaire de l'axe hypocotylé	33	21,0	77	50,0	45	29,0	155
Czapeczka La coiffe	47	100,0	—	—	—	—	47

Dla porównania zestawiałam w tabeli 2 liczbę jąder o różnej ilości euchromocentrów u nie głodzonych i głodzonych osobników *Lupinus albus* L.

Jak wynika z tych danych, głodzenie wywołuje wybitny ubytek euchromocentrów. U roślin nie głodzonych w strefie wydłużania korzenia jest 80% jąder o 26—30 euchromocentrach, natomiast u głodzonych — zaledwie 33,3%. Podobnie w miękiszku hypokotyła obserwuje się mniejszy % jąder o liczbie euchromocentrów 26—30, a przede wszystkim mniejszy % jąder o liczbie euchromocentrów wyższej niż 30.

Tabela 2

Lupinus albus L. Liczba euchromocentrów (bez euchromocentrów jąderkowych) w jądrach roślin nie głodzonych i głodzonych

Le nombre d'euchromocentres (sans euchromocentres nucléolaires) dans les noyaux des plantes privées de nourriture et non privées

Tkanka Tissus	ilość jąder o liczbie euchromocentrów (w %) la quantité de noyaux contenant le nombre d'euchromocentres					
	u roślin nie głodzonych* chez les plantes non privées de nourriture			u roślin głodzonych chez les plantes privées de nourriture		
	poniżej 26 au dessous de 26	26—30	powyżej 30 au dessus de 30	poniżej 26 au dessous de 26	26—30	powyżej 30 au dessus de 30
Strefa wydłużania korzenia	12,0	80,0	8,0	62,7	33,3	3,9
Zone d'allongement de la racine						
Miękisz kory pierw. hypokotyła						
Parenchyme de l'écor- ce primaire de hypocotyle	5,0	52,0	43,0	21,0	50,0	29,0

*) W/g danych użykanych poprzednio (Olszewska 1954 b)

W tkankach nie głodzonego łubinu żółtego zwykle występuje około 50 euchromocentrów (Olszewska 1954 b). Na zmniejszonym wskutek głodzenia obszarze jądra euchromocentry te leżą ciasno obok siebie; z tego powodu nie mogłam dla roślin głodzonych wykonać tak szczegółowych obliczeń, jak u łubinu białego. Zawsze natomiast obserwowałam zanikanie przede wszystkim euchromocentrów najmniejszych i średnich (z trzech rodzajów euchromocentrów występujących u łubinu żółtego).

Rozpatrzenie tych danych pozwala na wysunięcie wniosku, że pod wpływem głodzenia następuje zanikanie euchromocentrów w jądrach obu gatunków łubinu; zanikanie to następuje we wszystkich badanych tkankach.

Jak wspomniałam wyżej, u *L. luteus* zanikają przede wszystkim euchromocentry najmniejsze i średnie; u *L. albus*, gdzie normalnie wszystkie euchromocentry są tej samej wielkości, obserwuje się zmniejszanie niektórych euchromocentrów, a inne zachowują normalną wielkość, lub też — co występuje rzadziej — równomiernie zmniejszają się wszystkie euchromocentry.

U roślin głodzonych wszystkie euchromocentry barwią się pod wpływem odczynnika Schiffa na kolor fioletowo-czerwony, zielenią metylową — na kolor niebiesko-zielony.

Jąderko

Jąderko ulega pod wpływem głodzenia bardzo wybitnemu zmniejszeniu. Zmiany w jąderku polegają na: 1) zmniejszaniu się średnicy jąderka, 2) zmniejszaniu się zdolności jąderka do chłonięcia barwników, 3) wakuolizacji jąderka.

Jak podałam wyżej, zmniejszenie średnicy jąderka pod wpływem głodzenia wynosi przeszło 90%. Liczba ta jest przeciętna — w wielu jądrach w ogóle jąderka nie ma. Dane dotyczące ilości jąder bez jąderek dla poszczególnych typów tkanek przedstawione są na tabeli 3 i 4.

U roślin głodzonych jąderko w merystemie korzeniowym ulega wybitnemu zmniejszeniu (ryc. 1 a i b). Natomiast w tkankach zróżnicowanych lub różnicujących się (w których

u roślin nie głodzonych występują jąderka mniejsze niż w merystemach) pod wpływem głodzenia jąderka mogą zupełnie zanikać. A więc im mniejsze jąderko charakteryzuje daną tkankę (u roślin nie głodzonych), tym większy jest % jąder bez jąderka w tej samej tkance roślin głodzonych. Obserwacje te pozwalają na wysunięcie przypuszczenia, że ubytek masy jąderka pod wpływem głodzenia zachodzi (w przybliżeniu) w tym samym stopniu we wszystkich tkankach rośliny.

a b

Ryc. 1. *L. albus* L. Jądra merystemu korzeniowego; a — u rośliny nie poddawanej głodzeniu, b — u rośliny głodzonej; j — jąderko, ej — euchromocentry jąderkowe.

Noyaux du méristème racinaire: a — d'une plante normale et b — d'une plante soumise au jeûne; j — nucléole, ej — euchromocentres nucléolaires.

Na ryc. 2 przedstawione są kolejne fazy zanikania jąderka w jądrach miękiszu kory pierwotnej hypokotyli *L. albus* (b — d); dla porównania pokazane jest jądro miękiszu kory pierwotnej hypokotyli rośliny nie głodzonej (a). Widać, że we wszystkich fazach zanikania jąderka zachowane są euchromocentry jąderkowe w typowej dla łubinu białego ilości i charakterystycznym kształcie.

Nie stwierdziłam, aby zniknięcie jąderka następowało w jakimś określonym miejscu badanego organu; spotyka się obok siebie komórki o dobrze zachowanym jąderku, jak na ryc. 2b i bez jąderka, jak na ryc. 2d.

Tabela 3

Lupinus albus L. Zestawienie liczby jąder bez jąderek
Assortiment de la quantité de noyaux sans nucléoles

Tkanka Tissus	Liczba jąder — nombre de noyaux			
	jest jąderko le nucléole est présent	nie ma jąderka le nucléole n'est pas présent	%	razem
Merystem wierzch. korzenia	239	—	—	239
Meristème raculaire				
Strefa wydłużania korzenia	160	20	11	180
Zone d'allongement de la racine				
Miękisz kory pierw. hypokotyła	98	57	36	155
Parenchyme de l'écorce primaire de l'axe hy- pocotylé				
Czapeczka La coiffe	28	19	40	47

Tabela 4

Lupinus luteus L. Zestawienie liczby jąder bez jąderek
Assortiment de la quantité de noyaux sans nucléoles

Tkanka Tissus	Liczba jąder — nombre de noyaux			
	jest jąderko le nucléole est présent	nie ma jąderka le nucléole n'est pas présent	%	razem
Merystem wierzch. korzenia	60	—	—	60
Meristème raculaire				
Strefa wydłużania korzenia	76	24	24	100
Zone d'allongement de la racine				
Miękisz kory pierw. hypokotyła	75	25	25	100
Parenchyme de l'écorce primaire de l'axe hy- pocotylé				

Jąderko roślin głodzonych słabo chłonie barwniki. Zieleń świetlista stosowana po reakcji Feulgena barwi je na kolor bladezielony, hematoksylina na kolor szary; pyronina na kolor bladuróżowy barwi stosunkowo

duże jąderka; bardzo małe jąderka często barwią się pyroniną na intensywny malinowo-czerwony kolor, podobnie jak jąderka roślin nie głodzonych.

Stosując metodę trawienia KRN stwierdziłam, że zabarwienie pyroniną na kolor od różowego do malinowo-czerwonego odpowiada tu obec-

Ryc. 2. *L. albus* L. Zanikanie jąderka w jądrach miękiszu kory pierwotnej hypocotyła roślin głodzonych. a i a' — u rośliny nie poddawanej głodzeniu, b i b' — e i e' u roślin głodzonych, b i b' — jąderko wielkości euchromocentrów jąderkowych; c, c', d, d' — jąderko o wiele mniejsze od euchromocentrów jąderkowych; e i e' — jąderka brak, euchromocentry jąderkowe przylegają do siebie, j — jąderko, ej — euchromocentry jąderkowe.

Disparition progressive du nucléole dans les noyaux du parenchyme de l'écorce primaire de l'axe hypocotylé des plantes soumises au jeûne. a et a' dans une plante qui n'était pas soumise au jeûne, b et b' — e et e' — dans une plante soumise au jeûne. b et b' — le nucléole d'un volume égale à celui d'euchromocentres nucléolaires; c, c', d, d' — le nucléole beaucoup plus petit que les euchromocentres nucléolaires; e et e' — le nucléole est absent, les euchromocentres nucléolaires accolés l'un à l'autre. j — nucléole, ej — euchromocentres nucléolaires.

ności KRN. Różna intensywność zabarwienia pyroniną jest prawdopodobnie wyrazem różnej koncentracji KRN: w jądrkach stosunkowo dużych KRN jest bardziej rozproszony (stąd zabarwienie pyroniną na kolor różowy), w jądrkach małych — koncentracja KRN jest wyższa (zabarwienie pyroniną na kolor malinowo-czerwony).

W preparatach traktowanych wymienionymi barwnikami spotyka się jąderka zupełnie nie przyjmujące barwnika; jąderko jest wtedy białawe o niewyraźnie zarysowanym konturze.

W niektórych jądrkach obserwowałam bardzo silną ich wakuolizację. Średnica jąderka jest wtedy stosunkowo duża; całe jego wnętrze wypeł-

nione jest homogeną substancją, która nie przyjmuje absolutnie żadnych barwników. Właściwa substancja jąderka jest wtedy zepchnięta na jego brzegi i występuje w postaci wąskiej otoczki wokół „wakuoli”. Otoczka ta barwi się dość intensywnie zielenią świetlistą, hematoksyliną i pyroniną. W preparatach świeżych, barwionych błękitem metylenowym, wakuola i otoczka jest również wyraźna.

Euchromocentry jąderkowe

U obu gatunków łubinu jąderku towarzyszą zwykle 2 euchromocentry jąderkowe (podobnie jak u nie głodzonych łubinów). Po zaniknięciu jąderka przez pewien czas pozostają one zetknięte ze sobą (ryc. 2 d), a następnie prawdopodobnie rozpraszają się na terenie jądra bądź zanikają, tak że nie można ich odróżnić od innych euchromocentrow.

W porównaniu z roślinami nie głodzonymi stwierdziłam wybitne zmniejszenie liczby jąder posiadających więcej niż 2 euchromocentry ją-

Tabela 5

Lupinus albus L. Liczba euchromocentrow jąderkowych w jądrach roślin głodzonych

Le nombre d'euchromocentres nucléolaires dans les noyaux de plantes privées de nourriture

Tkanka Tissus	Ilość jąder o liczbie euchromocentrow jąderkowych La quantité de noyaux contenant le nombre d'euchrom. nucléol							
	1	%	2	%	3	%	brak euchr. jąderkow.)* l'absence d'euchr. nuc.	razem
Merystem korz. Meristème rad.	40	19,6	164	80,4	—	—	—	204
Strefa wydłuż. korzenia Zone d'allong. de la racine	26	14,4	140	77,7	—	—	—	180
Miękisz kory p. hypokotyła Parenchyme de l'écor. prim. de l'axe hyp.	2	2,8	137	87,4	1	1,4	13	155
Czapeczka La coiffe	3	6,4	36	76,6	—	—	8	47

*) Brak euchromocentrow jąderkowych — oznacza to, że po zaniknięciu jąderka nie można ich odróżnić od innych euchromocentrow.

Tabela 6

Lupinus luteus L. Liczba euchromocentrów jąderkowych w jądrach roślin głodzonych
 Le nombre d'euchromocentres nucléolaires dans les noyaux de plantes privées de nourriture

Tkanka Tissus	Ilość jąder o liczbie euchromocentrów jąderkowych La quantité de noyaux contenant le nombre d'euchrom. nucléol.								
	1	%	2	%	3	%	brak euchr. jąderk.*) l'absence d'euchr. nucl.	%	razem
Merystem korz. Meristème rad.	9	15	48	80	—	—	3	5	60
Strefa wydłuż. korzenia Zone d'allong. de la racine	4	4	81	81	—	—	15	15	100
Miękisz kory p. hypokotyła Parenchyme de l'écorce prim. de l'axe hyp.	3	3	90	90	—	—	7	7	100

derkowe oraz nieznaczne zwiększenie ilości jąder z jednym euchromocentrem jąderkowym. U łubinu białego, gdzie normalnie występuje większa różnorodność w liczbie euchromocentrów jąderkowych niż u łubinu żółtego (np. w miękiszku kory pierwotnej hypokotyła 19,5% jąder posiada więcej niż 2 euchromocentry jąderkowe — Olszewska 1954 b), stwierdza się wyższy % jąder o 2 euchromocentrach jąderkowych. Wyniki obliczeń przedstawione są na tabeli 5 i 6.

Wakuolizacja jąder

Wymienionym wyżej zmianom w jądrze wywołanym przez głodzenie towarzyszą jeszcze pewne zaburzenia w kariolimfie: powstawanie wakuol. Początkowo wewnątrz jądra tworzy się mały pęcherzyk, który nie barwi się żadnymi stosowanymi przeze mnie barwnikami (rys. 3). Wa-

Ryc. 3. *L. albus* L. Jądro miękiszku kory pierwotnej hypokotyła rośliny głodzonej. Widoczna wakuola wewnątrz jądra (w), euchromocentry oraz jąderko z euchromocentrami jąderkowymi.

Noyau du parenchyme corticale de l'axe hypocotylé d'une plante soumise au jeûne. On discerne bien vacuole dans le noyau (w), les euchromocentres et le nucléole avec les euchromocentres nucléolaires.

kuola ta stopniowo powiększa się (rys. 4 a, b), w końcu może wypełnić całe wnętrze jądra (rys. 4 c). Wakuole takie obserwuje się w jądrach o stosunkowo dużym jąderku (rys. 3), jak i w jądrach pozbawionych jąderka (rys. 4 b. c).

Ryc. 4. *L. albus* L. Jądra mięksiszu kory pierwotnej hypokotyla u roślini głodzonej. a — widoczna wewnątrz jądra wakuola, małe jąderko z euchromocentrami jąderkowymi; b — wakuola wewnątrz jądra, brak jąderka, euchromocentrow jąderkowych nie można wyróżnić; c — wakuola zajmuje prawie cały obszar jądra. w — wakuola wewnątrz jądra.

Noyaux du parenchyme corticale de l'axe hypocotylé d'une plante soumise au jeûne. a — on voit une vacuole à l'intérieur du noyau, un petit nucléole avec euchromocentres nucléolaires; b — une vacuole dans le noyau, il n'y a pas de nucléole, on ne peut pas identifier d'euchromocentres nucléolaires; c — la vacuole occupe presque tout le territoire du noyau; w — vacuole à l'intérieur du noyau.

*

Wydalo mi się rzeczą interesującą prześledzenie przebiegu mitozy w komórkach roślin głodzonych. Ponieważ po 15 dniach głodzenia mitozy już nie zachodzą, zastosowałam sól sodową kwasu α -naftylooctowego w roztworze wodnym w stężeniu 10^{-5} oraz pary estru metylowego tegoż kwasu, również w stężeniu 10^{-5} . 15 dniowe głodzone zarodki poddawałam działaniu tych związków przez 3, 5, 9 i 22 godz. Następnie utrwalalam wierzchołki korzenia i pędu oraz odcinek hypokotyla w płynie Nawaszina i po pokrojeniu na mikrotomie barwiłam hematoksyliną żelazową. Przy obserwacji zwróciłam szczególną uwagę na merystemy wierzchołkowe korzenia i łodygi oraz na kambium.

Pod wpływem wodnego roztworu soli sodowej kwasu α -naftylooctowego działającego przez 5, 9 i 22 godz. udało się uzyskać jedynie w merystemach wierzchołkowych obrazy przypominające wczesną profazę (rys. 5). Podobnie jak we wczesnej profazie u roślin nie głodzonych

Ryc. 5. *L. albus* L. „Profaza“ w komórce merystemu korzeniowego rośliny głodzonej przez 15 dni, a następnie poddanej przez 22 godz. działaniu soli sodowej kwasu α -naftylooctowego w stężeniu 10^{-5} .

„Prophase“ dans une cellule du méristème racinaire d'une plante soumise au jeûne pendant 15 jours et traitée ensuite pendant 22 heures avec la solution du sel sodé d'acide α -naptylacétique à la concentration 10^{-5} .

(Olszewska 1954 b) widać poprzez aureolę otaczającą jąderko wydłużanie się euchromocentrów w połączeniu z jąderkiem w elementy nitkowate.

Roztwór soli sodowej kwasu α -naftylooctowego działający przez 3 godz. oraz pary estru metylowego tego kwasu żadnego widocznego wpływu nie wywarły.

Ryc. 6. *L. luteus* L. Kolejne stadia podziału amitotycznego jądra w kambium wiązkowym hypocotyła rośliny głodzonej.

Stades successifs de la division amitotique du noyau dans le cambium fasciculaire de l'axe hypocotyle d'une plante soumise au jeûne.

W wielu tkankach normalnie rosnących osobników *Lupinus albus* i *L. luteus* spotyka się komórki dwujądrowe oraz figury podziału amitotycznego jądra (Olszewska 1954 a). U roślin głodzonych amitozy spotkałam jedynie w kambium wiązkowym hypocotyła. Poszczególne stadia amitozy w kambium przedstawione są na ryc. 6.

DYSKUSJA

Obserwacje moje dotyczące zmniejszania się liczby euchromocentrów potwierdzają wyniki badań Hocquette i Prudhomme (1952 b) u *Phaseolus*; w moim materiale mimo dłuższego okresu głodzenia ubywanie euchromocentrów nie następowało tak szybko, jak u fasoli. Większe rozbieżności przedstawiają wyniki obserwacji dotyczące euchromocentrów jąderkowych, opisywanych przez Hocquette i Prudhomme (l. c.) pod nazwą „les corps annexés nucléolaires”. W tkankach głodzonej fasoli wymienieni autorzy spotykali ziarnistości te bardzo rzadko; u obu gatunków łubinu natomiast euchromocentry jąderkowe okazały się jednym z elementów najbardziej odpornych na zmiany wywołane głodzeniem — można je było wyróżnić nawet po zniknięciu jąderka. Istnienie euchromocentrów jąderkowych w normalnej ilości i wielkości u roślin głodzonych nawet w jądrach pozbawionych jąderek wydaje się przeczyć twierdzeniu wielu autorów (m. in. także Hocquette i Prudhomme, 1952 a) uważających je wyłącznie za wytwory jąderka.

Zmniejszona zdolność barwienia się kariolimfy i jąderka zaobserwowana także przez Hocquette i Prudhomme (1952 b) u głodzonej fasoli jest dowodem zniknięcia z jądra i jąderka substancji, które praw-

dopodobnie zostały włączone w procesy o charakterze anabolicznym i nie zostały odtworzone.

Szybsze zmniejszanie się jąderka niż jądra w okresie głodzenia rośliny stwierdził Maige (1922, 1923 a, b, c, d) u *Phaseolus* i *Solanum tuberosum*, Hocquette i Prudhomme (1952 b) u *Phaseolus* oraz Olszewska (1953) u *Lupinus albus* i *L. luteus*. Zmniejszanie się średnicy jąderka nie jest proporcjonalne do ubytku KRN, spotyka się bowiem jąderka stosunkowo duże, a pozbawione już KRN. Zanikanie KRN — proces tak charakterystyczny dla głodzonych roślin — opisywali również Hocquette i Hocquette (1953 i 1954) u *Phaseolus* i Konarew (1953) u *Pisum*.

Hocquette, Montreuil i Serge (1952), Hocquette i Hocquette (1953) oraz Hocquette (1954) stoją na stanowisku, iż mimo głodzenia zawartość KDN utrzymuje się na stałym poziomie. Nie dysponuję — jak Hocquette, Montreuil i Serge (l. c.) wynikami uzyskanymi drogą analizy ilościowej; moje dane, mające z jednej strony charakter morfologiczny, z drugiej — cytochemiczny (reakcja Feulgena, barwienie zielenią metylową), wskazywałyby, że jednak KDN także ulega zanikowi. Do podobnych wniosków dochodzi również Konarew (1953).

Nie zauważyłam w moim materiale, aby zanikanie jąderka, względnie KRN rozpoczynało się od jakiegoś określonego miejsca badanego organu, jak to podaje Konarew (1953). Wydaje się, że zmiany wywołane głodzeniem występują w podobnym nasileniu we wszystkich badanych tkankach łubinów.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

1. Stwierdzono ubywanie euchromocentrów w jądrach tkanek *Lupinus albus* L. i *L. luteus* L. głodzonych przez 15 dni; zanikanie euchromocentrów zachodzi we wszystkich badanych tkankach, tj. w merystemie korzeniowym, w strefie wydłużania korzenia, w mięksiszu kory pierwotnej hypokotyli i w czepeczku.

2. Pod wpływem głodzenia jądro a szczególnie jąderko ulegają wybitnemu zmniejszeniu; w wielu jądrach jąderka nie spotyka się wcale.

3. Euchromocentry jąderkowe można wyróżnić dość długo, niekiedy nawet po zniknięciu jąderka.

4. Ubytek masy jąderka zachodzi w podobnym stopniu we wszystkich badanych tkankach.

5. Zmiany w jąderku — poza zmniejszaniem się jego średnicy — polegają na wakuolizacji jąderka i zmniejszaniu się zdolności jąderka do chłonięcia barwników.

6. Na podstawie wyników reakcji Feulgena oraz barwienia zielenią metylową i pyroniną połączonego z ekstrakcją KRN stwierdzono, że pod wpływem głodzenia następuje ubytek, a nawet całkowity zanik KRN w jąderku, natomiast poziom KDN prawdopodobnie nieco się obniża.

7. U roślin głodzonych kariolimfa wykazuje zmniejszoną zdolność do chłonięcia barwników oraz wakuolizację.

8. Pod wpływem wodnego roztworu soli sodowej kwasu α -naftylooctowego w stężeniu 10^{-5} działającego przez 5, 9 i 22 godz. udało się uzyskać jedynie w merystemach wierzchołkowych obrazy przypominające wczesną profazę. Wodny roztwór soli sodowej kwasu α -naftylooctowego działający przez 3 godz. oraz pary estru metylowego tego kwasu w stężeniu 10^{-5} działające przez 3, 5, 9 i 22 godz. żadnego rezultatu nie dały.

9. W kambium wiązkowym hypokotyla stwierdzono amitotyczne podziały jąder.

Profesorowi drowi F. Skupieńskiemu i prof. dr A. Wałęk - Czerneckiej serdecznie dziękuję za pomoc i cenne rady.

Zakład Anatomii i Cytologii Roślin
Uniwersytetu Łódzkiego

(Wpłynęło dn. 5.III.1955 r.)

R É S U M É

On a constaté la diminution du nombre d'euchromocentres dans les noyaux des tissus de *Lupinus albus* L. et *L. luteus* L. privés de nourriture pendant 15 jours. La disparition d'euchromocentres a lieu dans toutes les cellules des tissus examinés c.-à-d. dans le meristème racinaire, dans la zone d'allongement de la racine, dans le parenchyme de l'écorce primaire de l'axe hypocotylé ainsi que dans la coiffe.

À la suite du jeûne, le noyau et surtout le nucléole diminuent fortement; dans plusieurs noyaux on n'aperçoit pas de nucléoles du tout.

Les euchromocentres nucléolaires se laissent différencier assez longtemps, même parfois après la disparition du nucléole.

La diminution de la masse du nucléole se fait pareillement dans tous les tissus examinés par nous.

Les changements dans le nucléole — à part la diminution de son diamètre — s'expriment par sa vacuolisation et la diminution de la chromatocité.

Chez les plantes soumises au jeûne la caryolympe manifeste une diminution de la chromatocité ainsi que la vacuolisation.

L'application de la réaction de Feulgen et de la coloration avec le vert de méthyle et la pyronine, associée à l'extraction du ARN, on a constaté que sous l'influence du jeûne arrive la diminution et même la disparition complète du ARN dans le nucléole; par contre le niveau du ADN s'abaisse probablement un peu.

Sous l'action de la solution du sel sodé de l'acide α -naftylacétique, à concentration 10^{-5} , durant 5, 9 et 22 h., on a pu obtenir dans les méri-

stèmes terminaux seulement, les images rappelant la prophase. La solution du même composé, agissant pendant 3 h. ainsi que les vapeurs de l'ester méthylique de l'acide α -naftylacétique à la concentration 10^{-5} agissant pendant 3, 5, 9 et 22 h., n'ont donné aucun résultat.

Dans le cambium fasciculaire de l'axe hypocotylé on a constaté la division amitotique du noyau.

L I T E R A T U R A

- Erickson R. O., Sax K. B., Ogur M., 1949. Perchloric acid in the cytochemistry of pentose nucleic acid. *Science*, 110: 472—473.
- Hocquette M., 1954. Noyaux interphasiques et noyaux quiescents (types à euchromocentres), acides désoxyribonucleiques et individualité des chromosomes. VIII-e Congrès Intern. Bot. Paris, sec. 9 et 10, 106—107.
- Hocquette M. et M-me Hocquette, 1953. Les régions hétérochromotiques du noyau quiescent de *Cucurbita* et de *Phaseolus*. Action de l'acide folique. *C. R. Ac. Sc.*, 236: 841—844.
- Hocquette M. et M-me Hocquette, 1954. Rôle physiologique du nucléole dans le noyau quiescent. VIII-e Congrès Intern. Bot., Paris, sec. 9 et 10, 107—108.
- Hocquette M., Montreuil J. et Serge P., 1952. Variations quantitatives du phosphore total, du phosphore des acides ribo- et désoxyribo-nucléiques dans l'axe hypocotylé de *Phaseolus vulgaris*, au cours de la germination normale, de jeûne glucidique après ablation des cotylédons et de la régénération cellulaire. *C. R. Ac. Sc.*, 235: 1525—1527.
- Hocquette M. et Bustraen G., 1953. L'azote et ses variations quantitatives dans les axes hypocotylés de *Phaseolus* au cours du jeûne et de la régénération cellulaire par nutrition glucidique. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*; 6: 55—57.
- Hocquette M. et Prudhomme V., 1952. Le noyau quiescent dans l'axe hypocotylé de *Phaseolus vulgaris* L. *C. R. Ac. Sc.*, 234: 1303—1305.
- Hocquette M. et Prudhomme V., 1952 b. Structure nucléaire dans l'axe hypocotylé de *Phaseolus vulgaris* L. pendant le jeûne glucidique et au cours des diverses étapes de la régénération cellulaire. *C. R. Ac. Sc.*, 234: 1472—1474.
- Konarew W. G., 1953. O powiedzeniu nukleinowych kislót rastienij w usłowiach golodowo obmiena. *DAN SSSR*, 89: 554—555.
- Maige A., 1922. Influence de la nutrition organique sur les noyaux des cellules végétales. *C. R. Soc. Biol.*, 87: 1297—1300.
- Maige A., 1923 a. Influence de la température sur la décroissance par l'inanition du noyau chez le Haricot. *C. R. Soc. Biol.*, 88: 97—99.
- Maige A., 1923 b. Croissance du noyau aux diverses températures en présence du sucre chez le Haricot. *C. R. Soc. Biol.*, 88: 530—533.
- Maige A., 1923 c. Variations du noyau pendant la digestion de l'amidon, à diverses températures, chez le Haricot. *C. R. Soc. Biol.* 88: 1149—1152.
- Maige A., 1923 d. Variations du noyau pendant la digestion de l'amidon, à diverses températures, dans les cellules de la pomme de terre. *C. R. Soc. Biol.*, 89: 170—172.
- Maige A., 1923 e. Etats d'équilibre du noyau pendant la digestion de l'amidon. dans les cellules de la pomme de terre. *C. R. Soc. Biol.*, 89: 556—558.

- Olszewska M. J., 1953. L'influence du jeûne forcé sur la grandeur de noyaux et de nucléoles chez *Lupinus albus* L. et *Lupinus luteus* L. Bull. Soc. Sc. et Lett de Łódź, Cl. III, IV, No 15.
- Olszewska M. J., 1954 a. Powstawanie komórek dwujądrowych drogą amitotyczną i mitotyczną u *Lupinus albus* L. i *Lupinus luteus* L. Acta Soc. Bot. Pol. 23: 59—68.
- Olszewska M. J., 1954 b. Obserwacje nad euchromocentrami i jąderkiem u *Lupinus albus* L. i *Lupinus luteus* L. Acta Soc. Bot. Pol., 23: 699—725.