Mejoza u wirusowo chorych roślin łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.)

Meiosis in virus infected yellow lupin plants (*Lupinus luteus* L.)

T. KAZIMIERSKI i E. M. KAZIMIERSKA

Choroby infekcyjne pochodzenia wirusowego wywołują zmiany w budowie morfologicznej, anatomicznej i składzie chemicznym rośliny [3, 4, 5].

Są choroby wirusowe niszczące całkowicie roślinę, są takie, które powodują spadek płodności roślin niszcząc rozwijający się gametofit męski i żeński. Wysoki odsetek martwych pyłków, co stwierdzili K a z i m i e r s k i i K a z i m i e r s k a [2], u wirusowo chorych roślin łubinu żółtego nasuwał przypuszczenie, że czynnik infekcyjny, działając na jądro komórkowe, może powodować zaburzenia w podziale redukcyjnym. Poniżej przedstawiono wyniki ilustrujące przebieg mejozy i powstawanie mikrospor u roślin zdrowych i chorych *L. luteus*, porażonych wirusem wąskolistności łubinu żółtego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań w postaci młodych pączków pochodził z roślin zdrowych i chorych trzech odmian łubinu żółtego: 'Pomorskiego Pastewnego', 'Ekspresu' i 'Popularnego'. W ciągu czterech lat, od 1964 do 1967, pąki kwiatowe utrwalano w utrwalaczach Carnoy, FAA i Nawaszina. Przebieg mejozy analizowano na preparatach rozmazowych, barwionych acetokarminem i według metody Feulgena. Rozwój mikrosporangiów badano na preparatach mikrotomowych trwałych, barwionych hematoksyliną żelazistą lub metodą Feulgena, a dla lepszego skonstrastowania cytoplazmę podbarwiano zielenią trwałą. Rysunki wykonano aparatem do rysowania Abbe'go, fotografie aparatem Exakta.

WYNIKI

Rośliny łubinu żółtego z objawami wąskolistności zakwitają o kilka dni później niż rośliny zdrowe. Rośliny chore wytwarzają dużo pędów bocznych i kwitną do późnej jesieni. Blaszki liściowe na pędach bocznych są zniekształcone, często zredukowane i osadzone na krótszych ogonkach liściowych niż u roślin zdrowych (Fot. 1). Kwiaty roślin chorych mają zniekształcone płatki korony, a płatki tworzące łódeczkę są niezrośnięte (Fot. 2). Większość kwiatów opada i tylko nieliczne dają strąki. Nasiona z roślin chorych z porażenia wtórnego są większe niż nasiona z roślin zdrowych.

Fot. 1, 2. Liście i kwiaty roślin zdrowych i chorych łubinu żółtego
 Fot. 1 — po lewej z rośliny zdrowej, po prawej z roślin chorych; Fot. 2 — szereg górny
 z rośliny zdrowej, szereg dolny z rośliny chorej

Figs. 1, 2. Leaves and flowers of healthy and infected yellow lupin plants
 Fig. 1. On the left — healthy, on the right — infected; Fig. 2. Upper range — healthy,
 beneath — infected

Badania wykonane na preparatach trwałych wykazały, że mikrosporangia u roślin zdrowych i chorych rozwijają się początkowo normalnie. Wewnętrzne ściany komórek sporogennych wyścielone są jedną warstwą jednojądrowych komórek tapetalnych, pod którą znajdują się komórki sporogenne. Komórki tapetalne w komorach sporogennych roślin zdrowych zanikają po uformowaniu się dwujądrowych mikrospor. U roślin zdrowych nie spotykano zamierających komórek w tetradach mikrospor. W komorach sporogennych roślin chorych z porażenia pierwotnego, a częściej z porażenia wtórnego, komórki tapetum pylnikowego często zanikały w okresie tworzenia się tetrad. W fazie jednojądrowych mikrospor w wielu komorach pyłkowych nie było komórek tapetum. W tetradach często zamierały pojedyncze, a nawet wszystkie cztery mikrospory (Fot. 3). Nierzadkie były wypadki zamierania wszystkich jednojądrowych mikrospor w komorze sporogennej (Fot. 4).

W komórkach macierzystych pyłku z roślin zdrowych i chorych, których jądra znajdowały się w fazie zygotenu — pachytenu, mierzono średnicę jąderka. Jak widać na wykresie I, najczęściej było jąderka o średnicy

Wykres I. Średnica jąderka (w mikronach) i częstotliwość występowania (w %) w komórkach macierzystych pyłku zdrowych i chorych roślin łąbinu żółtego
1 — rośliny zdrowe; 2 — rośliny chore

Diagram I. Correlation between diameter of nucleoli (in micr.) and frequency of their appearance (in %) of PMC's from healthy and infected yellow lupin plants
1 — healthy plants; 2 — infected plants

około 10 mikr. Krzywe wykreślone dla roślin zdrowych i chorych, w oparciu o średnicę jąderka i częstotliwość ich występowania, prawie się nakrywają, a kształtem są bliskie idealnej krzywej zmienności Galtona.

U roślin zdrowych w komórkach macierzystych pyłku mejoza miała przebieg typowy (Fot. 5, 6 i 7 oraz Tab. 1).

Tabela 1 — Tabela 1
 Figury chromatynowe podczas pierwszej metafazy
 Chromatine figures in the first metaphase stage

Rośliny Plants	Liczba analizo- wanych komórek macie- rzystych pyłku Number of coun- ted PMC	Figury chromatyczne — Chromatine figures								
		26 ^{II}	25 ^{II} +2 _I	24 ^{II} +4 _I	23 ^{II} +6 _I	22 ^{II} +8 _I	21 ^{II} +10 _I	21 ^{II} +6 _I +1 _{IV}	20 ^{II} +12 _I	18 ^{II} +1 _{III} +7 _I
Zdrowe Healthy	728	728	—	—	—	—	—	—	—	—
Chore Infected	212	97	76	25	8	2	1	1	1	1

Wszystkie rośliny chore wykazywały zaburzenia podczas pierwszej metafazy mejotycznej (Tab. 2). Po uformowaniu się płytki metafazowej w 54% komórek macierzystych pyłku roślin chorych znajdowano uniwalenty, biwalenty oraz sporadycznie triwalenty i kwadriwalenty (Tab. 1). Pozostałe 46% komórek macierzystych pyłku miało w płytkach metafazowych 26 biwalentów. W około 52% komórek macierzystych pyłku poza płytką metafazową znajdowały się uniwalenty i biwalenty. W różnych komórkach macierzystych pyłku liczba uniwalentów leżących poza płytką metafazową wahała się od 1 do 11 uniwalentów (Fot. 8, 9, 10 i 11), biwalentów znajdowało się poza płytką od 1 do 10 (Fot. 12). Niekiedy chromosomy podczas pierwszej metafazy tworzyły wyraźnie od siebie oddzielone dwie grupy, poza którymi znajdował się pojedynczy biwalent (Fot. 13). W innych komórkach macierzystych pyłku podczas pierwszej metafazy chromosomy układały się w trzy płytki podziałowe, poza którymi leżał jeden biwalent (Fot. 14). Znajdowano komórki macierzyste pyłku z trójbiegunowym wrzecionem kariokinetycznym (Tabl. IV, rys. 1a), gdy normalnie jest ono dwubiegunowe.

Tylko u jednej z badanych roślin nie stwierdzono zaburzeń w stadium pierwszej anafazy, prawdopodobnie dlatego, że liczba analizowanych komórek macierzystych pyłku, znajdujących się w tej fazie podziałowej, była za mała. U pozostałych analizowanych roślin podczas tej fazy znajdowano opóźniające się chromosomy i mostki chromatynowe (Fot. 15, 16 i 17). Opóźniające się chromosomy nie zawsze wchodziły do formujących się po pierwszej telofazie jąder diady, gdyż w fazie interkinezy w cytoplazmie znajdowano pojedyncze chromosomy (Fot. 18). W niektórych komórkach macierzystych pyłku po pierwszym podziale formowało

Tabela 2 — Table 2
Zakłócenia w procesie mejozy
Disturbances in the process of meiosis

	Pierwsza metafaza — M I				Pierwsza anafaza — A I				Druga metafaza — M II				Druga anafaza — A II			
	liczba ana- lizowanych komórek ma- cierzystych		ilość komórek z zakłóceniami PMC's with disturbances		liczba ana- lizowanych komórek ma- cierzystych		ilość komórek z zakłóceniami PMC' s with disturbances		liczba ana- lizowanych komórek ma- cierzystych		ilość komórek z zakłóceniami PMC' s with disturbances		liczba ana- lizowanych komórek ma- cierzystych		ilość komórek z zakłóceniami PMC' s with disturbances	
	pytku Number of counted PMC	ber	%		pytku Number of counted PMC	ber	%		pytku Number of counted PMC	ber	%		pytku Number of counted PMC	ber	%	
Rośliny Plants																
Zdrowe Healthy	1304	—	—	—	88	—	—	—	143	—	—	—	222	—	—	—
Chore, Nr Infected																
No. 1	112	32	28,57													
2																
3	83	44	53,01													
4	77	58	75,32		29	4	13,79		59	22	37,28					
5	81	25	30,86		9	3	33,33		45	29	64,44					
6	31	14	45,16						92	52	56,52		15	6	40,00	
7	76	52	68,42		19	2	10,52		120	62	51,66		64	37	57,81	
8	109	61	55,96													
9	122	82	67,21		32	5	15,62									
10	28	20	71,42		15	5	33,33									
11	74	34	45,94		2	2	100,00									
12	25	10	40,00													
13	8	5	62,50		32	5	15,62						31	5	16,13	
14	142	32	22,53		15	5	33,33						2	—	—	
15	12	5	41,66		2	2	100,00		104	45	43,26		40	1	2,50	
16																
17	40	37	92,50		15	3	20,00									
18	132	18	63,63		9	3	33,33									
19	12	12	100,00		6	—	X									
20	3	2	66,66													
21	129	63	48,83		30	2	6,66									
Razem Total	1296	672	51,80		274	49	17,88		800	404	50,50		289	61	21,11	

Tabela 3 — Table 3

Zmienność liczby jąderek w jądrach diad
 Variability within the number of nucleoli in diads nuclei

Rośliny Plants	Liczba anali- zowanych komórek macierzy- stych pyłku Number of counted PMC	Liczba jąderek w jądrach diady Number of nucleoli in the diads nuclei						
		jedno i jedno one and one	jedno i dwa one and two	dwa i dwa two and two	jedno i trzy one and three	trzy i trzy three and three	dwa i cztery two and four	cztery i cztery four and four
Zdrowe Healthy % per cent	341	321 94,1	18 5,3	1 0,3	1 0,3	—	—	—
Chore Infected % per cent	185	144 77,8	24 13,0	3 1,6	7 3,8	4 2,1	1 0,6	2 1,1

się tylko jedno jądro, a liczne chromosomy były bezładnie rozrzucone w cytoplazmie komórki (Fot. 19).

Po pierwszym podziale mejotycznym liczba chromosomów na przeciwnych biegunach komórki nie zawsze była jednakowa. Podczas interki-nezy i drugiej profazy w jednym z jąder znajdowało się od 23 do 25, a w drugim od 27 do 29 chromosomów (Rys. 2a na tablicy IV).

Druga metafaza, w części komórek macierzystych pyłku, przebiegała prawidłowo (Fot. 20), w innych poza płytkami podziałowymi znajdowało się od 1 do 15 chromosomów (Fot. 21, 22; Rys. 3a). Chromosomy, które nie weszły do płytek metafazowych widoczne były w cytoplazmie pod-czas drugiej anafazy (Rys. 4a). Podczas drugiej anafazy i telofazy część chromosomów pozostawała poza powstającymi jądrami (Fot. 23).

Dwujądrowe cenocyty z roślin zdrowych i chorych w fazie interki-nezy różniły się liczbą jąderek w jądrze. W jądrach ponad 90% diad z roślin zdrowych znajdowało się po jednym jąderku, jądra pozostałych diad zawierały więcej niż jedno jąderko. U roślin chorych po jednym jąderku w jądrze znajdowało się u około 78% diad, w jądrach pozostałych diad liczba jąderek wahała się od dwóch do czterech (Tab. 3).

W niektórych komórkach podczas drugiej anafazy chromosomy jed-nego jądra rozchodziły się do przeciwnych biegunów, chromosomy dru-giego jądra po podziale pozostawały na miejscu (Rys. 5a). Skutkiem ta-kiego podziału było, prawdopodobnie, formowanie się triad mikrospor różnego kształtu i średnicy (Fot. 24, 25 i 26; Rys. 6a). Były także ko-mórki, w których podczas drugiego podziału formowała się jedna płytka metafazowa, a w anafazie chromosomy dosyć regularnie rozchodziły się

Tabela 4 — Table 4

Mikrosporogeneza

Microsporogenesis

Rośliny Plants	Typy poliady — Tipe of poliads					
	diady diads	triady triads	tetrazy tetrads	pentady pentads	heksady hexads	Razem Total
Zdrowe Healthy	—	—	2671(100,00)	—	—	2671
Chore, Nr. Infected						
No. 1	—	—	647(100,00)	—	—	647
2	26 (3,10)	3 (0,36)	807 (96,30)	2(0,24)	—	838
3	—	—	552(100,00)	—	—	552
4	—	—	343 (99,71)	—	1(0,29)	344
5	6 (0,85)	3 (0,43)	696 (98,72)	—	—	705
6	—	—	463(100,00)	—	—	463
7	—	—	881(100,00)	—	—	881
8	—	2 (0,36)	552 (99,64)	—	—	554
9	53 (4,73)	59 (5,27)	1003 (89,64)	2(0,18)	2(0,18)	1119
10	6 (0,91)	69(10,44)	586 (88,65)	—	—	661
11	2 (0,80)	3 (1,20)	245 (98,00)	—	—	250
12	60(11,41)	30 (5,70)	435 (82,70)	1(0,19)	—	526
13	—	—	227(100,00)	—	—	227
14	—	—	189(100,00)	—	—	189
15	—	—	165(100,00)	—	—	165
16	—	—	263(100,00)	—	—	263
17	—	—	160(100,00)	—	—	160
18	—	—	277(100,00)	—	—	277
19	—	—	224(100,00)	—	—	224
20	—	—	167(100,00)	—	—	167
21	19 (4,62)	2 (0,48)	389 (94,66)	1(0,24)	—	411

do przeciwnych biegunów (Fot. 27). Po takim podziale mogły powstawać jednojądrowe i dwujądrowe diady mikrospor (Fot. 28; Rys. 7a).

Po drugim podziale cenocyty przekształcały się w diady, triady, tetrazy, pentady i heksady mikrospor (Tab. 4; Fot. 29 i 30; Rys. 8a i 9a).

Dwanaście z dwudziestu jeden badanych roślin chorych po drugiej telofazie formowało tylko tetrazy mikrospor, pozostałe dawały tetrazy i różne od tetrad poliady (Tab. 4). Najczęściej były to diady, których odsetek u niektórych roślin dochodził do 11% i do ponad 10% triad. Pentady i heksady były nieliczne.

U wszystkich roślin chorych znajdowano tetrazy, w których mikrospory różniły się średnicą między sobą (Tab. 5; Fot. 26), oraz tetrazy, w których degenerowała jedna lub więcej mikrospor (Tab. 5). Odsetek pierwszych wahał się od 6 do prawie 30%, drugich od 2 do prawie 22%.

Tabela 5 — Table 5

Średnica i degeneracja mikrospor w tetradach
Size and degeneration of microspores in the tetrads

Rośliny Plants	Mikrospory w tetradach: Microspores within the tetrads:						Razem Total
	podobne kształtem i średnicą similar in shape and diameter		różniące się średnicą different in diameter		degenerujące degenerating		
	liczba number	%	liczba number	%	liczba number	%	
Zdrowe Healthy Chore, Nr Infected	2 671	100,00	—		—		2 671
No. 1	576	89,03	58	8,96	13	2,01	647
2	646	80,05	84	10,41	77	9,54	807
3	463	83,88	63	11,41	26	4,71	552
4	291	84,85	37	10,78	15	4,37	343
5	620	89,08	41	5,89	35	5,03	696
6	391	84,46	51	11,01	21	4,53	463
7	723	82,07	92	10,44	66	7,49	881
8	417	75,55	69	12,50	66	11,95	552
9	831	82,86	73	7,27	99	9,87	1 003
10	446	76,11	62	10,58	78	13,31	586
11	171	69,81	39	15,91	35	14,28	245
12	341	78,40	47	10,80	47	10,80	435
13	145	63,88	39	17,18	43	18,94	227
14	120	64,50	49	25,92	20	10,58	189
15	110	66,74	32	19,39	23	13,93	165
16	163	61,98	42	15,97	58	22,05	263
17	123	76,88	24	15,00	13	8,12	160
18	223	80,51	39	14,08	15	5,41	277
19	137	61,17	54	24,10	33	14,73	224
20	108	64,68	44	26,34	15	8,98	167
21	289	74,31	62	15,93	38	9,76	389

W tetradach mikrospor sporadycznie znajdowano dwujądrowe mikrospory, w diadach trójjądrowe (Rys. 8a), a w triadach dwujądrowe komórki (Rys. 9a).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Słaba płodność i bezpłodność łubinu żółtego porażonego wirusem wąskolistności łubinu żółtego jest powodowana zaburzeniami w procesie makrogametogenezy, jak to obserwowali Kazimierski i Kazi-

mierska [2] i mikrosporogenezy. U roślin chorych są duże odchylenia od typowego obrazu mejozy. Podczas diakinezy występują uniwalenty. Poza płytką równikową pierwszej metafazy znajdują się biwalenty i uniwalenty. W anafazie pojedyncze chromosomy są opóźnione, formują się mostki chromatynowe. Często się zdarza, że w stadium pierwszej i drugiej telofazy chromosomy pozostają w cytoplazmie. Liczba chromosomów w jądrach powstałych po pierwszym i drugim podziale nie zawsze była jednakowa, w niektórych jądrach znajdowało się mniej, w innych więcej niż 26 chromosomów. Brakujące w jądrze chromosomy wchodziły do drugiego jądra albo pozostawały w cytoplazmie komórki. Formowały się jądra restytucyjne najczęściej po drugim podziale. W procesie formowania mikrospor powstawały diady, triady, tetrady, pentady i heksady mikrospor. W części tetrad mikrospory różniły się średnicą, w innych jednojądrowe mikrospory degenerowały przed zanikiem otoczki kallozowej.

Jądra diad z roślin zdrowych różniły się od jąder diad z roślin chorych. Diady z roślin zdrowych mają w jądrze przeważnie jedno i tylko sporadycznie więcej niż jedno jąderko. W diadach z roślin chorych jądra najczęściej zawierały więcej niż jedno jąderko.

Stosunkowo często spotykano nierównomierne rozchodzenie się chromosomów oraz formowanie się jąder restytucyjnych. Podobne procesy mogą prowadzić do powstania roślin aneuploidalnych, triploidalnych, a nawet tetraploidalnych, gdyż analogiczne zaburzenia zachodzą niewątpliwie również w makrosporogenezie.

Opisane zakłócenia mogą więc być przyczyną niskiej żywotności pyłku i płodności roślin chorych łubinu żółtego. O mechanizmie działania patogena na komórki rozrodcze roślin trudno w tej chwili powiedzieć coś wiążącego. Mechanizm ten, w pewnej mierze został zbadany dla objawów chorobowych zespołu Downa u człowieka [1].

WNIOSKI

1. Rośliny łubinu żółtego, porażone wirusem wąskolistności, wykazują zaburzenia podczas mejozy w komórkach macierzystych pyłku. Podczas pierwszej metafazy część chromosomów występuje w formie uniwalentnej, pojedyncze biwalenty znajdują się poza płytką metafazową. W anafazie i telofazie pierwszego i drugiego podziału występowały mostki chromatynowe i opóźnione chromosomy, przy czym te ostatnie nie zawsze wchodziły do formujących się jąder. Po drugiej telofazie znajdowano diady, triady, tetrady, pentady i heksady mikrospor. Stosunkowo często jedna i więcej mikrospor degenerowało w tetradzie.

2. Nierównomierny rozdział substancji chromatynowej oraz formowa-

nie się jąder restytucyjnych u roślin wirusowo chorych łubinu żółtego może inicjować pojawianie się roślin polisomicznych, triploidalnych i tetraploidalnych.

3. Zakłócenia w przebiegu mejozy u roślin chorych są bezpośrednią przyczyną obniżonej żywotności pyłku u tych roślin.

*Zakład Genetyki Roślin
Polskiej Akademii Nauk
Poznań, ul. Wojska Polskiego 71c, Poland*

(Wpłynęło dn. 14.XII.1968 r.)

SUMMARY

The course of meiosis was studied in the PMC's in yellow lupin plants healthy and infected with narrowleavedness. The investigations showed that in healthy plants meiosis runs a typical course. A number of disturbances was noted in the infected plants: during the first metaphase a part of the chromosomes occurred in univalent form, single bivalents were observed beyond the metaphase plate. In the anaphase and telophase of the first and second division chromatin bridges and retarded chromosomes occurred. The latter did not always enter the forming nuclei. After the second telophase microspore diads, triads, tetrads, pentads and hexads were found. Rather frequently one or more microspores degenerated in the tetrad.

LITERATURA

1. Evans H. J., 1967, The nucleolus, virus infection, and trisomy in man. *Nature*, 214, No. 5086:361—363.
2. Kazimierski T. i Kazimierska E. M., 1965, The impact of virus diseases on the viability of pollen and the development of embryo sac in *Lupinus luteus* L. *Acta Soc. Bot. Pol.* 34:363—374.
3. Makower H., 1960, Praca zbiorowa, *Wirusologia ogólna*, 1—39, PWN, Warszawa.
4. McWhorter F. P., 1965, The virus inclusions. *Annual Review of Phytopathology*, 3, 287—352.
5. Schuphan W., 1950, *Ztschr. f. Pflanzenkrankh.* 57, 321.

Tablica I — Plate I

Mejoza i mikrosporogeneza u roślin zdrowych i wirusowo chorych łubinu żółtego. Fot. 3 i 4. Podłużny przekrój pylników z roślin chorych: Fot. 3. Degenerujące w tetradach jednojądrowe mikrospory; Fot. 4. Komora pyłkowa z degenerującymi mikrosporami. Fot. 5—7. Rośliny zdrowe: Fot. 5. Pierwsza metafaza z 26 biwalentami; Fot. 6. Pierwsza anafaza, do przeciwnych biegunów przesuwa się po 26 chromosomów; Fot. 7. Tetrada mikrospor. Fot. 8—11. Pierwsza metafaza w komórkach macierzystych pyłku roślin chorych; Fot. 8. Płytką z 10 uniwalentami; Fot. 9, 10 i 11: Płytki z dwoma uniwalentami. Fot. 3 i 4: preparaty mikrotomowe, powiększenie 250 ×. Fot. 5—11: preparaty rozmazowe, powiększenie: Fot. 5 i 6 oraz 8—11: 960 ×. Fot. 7: 352 ×.

Meiosis and microsporogenesis in healthy and virus infected yellow lupin plants Figs 3 and 4. Anthers longitudinal section of infected plants: Fig. 3. One-nucleated microspores degenerating in the tetrads; Fig. 4. All degenerated one-nucleated microspores. Figs 5—7. Healthy plants: Fig. 5. M I with 26 bivalents; Fig. 6. A I — to opposite poles move 26 chromosomes; Fig. 7. Tetrad of microspores. Figs 8—11. M I of infected plants: Fig. 8. Plate with 10 univalents; Figs 9, 10 and 11: Plates with 2 univalents in ich. Figs 3 and 4: paraffin preparation. Magnific.: 200 ×.

Figs 5—11: smears; Magnific.: Figs 5 and 6 and 8—11: 960 ×; Fig. 7: 352 ×.

Tablica II — Plate II

Mejoza u roślin wirusowo chorych łubinu żółtego

Fot. 12. Pierwsza metafaza z biwalentem poza płytką; Fot. 13. Pierwsza metafaza z chromosomami w dwóch grupach i pojedynczym biwalentem; Fot. 14. Pierwsza metafaza z chromosomami w trzech grupach i pojedynczym biwalentem; Fot. 15. Pierwsza anafaza z opóźnionymi chromosomami; Fot. 16. Pierwsza anafaza z mostkiem; Fot. 17. Pierwsza anafaza z trzema mostkami; Fot. 18. Interkineza z dwoma chromosomami w cytoplazmie; Fot. 19. Interkineza po pierwszym podziale z jednym jądrem, pozostałe chromosomy rozrzucone w cytoplazmie; Fot. 20. Druga metafaza.

Preparaty rozmazowe; Powiększenie 960 ×.

Meiosis in virus infected yellow lupin plants

Fig. 12. M I with bivalent outside the plate; Fig. 13. M I with chromosomes in two groups and single bivalent; Fig. 14. M I with chromosomes in three groups and single bivalent; Fig. 15. A I with lagging chromosomes; Fig. 16. A I with bridge; Fig. 17. A I with three bridges; Fig. 18. Interkinesis with two chromosomes in cytoplasm; Fig. 19. Interkinesis with one nucleus, the remaining chromosomes are chaotically scattered in the cytoplasm; Fig. 20. M. II. All figs smears; Magnific.:

960 ×.

Tablica III — Plate III

Mejoza i mikrosporogeneza u roślin wirusowo chorych łubinu żółtego

Fot. 21. Druga metafaza z jednym chromosomem w cytoplazmie; Fot. 22. Druga metafaza z trzema chromosomami w cytoplazmie; Fot. 23. Druga telofaza z opóźnionymi chromosomami; Fot. 24 i 25. Triady po drugim podziale; Fot. 26. Triada i tetrada mikrospor, spory o różnej średnicy; Fot. 27. Druga metafaza w jądrze restytucyjnym; Fot. 28. Diada mikrospor; Fot. 29 i 30. Tetrada i pentada po drugim podziale. Preparaty rozmazowe. Powiększenie: Fot. 21—23 i 27: 960×, Fot. 24—26 i 28—30: 352×.

Meiosis and microsporogenesis in virus infected yellow lupin plants.

Fig. 21. M II with one chromosome in cytoplasm; Fig. 22. M II with three chromosomes in cytoplasm; Fig. 23. T II with lagging chromosomes; Fig. 24 and 25. Triads after second division; Fig. 26. Triad and tetrad of microspores — microspores of different size; Fig. 27. M II in the restitution nucleus; Fig. 28. Diad of microspores; Figs 29 and 30. Tetrad and pentad after second division. All figs smears; Magnific.: Figs 21—23 and 27: 960×, Figs 24—26 and 28—30: 352×.

Tablica IV — Plate IV

Mejoza i mikrosporogeneza u roślin wirusowo chorych łubinu żółtego.

Rys. 1a. Pierwsza metafaza z trójbiegunowym wrzecionem kariokinetycznym; Rys. 2a. Profaza z 25 chromosomami w jednym jądrze i 27 w drugim; Rys. 3a. Druga metafaza z chromosomami poza płytkami; Rys. 4a. Druga telofaza z trzema chromosomami w cytoplazmie; Rys. 5a. W jednym z jąder druga anafaza, w drugim chromosomy pozostały na miejscu; Rys. 6a. Triada mikrospor; Rys. 7a. Diada mikrospor, spory dwujądrowe; Rys. 8a. Diada mikrospor, jedna ze spor trójjądrowa; Rys. 9a. Triada mikrospor, jedna ze spor dwujądrowa. Preparaty rozmazowe.

Powiększenie: 900×.

Meiosis and microsporogenesis in virus infected yellow lupin plants

Fig. 1a. M I with three polar cariocinetic spindle; Fig. 2a. Prophase with 25 chromosomes in one and 27 chromosomes in the second nucleus; Fig. 3a. M II with chromosomes outside the plate; Fig. 4a. T II with three chromosomes in the cytoplasm; Fig. 5a. A II in one nucleus, in the second chromosomes remained on the place; Fig. 6a. Triad of microspores; Fig. 7a. Diad of microspores with two nuclei in each; Fig. 8a. Diad of microspores, one three-nucleate; Fig. 9a. Triads of microspores, one bi-nucleate. All figs smears.

Magnific.: 900×.

TABLICA IV – PLATE IV

1a

2a

3a

4a

5a

6a

7a

8a

9a