
Katedra i Zakład Histologii i Embriologii. Wydział Lekarski.
Akademia Medyczna w Lublinie
Kierownik: prof. dr med. Stanisław Grzycki

Kazimiera GRZYCKA

**Refraktometria jąderka merystematycznych komórek roślinnych
w oświetleniu fazowo-kontrastowym**

**Рефрактометрия ядрышка меристематических растительных клеток
при фазово-контрастном освещении**

**The Refractometry of the Nucleolus of Meristematic Plant Cells
in Phase Contrast Illumination**

Dokładne opracowanie mikroskopowej techniki refraktometrycznej przez Hancocka i Kruszyńskiego (1956), Kruszyńskiego (1957), Grzyckiego (1958—1962) i innych pozwoliło wprowadzić ją do badań prowadzonych nad komórką żywą, a przede wszystkim komórką i tkankami utrwalonymi i nie barwionymi. Posługując się bowiem w badaniach refraktometrycznych, w oświetleniu mikroskopu fazowo-kontrastowego, odpowiednimi cieczami o znanym współczynniku załamania światła (RI) można uzyskać zmianę kontrastu faz struktur komórkowych, a tym samym przeprowadzić ich zróżnicowanie morfologiczne bez użycia barwników histologicznych oraz ustalić dla nich współczynnik RI.

Jak można się było przekonać przeglądając prace naukowe, badania refraktometryczne były przeważnie prowadzone na komórkach i tkankach zwierzęcych, a tylko nieliczne dotyczyły komórek i tkanek roślinnych i to głównie żywych i nie utrwalonych. Vazart (1952) prowadziła badania nad anterozoidami *Equisetum arvense*, Fröhlich (1953) badał komórki *Allium cepa* żywe i utrwalone w 10% kwasie octowym obserwując jądra i mitochondria. Steffen (1953) zajmował się przyżyciowymi badaniami jądra i mitochondriów komórek *Galanthus nivalis*, a Grzycka (1962) poddała obserwacjom błony merystematycz-

nych komórek korzonków *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* i *Vicia faba*. Wspomnieć również należy o pracach Küstera (1951), Michela (1950), Struggera (1949) i innych, którzy w swoich badaniach posługiwali się mikroskopem fazowo-kontrastowym. Wprowadzenie więc do badań cytobotanicznych mikroskopu fazowo-kontrastowego i zastosowanie techniki refraktometrycznej umożliwiając dokonywanie obserwacji nie tylko żywej, ale także utrwalonej i nie barwionej komórki i tkanki roślinnej. Postanowiono więc przeanalizować refraktometrycznie jąderko komórek roślinnych młodych, utrwalonych i nie barwionych.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania refraktometryczne przeprowadzono nad merystematycznymi komórkami korzonków dyni (*Cucurbita pepo* L.), fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) i kukurydzy (*Zea mays* L.). Materiał pobierano na czwarty dzień od wykiełkowania nasion. Korzonki utrwalone w płynie Bouina po odwodnieniu zatapiano w parafinie. Cienkie (5 μ) skrawki mikrotomowe po odparafinowaniu w xylenie zamykano na szkiełkach w różnych płynach o znanym RI. Zmianę płynów przeprowadzono według techniki podanej przez Hancocka i Kruszyńskiego, Kruszyńskiego i Grzyckiego.

W badaniach posługiwano się mikroskopem fazowo-kontrastowym Lumipan C. Zeiss (Jena), używając obiektywu immersyjnego Ph HI 90/1,25, okularu PK 12,5 x (16), aparatu fotograficznego Practina FX i błon fotograficznych Agfa Isopan FF. (10 Din). Wartość RI płynów użytych do badań oznaczona była przy pomocy C. Zeiss (Jena) Abbe-Refraktometru „G” przy oświetleniu żarówki elektrycznej (120 W, 220 V) w temperaturze pokojowej 20°C.

Do badań użyto następujących płynów o znanym RI: 1-bromonaftalenu (1.6575), chinoliny (1.6161), aniliny (1.5844), bromobenzenu (1.5643), nitrobenzenu (1.5518), benzaldehydu (1.5430), acetofenonu (1.5330), benzenu (1.5002), p-xylenu (1.4962), toluenu (1.4955) i czterochlorku węgla (1.4601).

OBSERWACJE I WYNIKI

Użycie płynów o znanych współczynnikach RI pozwoliło przeanalizować w oświetleniu mikroskopu fazowo-kontrastowego merystematyczne komórki korzonków roślin, przy czym szczególną uwagę zwrócono na jąderko, na jego własności fizyczne, wielkość, kształt i strukturę wewnętrzną. Obserwacji poddano komórki korzonków fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.), dyni (*Cucurbita pepo* L.) i kukurydzy (*Zea mays* L.).

Jąderko komórek merystematycznych fasoli (tabl. I i II) było duże, okrągłe, wyraźnie oddzielone od zrębu jądra. W płynach o wysokim współczynniku RI, jak np. w 1-bromonaftalenu (1.6575), chinolinie (1.6161) i anilinie (1.5844) (tabl. I, ryc. 1, 2 i 3) jąderko miało wygląd fazowo ujemnej, jasnej, błyszczącej kuli, w której widoczny był gruboziarnisty, włóknisty zrąb wypełniający całe wnętrze. Oczka zrębu były na obrazach ciemniejsze, co mogło wskazywać, że wypełniony on był

substancją inną niż substancją tworzącą włóknisty zrąb jąderka. Należy podkreślić, że współczynnik RI substancji wypełniającej zrąb jąderka odpowiadał współczynnikowi RI jądra. Można więc sądzić, że prawdopodobnie istnieje podobieństwo nie tylko fizyczne, ale i chemiczne pomiędzy tymi substancjami.

Do podobnych wniosków doszło się po zastosowaniu płynów o niskim współczynniku RI, jak np. acetofenonie (1.5330), p-xylenie (1.4962) i toluenie (1.4955). (Tabl. II, ryc. 6, 7 i 8), które powodowały zmianę fazy ujemnej na dodatnią i zrąb jąderka miał wówczas wygląd czarnej gruboziarnistej włóknistej sieci, a oczka zrębu były jasne, podobnie jak substancja podstawowa jądra.

Ostre i wyraźne kontrasty zrębu jąderka i innych struktur komórki stawały się słabsze przy użyciu płynów pośrednich, jak np. nitrobenzenu (1.5518). (Tabl. I, ryc. 4), a prawie całkowicie zanikały, gdy użyto do badań benzaldehydu (1.5430). (Tabl. II, ryc. 5). Uzyskanie fazy obojętnej wskazywało, że współczynnik RI płynu odpowiadał współczynnikowi RI jąderka. Na tej podstawie więc można było określić współczynnik RI jąderka komórki merystematycznej fasoli, który wynosił 1.5430. Współczynnik RI zrębu jądra, błony jądrowej i innych obserwowanych struktur komórki miał tylko niewielkie odchylenia od 1.5430, z wyjątkiem błony komórkowej, której RI wynosił 1.5002. Uzyskany wynik potwierdził nasze poprzednie badania, w których poddaliśmy analizie refraktometrycznej błonę komórek roślinnych (G r z y c k a, 1962).

Współczynnik RI jąderka merystematycznej komórki korzenia dyni (*Cucurbita pepo* L.) wynosił również 1.5430, było ono prawie niewidoczne przy użyciu do badań benzaldehydu (Tabl. IV, ryc. 13). W płynach natomiast o niskim lub wysokim współczynniku RI dobrze był widoczny włóknisty drobnoziarnisty zrąb, przy czym uwagę naszą zwróciła obecność okrągłej wakuoli umiejscowionej środkowo (Tabl. III, ryc. 9, 10 i 11, oraz tabl. IV, ryc. 14, 15 i 16). Siatka zrębu jąderka gęstniała na obwodzie wakuoli, dzięki temu i jedna i druga były wyraźnie dostrzegalne (Tabl. IV, ryc. 14 i 16). Współczynnik RI substancji tworzącej wakuolę odpowiadał współczynnikowi substancji wypełniającej oczka siatki zrębu, można więc było sądzić, że wakuola powstała albo z nagromadzenia się substancji międzyzrębowej, albo jest zgromadzoną wydzieliną jąderka.

Na niewielkiej ilości przeglądanych preparatów widoczne były cienkie pasemka łączące jąderko z wewnętrzną powierzchnią błony jądrowej. Pasemka te posiadające ten sam współczynnik RI, jaki posiada jąderko wyglądem swoim przypominały pomosty jąderkowe śródjądrowe opisane przez G r z y c k i e g o (1960) i D u b a s a (1959, 1961). Pomosty łączące

jąderko z błoną jądrową można było obserwować również w komórkach merystematycznych korzenia kukurydzy (*Zea mays* L.) i to przede wszystkim po zamknięciu skrawków w 1-bromonaftalenie (1.6575) i chinolinie (1.6161) (Tabl. V, ryc. 17 i 18) albo w toluenie (1.4955) i czterochlorku węgla (1.4601) (Tabl. VI, ryc. 23 i 24).

Współczynnik RI tych pomostów, podobnie jak współczynnik jąderka, według naszych obserwacji refraktometrycznych odpowiadał współczynnikowi benzaldehydu, a zatem wynosił 1.5430. Zrąb jąderkowy miał wygląd grubych pasm włókien różańcowato zgrubiałych, umiejscowionych przeważnie w strefie obwodowej jąderka, co stwarzało obraz grubej warstwy korowej. Strefa środkowa jąderka była zwykle jaśniejsza i sieć zrębowa w tym miejscu posiadała duże oczka wypełnione substancją międzyzrębową. Przejaśnienia środkowe jąderka nie miały wyglądu wakuoli, brak było bowiem wyraźnej granicy pomiędzy strefą obwodową a strefą środkową (Tabl. VI, ryc. 24).

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

Dokładną analizę refraktometryczną komórki zwierzęcej (żaba) przeprowadził Grzycki (1960), który wykazał, że współczynnik RI jąderka po utrwaleniu w płynie Helly wynosi 1.5451. Grzycki zwrócił również uwagę na występowanie pasm wychodzących z jąderka i zdążających w kierunku błony jądrowej. Pasma te posiadające ten sam współczynnik RI co jąderko były różnej długości i grubości i stanowiły pomosty łączące jąderko z wewnętrzną powierzchnią błony jądrowej. Podobne połączenia obserwował Dubas (1959, 1961), który wyraził nawet przypuszczenie, że pomosty i delikatna siatka łącząca jąderko z błoną jądrową mogą być rozpatrywane jako bezpośrednie drogi przechodzenia substancji jąderka do cytoplazmy. W naszych natomiast badaniach refraktometrycznych przy użyciu oświetlenia fazowo-kontrastowego można było obserwować tylko w nielicznych wypadkach delikatną siateczkę, która wyglądem swoim przypominała pomosty opisane przez Grzyckiego i Dubasa. Przeważnie jednak powierzchnia jąderek była gładka i ostro odcinała się od wewnętrznej struktury jądra, przy czym współczynnik RI tych jąderek we wszystkich badanych przez nas komórkach merystematycznych korzonków *Phaseolus vulgaris* L., *Cucurbita pepo* L. i *Zea mays* L. wynosił 1.5430. Wartość więc uzyskanych wyników była prawie podobna do tej, jaką Grzycki uzyskał dla jąderek komórek zwierzęcych.

Użyta przez nas metoda badań nie dała wyczerpującej odpowiedzi na pytanie dotyczące struktury wewnętrznej jąderek. Jąderka obserwowane w płynach o wysokim RI miały zwykle wygląd jednorodny

o właściwych im własnościach fizycznych, w niektórych jednak występował grubowłóknisty zrąb. W płynach natomiast o niskim RI można było zauważyć, że wewnątrz jąderka wypełnia zrąb utworzony z sieci różnej grubości włókien posiadających różańcowate zgrubienia. Układ zrębu, jakoteż ilość i wielkość jego zgrubień były zawsze różne, przy czym najmniejsze różnice spostrzegało się w jąderkach komórek merystematycznych tej samej rośliny, a bardzo wyraźne różnice występowały przy oglądaniu jąderek komórek należących do roślin różnych gatunkowo. Zrąb jąderka, jak się wydaje, jest więc strukturą zmienną a zmienność ta może być najprawdopodobniej wyrazem przemian fizjologicznych odbywających się w jąderku i komórce. Z e n k t e l e r (1959) także, podobnie jak E s t a b l e i S o t e l o (1954), wykazał w jąderkach żywych i utrwalonych komórek roślinnych struktury włóknikowotaśmowe, które nazwał nukleolonemą. Nukleolonema ma być więc właściwym elementem morfotycznym budowy jąderka pozostającym w łączności z chromozomami podczas mitozy jądra, a tym samym odgrywającym ważną rolę w przemianach metabolicznych komórki.

W jąderkach komórek merystematycznych korzeni dyni (*Cucurbita pepo* L) zwróciło naszą uwagę występowanie wakuoli, posiadającej inny współczynnik RI w porównaniu ze zrębem otaczającym ją. Zrąb jąderka dookoła wakuoli ulegał zagęszczeniu, co stwarzało wygląd gęstej, wyraźnej sieci oplatającej i upewniało nas w przekonaniu, że wakuola utworzona jest z substancji posiadającej nie tylko inne właściwości fizyczne, ale być może także inną budowę chemiczną. Metoda refraktometryczna nie stwarza możliwości wyjaśnienia fizjologicznej wartości wakuoli występującej w jąderku. Różna wielkość wakuoli w różnych komórkach pozwala jednak sądzić, że powstaje ona w wyniku przemian odbywających się w jąderku. O możliwości występowania wakuoli w jąderkach komórek roślinnych wspominają również w swoich pracach L i n s b a u e r (1932), M c C l i n t o c k (1934) i Z e n k t e l e r (1959), który po przeprowadzeniu reakcji z ditizonem uzyskiwał w wakuolach dodatni odczyn na cynk.

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników dochodzimy do wniosku, że przy pomocy techniki refraktometrycznej i oświetlenia fazowo-kontrastującego można prowadzić obserwacje komórki roślinnej nie tylko żywej, ale także utrwalonej i nie barwionej. Można poznać wartości fizyczne różnych elementów komórki, ich kształt, wielkość i umiejscowienie, a w jądrze i jąderku ich strukturę wewnętrzną. Współczynnik RI jąderka komórki roślinnej merystematycznej korzeni *Phaseolus vulgaris* L, *Cucurbita pepo* L i *Zea mays* L po utrwaleniu w płynie Bouina wynosi 1.5430.

PIŚMIENICTWO

1. Dubas St.: The Effect of Cobalt Salts on the Nucleoli of Hepatic Cells (Investigations Conducted by Phase Contrast Illumination). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sec. D, **14**, 19—28, 1959.
2. Dubas St.: Refractometry of the Nucleolus of Asterias Eggs after Treatment with Ribonuclease. Acta anat. **46**, 156—162, 1961.
3. Estable C., Sotelo J.: The Behaviour of Nucleolonema during Mitosis. Symp. at the VIII-th Congress of Cell Biol. Leiden, Ser. B, **21**, 170—190, 1954.
4. Fröhlich K. O.: Phasenkontrastmikroskopie. Das Deutsch. Gesundheitswesen, **8**, 953—957, 1953.
5. Grzycka K.: Research into the Cell Membrane of Plants by Phase Contrast Refractometry. Acta anat. **51**, 153—161, 1962.
6. Grzycki S.: Refractometry of the Golgi Structure by Phase Contrast Microscopy. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, Sec. D, **13**, 335—340, 1958.
7. Grzycki S.: Connective Tissue Fibres Examined by Phase Contrast Refractometry. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, Sec. D, **14**, 7—12, 1959.
8. Grzycki S.: The Morphology of the Golgi Element Examined Refractometrically by Phase Contrast Microscopy. Proc. Zool. Soc. Calcutta, India, **12**, 59—69, 1959.
9. Grzycki S.: The Effect of Different Fixatives on the Golgi Structure Examined by Immersion Refractometry in Phase Contrast Illumination. J. Cytol. Tokyo. Japan, **25**, 108—111, 1960.
10. Grzycki S.: Immersion Refractometry of Nucleolus by Phase Contrast Illumination. Acta anat. **41**, 184—191, 1960.
11. Grzycki S.: Examination of Stained Collagen Fibres and Fibroblast by Phase Contrast Microscopy. Z. mikr. anat. Forsch. **67**, 389—397, 1961.
12. Grzycki S.: Recherches réfractométriques sur l'appareil de Golgi au microscope à contraste de phase. Arch. Anat. Microscop, Paris, **50**, 59—68, 1961.
13. Grzycki S.: Secretory Granules of Pancreatic Cells Refractometrically Examined by Phase Contrast Illumination. Acta anat. **44**, 374—381, 1961.
14. Grzycki S.: Examination of Mitochondria by Phase Contrast Refractometry. Acta anat. **45**, 124—132, 1961.
15. Grzycki S.: The Golgi Elements of Mouse Hepatic Cells Examined Refractometrically by Phase Contrast Illumination J. Cytol. Tokyo, Japan, **26**, 294—300, 1961.
16. Grzycki S.: Phase Contrast Refractometry of Ciliated Epithelium Cells. Acta anat. **50**, 374—381, 1962.
17. Hancox N. M., Kruszyński J.: Refractometry of Tissue Sections by Phase Contrast Microscopy. Exper. Cell. Research. **11**, 327—339, 1956.
18. Kruszyński J.: Golgi Structure of Adenopituitary Cells Revealed by Refractometry and Microincineration. Exper. Cell Research. **13**, 189—193, 1957.
19. Küster E.: Die Pflanzenzelle. Ed. II. Jena 1951.
20. Linsbauer K.: Kerne, Nukleolen und Plasmabewegungen in den Blasen-zellen von *Mesembryanthemum cristallinum*. S. ber. Akad. Wiss. Wien. math. naturw. Kl. Abt. I. **141**, 1932.
21. McClintock B.: The Relation of Particular Chromosomal Element to the Development of Nucleoli in *Zea mays*. Z. Zellforsch. **21**, 294, 1934.

22. Michel K.: Das Phasenkontrastverfahren und seine Eignung für cytologische Untersuchungen. *Naturwiss.* 37, 52—57, 1950.
23. Steffen K.: Cytologische Untersuchungen an Pollenkern und- schlauch. 1. Phasenkontrastoptische Lebenduntersuchung an Pollenschläuchen von *Galanthus nivalis*. *Flora*, 140, 140—174, 1953.
24. Strugger S.: Praktikum der Zell- und Gewebsphysiologie der Pflanze. Ed. II. Berlin 1949.
25. Vazart J.: Différenciation et structure des anthérozoïdes de certains *Ptéridophytes*. *C. r. Acad. Sci. (Paris)*, 235, 78—80, 1952.
26. Zenktelek M.: Spostrzeżenia nad budową jąderek. *Acta Soc. Bot. Pol.* 28, 477—486, 1959.

OBJAŚNIENIA TABLIC

Tabl. I. Komórki merystematyczne korzonka *Phaseolus vulgaris* L. W jąderkach widoczny zrąb utworzony z włókienek posiadających różnej wielkości różańcowate zgrubienia. Utrwal. Bouin. Niebarwione. Mikroskop fazowo kontrastowy Lumipan C. Zeiss (Jena). Obiekt. immersyjny Ph HI 90/1.25. Okular PK 12,5 x (16). Film Agfa Isopan FF 10 Din. Aparat fotograficzny Practina FX. Ryc. 1: RI = 1.6575, ryc. 2: RI = 1.6161, ryc. 3: RI = 1.5844 i ryc. 4: RI = 1.5518

Tabl. II. Komórki merystematyczne korzonka *Phaseolus vulgaris* L. Utrwal. Bouin. Niebarwione. Oświetlenie fazowo kontrastowe. Ryc. 5: RI = 1.5430, ryc. 6: 1.5330, ryc. 7: RI = 1.4962 i ryc. 8: RI = 1.4955.

Tabl. III. Komórki merystematyczne korzonka *Cucurbita pepo* L. Utrwal. Bouin. Niebarwione. Mikroskop fazowo kontrastowy Lumipan C. Zeiss (Jena). W jąderkach zrąb włókienkowy otacza gęstą siatką dużą wakuolę. Ryc. 9: RI = 1.6575, ryc. 10: RI = 1.6161, ryc. 11: RI = 1.5844 i ryc. 12: RI = 1.5643.

Tabl. IV. Komórki merystematyczne korzonka *Cucurbita pepo* L. Utrwal. Bouin. Niebarwione. Oświetlenie fazowo kontrastowe. Ryc. 13: RI = 1.5430, ryc. 14: RI = 1.5330, ryc. 15: RI = 1.4955 i ryc. 16: RI = 1.4601.

Tabl. V. Komórki merystematyczne korzonka *Zea mays* L. W jąderkach widoczny gruboziarnisty włókienkowy zrąb. Utrwal. Bouin. Niebarwione. Mikroskop fazowo kontrastowy Lumipan C. Zeiss (Jena). Ryc. 17: RI = 1.6575, ryc. 18: RI = 1.6161, ryc. 19: RI = 1.5844 i ryc. 20: RI = 1.5643.

Tabl. VI. Komórki merystematyczne korzonka *Zea mays* L. Utrwal. Bouin. Niebarwione. Oświetlenie fazowo kontrastowe. Ryc. 21: RI = 1.5430, ryc. 22: RI = 1.5330, ryc. 23: RI = 1.4955 i ryc. 24: RI = 1.4601.

РЕЗЮМЕ

Меристематические клетки корешков *Phaseolus vulgaris* L., *Cucurbita pepo* L. и *Zea mays* L. фиксированные в жидкости по Bouin'у и неокрашенные подвергались наблюдениям в фазово-контрастном микроскопе. Анализ полученных картин при применении согласно рефрактометрическим методам, различных жидкостей с известным коэффициентом преломления RI, позволяет констатировать, что коэффициент RI ядрышка исследованных клеток составляет 1.5430.

Внутри ядрышко выполнено остовом, построенным из сеточки различной толщины, на которой местами имеются шарикообразные утолщения. Система волокнистого остова, а также количество и величина утолщений были всегда различны, причем наименьшие различия наблюдались в ядрышках клеток у одного растения, и наибольшие в ядрышках клеток, принадлежавших к растениям разных видов. В ядрышках меристематических клеток *Cucurbita pepo* L. была обнаружена большая вакуоль, которая характеризовалась иным коэффициентом в сравнении с волокнистым остовом ядрышка, окружающего вакуоль.

Табл. 1. Меристематические клетки корня *Phaseolus vulgaris* L. В ядрышках заметен остов, образованный из волокон, обладающих утолщениями различной величины. Фиксирование по Bouin'у. Препарат неокрашенный фазово-контрастный. Микроскоп Lumipan Ц. Цейсс (Иена). Иммерсионный объектив Ph HI 90/1.25. Окуляр РК 12.5 × (16). Пленка Agfa Isoran FF 10 дин. Фотоаппарат Practina FX. Рис. 1: RI = 1.6575, Рис. 2: RI = 1.6161, Рис. 3: RI = 1.5844 и Рис. 4: RI = 1.5518.

Табл. 2. Меристематические клетки корня *Phaseolus vulgaris* L. Фиксирование по Bouin'у. Препарат неокрашенный. Фазово-контрастное освещение. Рис. 5: RI = 1.5430, Рис. 6: RI = 1.5330, Рис. 7: RI = 1.4962 и Рис. 8: RI = 1.4955.

Табл. 3. Меристематические клетки корня *Cucurbita pepo* L. Фиксирование по Bouin'у. Препарат неокрашенный. Фазово-контрастный микроскоп Lumipan. Ц. Цейсс (Иена). В ядрышках волокнистый остов в виде густой сетки окружает большую вакуоль. Рис. 9: RI = 1.6575, Рис. 10: RI = 1.6161, Рис. 11: RI = 1.5844 и Рис. 12: RI = 1.5643.

Табл. 4. Меристематические клетки корня *Cucurbita pepo* L. Фиксирование по Bouin'у. Препарат неокрашенный. Фазово-контрастное освещение. Рис. 13: RI = 1.5430, Рис. 14: RI = 1.5330, Рис. 15: RI = 1.4955 и Рис. 16: RI = 1.4601.

Табл. 5. Меристематические клетки *Zea mays* L. В ядрышках виден грубозернистый волокнистый остов. Фиксирование по Bouin'у. Препарат неокрашенный. Фазово-контрастный микроскоп Lumipan Ц. Цейсс. Рис. 17: RI = 1.6575, Рис. 18: RI = 1.6161, Рис. 19: RI = 1.5844 и Рис. 20: RI = 1.5643.

Табл. 6. Меристематические клетки *Zea mays* L. Фиксирование по Bouin'у. Препарат неокрашенный. Фазово-контрастное освещение. Рис. 21: RI = 1.5430, Рис. 22: RI = 1.5330, Рис. 23: RI = 1.4955 и Рис. 24: RI = 1.4601.

SUMMARY

Meristematic cells of the root of *Phaseolus vulgaris* L., *Cucurbita pepo* L. and *Zea mays* L., fixed in Bouin's fluid and unstained, were observed in phase contrast illumination. An examination of the pictures obtained, on using, by refractometric method, various media with known RI, made it possible to determine the RI of the nucleolus of the investigated cells which was 1.5430. The inside of the nucleolus was filled up with a stroma, formed of fibres, varying in thickness, and with

rosary-like thickenings. The fibrous stroma and the number and size of its thickenings varied; the smallest differences were observed in the nucleolus of the cells which belonged to the same plant, while considerable differences were found to occur in the nucleolus whose cells belonged to plants of different species. In the nucleoli of the meristematic cells of *Cucurbita pepo* L. a large vacuole was observed whose RI was found to be different from that of the fibrous stroma of the nucleolus which surrounded the vacuole.

EXPLANATION OF FIGURES

Table I. Meristematic cells of the root of *Phaseolus vulgaris* L. Stroma made up of fibres with rosary-like thickenings, varying in size, is visible in the nucleoli. Bouin's fixation. Unstained. Lumipan C. Zeiss (Jena), phase contrast microscope. Immersion objective Ph. HJ. 90/1.25. Ocular PK 12.5 x (16). Film Agfa Isopan FF 10 Din. Camera Practina FX. Fig. 1: RI = 1.6575, Fig. 2: RI = 1.6161, Fig. 3: RI = 1.5844, and Fig. 4: RI = 1.5518.

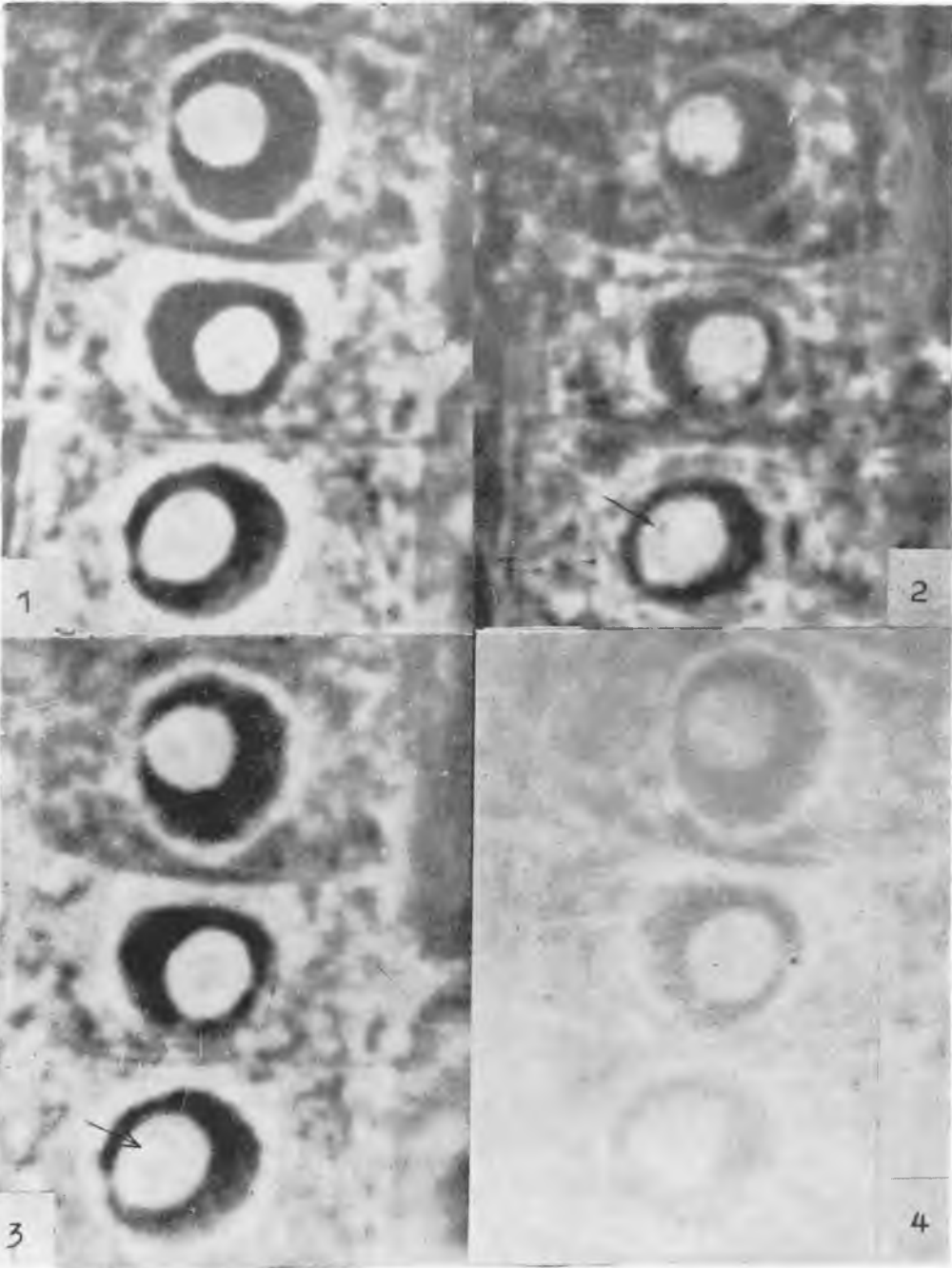
Table II. Meristematic cells of the root of *Phaseolus vulgaris* L. Bouin's fixation. Unstained. Phase contrast illumination. Fig. 5: RI = 1.5430, Fig. 6: RI = 1.5330, Fig. 7: RI = 1.4962, Fig. 8: RI = 7.4955.

Table III. Meristematic cells of the root of *Cucurbita pepo* L. Bouin's fixation. Unstained. Lumipan phase contrast microscope, C. Zeiss (Jena). In the nucleoli the stroma surrounds a large vacuole with a dense network. Fig. 9: RI = 1.6575, Fig. 10: RI = 1.6161, Fig. 11: RI = 1.5844 and Fig. 12: RI = 1.5643.

Table IV. Meristematic cells of the root of *Cucurbita pepo*. Bouin's fixation. Unstained. Phase contrast illumination. Fig. 13: RI = 1.5430, Fig. 14: RI = 1.5330, Fig. 15: RI = 1.4955 and Fig. 16: RI = 1.4601.

Table V. Meristematic cells of the root of *Zea mays* L. In the nucleoli fine-grained stroma is visible. Bouin's fixation. Unstained. Lumipan phase contrast microscope, C. Zeiss (Jena), Fig. 17: RI = 1.6575, Fig. 18: RI = 1.6161, Fig. 19: RI = 1.5844 and Fig. 20: RI = 1.5643.

Table VI. Meristematic cells of the root of *Zea mays* L. Bouin's fixation. Unstained. Phase contrast illumination. Fig. 21: RI = 1.5430, Fig. 22: RI = 1.5330, Fig. 23: RI = 1.4955 and Fig. 24: RI = 1.4601.



Kazimiera Grzycka

