Badania mieszańców w rodzaju *Trifolium* L.

II. Morfologia i cytogenetyka mieszańców *Trifolium neglectum* C. A. M. $\times$ *Trifolium fragiferum* L.

Investigations on hybrids in the genus *Trifolium* L.

II. Morphology and cytogenetics of the *T. neglectum* C. A. M. $\times$ *T. fragiferum* L. hybrids

T. KAZIMIERSKI i E. M. KAZIMIERSKA

Koniczyna rozdęta (*Trifolium fragiferum* L.) jest to gatunek dla Polski endemiczny, nie uprawiany. Na innych kontynentach, gdzie została zawieziona, zajmuje, jako dobra roślina pastwiskowa, znaczne powierzchnie (Whyte, Nilsson-Leissner i Trumble 1953). Wydaje się, że warto jej poświęcić trochę uwagi choćby dlatego, że odznacza się cechami nie spotykanymi u uprawnych gatunków rodzaju *Trifolium*. Rośliny *T. fragiferum* charakteryzują się wysoką wytrzymałością na zatapianie i podtapianie, dobrze rosną na stanowiskach zasolonych, znoszą dłuższe okresy suszy (Whyte i inni, 1953; Bobrow 1947). Z innych, nie mniej ważnych cech, należy wymienić odporność na wirusa zielenienia kwiatów, który wyrządza poważne szkody na uprawach koniczyny szwedzkiej, białej, a niekiedy i czerwonej (Klinkowski 1964). Choroba ta występuje na obszarze całej Polski na plantacjach polowych i na roślinach rosnących na stanowiskach naturalnych u trzech wymienionych gatunków. Na koniczynie rozdętej objawów tej choroby dotychczas nie spotkano (Kazimierski 1969).

Prace z koniczyną rozdętą rozpoczęto w 1966 r. Aby poznać pokrewieństwo genetyczne *T. fragiferum* podjęto próby jej krzyżowania z innymi gatunkami, co może mieć w przyszłości pewne znaczenie. Udało się skrzyżować *T. fragiferum* z *T. neglectum* i podajemy charakterystykę cech morfologicznych oraz przebieg mejozy u roślin form rodzicielskich i mieszańcowych.

MATERIAŁ I METODY

Nasiona *Trifolium fragiferum* L. pochodziły z okolic Poznania. Rośliny użyte do badań były typowe dla gatunku (Szafer i Pawłowski 1959). Z Instytutu Hodowli Roślin w Sofii otrzymaliśmy nasiona *T. neglectum* C. A. M. Rośliny *T. neglectum* i *T. fragiferum* mają pewne cechy podobne, innymi się różnią. Niektóre cechy i właściwości badanych gatunków zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1 — Table 1

Niektóre cechy *T. neglectum* i *T. fragiferum*
 Certain traits of *T. neglectum* and *T. fragiferum*

Gatunek Species	Liście — Leaves				Pędy Shoots
	barwa colour	długość blaszki, length of blade, mm	szerokość blaszki, width of blade, mm	długość ogonka liściowego, length of petiole, cm	
<i>T. neglectum</i>	sinozielone z jasną plamką bluish green with light spot	13,0	8,8	5,5	płożące procumbent
<i>T. fragiferum</i>	zielone bez ja- snej plamki green without light spot	12,0	7,9	3,3	płożące procumbent
Kwiaty — Flowers					
	barwa colour	liczba kwiatów w główce, średnia no. of flowers in head, mean	średnia długość szypuła, mean length of stems, cm	korona kwiatowa po przekwitnie- niu corolla after overblowing	Liczba chromo- somów, no. of chromo- somes, 2n
<i>T. neglectum</i>	jasnoróżowe light pink	35	7,1	na zewnątrz kielicha outside calyx	16
<i>T. fragiferum</i>	różowe pink	76	7,1	zamknięta w kielichu encapsulated in calyx	16

Rośliny mieszańcowe i form rodzicielskich w pierwszym roku rosły w szklarni, w drugim roku życia każdą roślinę klonowano i pozostawiano jeden klon w szklarni a drugi wysadzano na polu. W ten sposób można było zbadać stopień samopłodności i obcopylności.

W okresie wegetacji notowano wschody, kwitnienie, dojrzewanie; mierzono długość i szerokość listków, długość ogonków liściowych, szypuła kwiatostanowych i średnicę dojrzałych owocostanów. Na dojrzałych główkach określano ogólną liczbę strąków w główce oraz liczbę strąków płodnych i płonnych. Gdy rośliny zakwitły pobierano z nich pyłek i barwiono acetokarminem, aby określić odsetek

żywnych ziarenek pyłkowych. Do badania przebiegu mejozy młode pąki kwiatowe utrwalano w mieszaninie Carnoy. Podziały redukcyjne analizowano na preparatach rozmazowych barwionych acetokarminem. Zdjęcia wykonano aparatem Exacta.

WYNIKI

Cechy morfologiczne

Nasiona mieszańcowe otrzymano krzyżując *T. neglectum* ♀ z *T. fragiferum* ♂. Przy krzyżowaniu zwrotnym nasiona nie zawiązały się. Rośliny, które wyrosły z nasion mieszańcowych, były bujniejsze, obficie ulistnione i miały więcej kwiatostanów niż rośliny form rodzicielskich (fot. 1, 2, 3). Przed kwitnieniem, gdy rośliny wytworzyły obfite rozety liściowe i miały uformowane pędy o długości 6 do 10 cm, mierzono wielkość niektórych organów. Rośliny F_1 i F_2 miały dłuższe i szersze blaszki liściowe, osadzone na dłuższych ogonkach liściowych niż u roślin form rodzicielskich (tab. 2, fot. 4). Aby określić kształt blaszki liściowej wyliczono stosunek długości do szerokości liścia (tab. 2). Okazało się, że blaszki listkowe *T. fragiferum* są bardziej wydłużone niż u *T. neglectum*. Blaszki listkowe roślin F_1 są kształtem zbliżone do *T. neglectum*, a u F_2 były rośliny o kształcie blaszek listkowych podobnych do jednego bądź do drugiego z rodziców.

Tabela 2 — Table 2

Zmienność niektórych cech u roślin form rodzicielskich i mieszańców
Variability of certain traits in plants of parental forms and in hybrids

Forma Form	Blaszka listkowa — leaf blade						Ogonek liściowy Petiole			Kształt blaszki długość: szerokość Shape of blade, length. width
	długość, mm length, mm			szerokość, mm width, mm			długość, cm length, cm			
	mini- mum	maxi- mum	śred- nio mean	mini- mum	maxi- mum	śred- nio mean	mini- mum	maxi- mum	śred- nio mean	
<i>T. neglectum</i>	10	16	13,0	7	11	8,8	2,7	8,0	5,5	1,47
<i>T. fragiferum</i>	9	14	12,0	6	10	7,9	2,5	4,3	3,3	1,52
F ₁	11	17	13,4	7	12	9,2	3,3	7,7	5,8	1,45
F ₂	13	19	16,3	9	13	11,1	6,4	13,2	9,4	1,46

Rośliny *T. fragiferum* miały na ogół zwarty termin początku kwitnienia, natomiast u roślin *T. neglectum* był on rozciągnięty od połowy maja do połowy czerwca (tab. 3). Rośliny *T. fragiferum* w 1967 r. zakwitły w pierwszej dekadzie lipca, a w 1968 r. między 25 maja a 25 czerwca. Większość roślin F_1 rozpoczęła kwitnienie wcześniej niż rośliny form rodzicielskich. Także w F_2 ponad 14% roślin zakwitło wcześniej

Tablica I — Plate I

Fot. 1—7. Rośliny, liście i główki
Photos 1—7. Plants, leaves and heads

1 — *T. neglectum*; 2 — *F₁* *T. neglectum* × *T. fragiferum*; 3 — *T. fragiferum*; 4 — liście (leaves) po lewej (on left): *T. neglectum*, w środku (in centre): *F₁*, po prawej (on right): *T. fragiferum*; 5 — 7 — dojrzałe główki (ripe heads); 5 — *T. neglectum*; 6 — *F₁*; 7 — *T. fragiferum*

Tabela 3 — Table 3

Zmienność początku kwitnienia u roślin form rodzicielskich i mieszańców
 Variability of the beginning of flowering of parental forms and hybrids

Forma Form	Daty początku kwitnienia — Date of coming into flower										Liczba roślin No. of plants
	11— 20.IV.	21— 30.IV.	1— 10.V.	11— 20.V.	21— 30.V.	31.V. 9.VI.	10— 19.VI.	20— 29.VI.	30.VI. 9.VII.	10— 19.VII.	
<i>T. neglectum</i>				1		2	2				5
<i>T. fragiferum</i>									5		5
F ₁	1	2	2	1		1					7
<i>T. neglectum</i>				2		1	1	1			5
<i>T. fragiferum</i>					2		2	2			6
F ₂		2	3	11	1	6	9	4			36

Tabela 4 — Table 4

Kwiaty *T. neglectum*, *T. fragiferum* i F₁
 Flowers of *T. neglectum*, *T. fragiferum* and F₁

Forma Form	Długość kwiatu, mm length of flower, mm			Długość kielicha, mm length of calyx, mm			Szerokość żagielka, mm width of vexillum, mm		
	mini- mum	maxi- mum	śred- nio mean	mini- mum	maxi- mum	śred- nio mean	mini- mum	maxi- mum	śred- nio mean
<i>T. neglectum</i>	7,5	8,0	7,8	3,5	4,5	3,8	2,0	2,0	2,0
<i>T. fragiferum</i>	7,0	8,0	7,3	3,0	4,5	3,7	1,5	2,0	1,8
F ₁	7,5	9,0	8,4	3,0	5,0	4,1	2,0	2,0	2,0

niż rośliny form rodzicielskich, pozostałe rośliny zakwitły w terminie późniejszym, ale nie później niż najpóźniejsze rośliny form rodzicielskich.

Pomiary wielkości kwiatów roślin form rodzicielskich i F₁, wykonane na kilku kwiatostanach, będących w takiej samej fazie rozwojowej, zestawiono w tabeli 4. Jak widać, kwiaty roślin form rodzicielskich tylko nieznacznie różniły się między sobą, rośliny F₁ miały kwiaty i kielichy dłuższe, a żagielki szersze.

Przeciętną średnicę ziarenek pyłkowych rośliny *T. neglectum* mają mniejszą niż rośliny *T. fragiferum*. Przeciętna średnica ziarenek pyłkowych roślin F₁ jest pośrednia między roślinami form rodzicielskich. Krzywe ilustrujące częstotliwość występowania ziarenek pyłkowych o określonej średnicy dla roślin form rodziciel-

Tabela 5 — Table 5

Zmienność długości i szerokości owocostanów oraz długości szypuł kwiatostanowych u roślin form rodzicielskich, F₁ i F₂.
 Variability of length and width of infructescence and of flower stem length in plants of parentat forms, F₁ and F₂.

Forma Form	Długość owocostanów w mm Length of infructescence, mm									Razem owoco- stanów Total no. of infruc- tescences	Długość szypuł, cm Flower stem length, cm		
											mini- mum	maxi- mum	śred- nio mean
	6,1—8,0	8,1—10,0	10,1—12,0	12,1—14,0	14,1—16,0	16,1—18,0	18,1—20,0	20,1—22,0	22,1—24,0				
<i>T. neglectum</i>		9	33	5	3					50	5,0	10,4	7,1
<i>T. fragiferum</i>					1	4	21	13	1	40	4,9	9,3	7,1
F ₁				2	12	36	18	2		70	8,5	18,0	11,0
F ₂		80	96	69	60	27	7	1		340	8,2	26,5	9,4
Szerokość owocostanów w mm Width of infructescence, mm													
<i>T. neglectum</i>		4	19	24	3					50			
<i>T. fragiferum</i>						11	25	4		40			
F ₁				6	31	22	8	3		70			
F ₂	56	108	82	43	44	7				340			

skich mają różne szczyty (wykres 1); krzywa dla średnicy ziarenek pyłkowych roślin F_1 łączy te szczyty i przesuwą się w kierunku większej średnicy ziarenek pyłkowych.

Wykres 1 — Zmienność średnicy ziarenek pyłkowych w mikronach u *T. neglectum* (a), *T. fragiferum* (b) i F_1 (c)

Przeciętna średnica ziarenek pyłkowych u: *T. neglectum* 23,93 μ, *T. fragiferum* 27,24 μ, F_1 25,92 μ

Diagram 1 — Variability of pollen grains diameter (μ) in *T. neglectum* (a), *T. fragiferum* (b) and F_1 (c)

Average pollen grain size 23.93 μ, 27.24 μ and 25.92 μ, respectively

W okresie dojrzewania główki form rodzicielskich i mieszańców są prawie kuliste (fot 5, 6, 7). U *T. neglectum* owocostany są mniejsze niż u *T. fragiferum*, a ich średnice, z wyjątkiem jednego wypadku, nie pokrywają się (tab. 5). Rośliny F_1 mają główki dłuższe i szersze niż u *T. neglectum*, zbliżone do główek *T. fragiferum*. U większości roślin F_2 średnica główek (72% pod względem długości i 81% pod względem szerokości) mieściła się w granicach średnicy *T. neglectum*. Ponad 16% roślin miało kwiatostany o szerokości mniejszej niż u *T. neglectum* (tab. 5) i tylko niewielki odsetek główek miał średnicę podobną do średnicy główek *T. fragiferum*.

Rośliny form rodzicielskich charakteryzują się podobną średnią długością szypułów kwiatowych (tab. 5). Szypuły u roślin F_1 i F_2 były średnio dłuższe niż u form rodzicielskich.

Dziedziczenie cech

Rośliny F_1 miały liście barwy ciemnozielonej z siwym odcieniem. W F_2 liście u 22 roślin były siwozielone a u 17 zielone. Stosunek pierwszych do drugich jest bliski stosunkowi teoretycznemu 9:7 (tab. 6).

Listki liści roślin F_1 , podobnie jak u *T. neglectum*, mają jasną plamkę (fot. 4). Sposobu dziedziczenia się tej cechy w F_2 nie dało się określić. W pokoleniu trzecim rośliny F_2 z jasną plamką na listkach, było 11 roślin z jasną plamką i 4 rośliny z listkami jednolicie zielonymi (tab. 7). Obecność jasnej plamki na listkach jest cechą dominującą, warunkowaną przez jeden czynnik.

Tabela 6 — Table 6

Dziedziczenie barwy liści — Inheritance of leaf colour

	Barwa liści Leaf colour		χ^2
	sinozielone bluish-green	zielone green	
Wartości stwierdzone Values found	22	14	
Wartości oczekiwane Values expected	20,25	15,75	0,341

Tabela 7 — Table 7

Dziedziczenie jasnej plamki na blaszce listkowej
Inheritance of light spot on leaf blade

	Blaszki listkowe Leaf blades	
	z jasną plamką with light spot	bez jasnej plamki without light spot
Wartości stwierdzone Values found	11	4
Wartości oczekiwane Values expected	11,25	3,75

Tabela 8 — Table 8

Dziedziczenie kształtu blaszki listkowej
Inheritance of leaf blade shape

	Blaszka listkowa typu: Leaf blade type:		χ^2
	<i>T. neglectum</i>	<i>T. fragiferum</i>	
Wartości stwierdzone Values found	21	15	
Wartości oczekiwane Values expected	20,25	15,75	0,062

Analiza kształtu blaszki listkowej w F_2 wykazała, że u 21 roślin jest on podobny do blaszki *T. neglectum*, a u 15 do *T. fragiferum*. Otrzymane wartości pozwalają przypuszczać, że kształt blaszki liściowej zależy od dwóch współdziałających ze sobą czynników (tab. 8).

Kwiaty u *T. neglectum* są różowe, a u *T. fragiferum* ciemnoróżowe. Rośliny F_1 miały kwiaty o barwie pośredniej, a w F_2 stosunek roślin o jasno zabarwionej koronie kwiatowej do roślin o kwiatach ciemnych był bardzo bliski 3:1 (tab. 9).

Tabela 9 — Table 9
Dziedziczenie barwy kwiatów
Inheritance of flower colour

	Rośliny o kwiatach barwy: Plants with flowers:		χ^2
	jasnoróżowej light pink	różowej pink	
Wartości stwierdzone Values found	28	8	
Wartości oczekiwane Values expected	27	9	0,148

Korona kwiatowa u *T. fragiferum* po przekwitnieniu jest w całości zamknięta w kielichu (fot. 7), u *T. neglectum* większa część korony pozostaje na zewnątrz kielicha (fot. 5). U roślin F_1 po przekwitnieniu korona kwiatowa w części wystaje na zewnątrz kielicha (fot. 6). W pokoleniu drugim stosunek roślin z większą częścią korony wystającą poza kielich do roślin z koroną kwiatową zamkniętą w kielichu był prawie równy 9:7 (tab. 10).

Tabela 10 — Table 10
Dziedziczenie zamknięcia korony kwiatowej w kielichu po przekwitnieniu
Inheritance of corolla encapsulation in calyx after overblowing

	Rośliny z koroną kwiatową po przekwitnieniu: Plants with corolla after overblowing:		χ^2
	na zewnątrz kielicha outside calyx	zamkniętą w kielichu encapsulated in calyx	
Wartości stwierdzone Values found	21	15	
Wartości oczekiwane Values expected	20,25	15,75	0,062

Tabela 11 — Table 11

Dziedziczenie pigmentacji nasion

Inheritance of seed pigmentation

	Rośliny o nasionach: Plants with seeds:		χ^2
	marmur- kowych mottled	żółtych yellow	
Wartości stwierdzone Values found	26	10	
Wartości oczekiwane Values expected	27,0	9,0	0,148

Nasiona u *T. neglectum* są marmurkowe, na żółtym tle łupiny nasiennej znajduje się gęsto rozmieszczony brązowy pigment. Rośliny krzyżowane z wymienionym gatunkiem *T. fragiferum* mają nasiona jednolicie żółte. Nasiona z roślin F_1 były ciemne, żółte tło łupiny było gęsto usiane brązowymi plamkami różnej wielkości i kształtu. W F_2 stosunek roślin dających nasiona marmurkowe do roślin z nasionami żółtymi był bliski 3:1 (tab. 11).

Płodność

Plon nasion z rośliny zależy od szeregu czynników. W przypadku opisanego mieszańca analizowano następujące cechy, mogące mieć istotny wpływ na plon nasion: liczbę kwiatów w główce, liczbę nasion w strąku, liczbę główek na roślinie, żywotność mikrospor oraz zdolność do produkowania nasion przy samozapyleniu i krzyżowym zapyleniu.

Spośród badanych roślin form rodzicielskich i mieszańcowych (wykres 2) najmniej kwiatów w kwiatostanie mają rośliny *T. neglectum*, najwięcej — *T. fragiferum*.

Wykres 2 — Zmienność liczby kwiatów w główce u roślin form rodzicielskich F_1 i F_2
Diagram 2 — Variability of number of flowers in head in parental plants and F_1 and F_2

a — *T. neglectum*; b — *T. fragiferum*; c — F_1 ; d — F_2

U roślin F_1 i F_2 liczba kwiatów w główce waha się, w zasadzie, w granicach zmienności tej cechy u form rodzicielskich, a u pojedynczych roślin jest większa niż u *T. fragiferum*.

Badane rośliny form rodzicielskich i mieszańcowe mają strąki jednonasienne, dwunasienne i sporadycznie znajduje się strąki z trzema nasionami (tab. 12). Strąki

Tabela 12 — Table 12

Odsetek strąków jednonasiennych, dwunasiennych i trójnasiennych w główkach form rodzicielskich i mieszańców po samozapyleniu i zapyleniu krzyżowym

One-, two- and three-seed pods in heads of parental forms and hybrids after selfpollination and crosspollination

Forma Form	Sposób zapylenia Pollination	strąków z liczbą nasion, % pods with no. of seeds, %		
		1	2	3
<i>T. neglectum</i>	samozapylenie selfpollination	78,9	21,1	0,0
	krzyżowe crosspollination	86,0	14,0	0,0
<i>T. fragiferum</i>	samozapylenie selfpollination	69,4	30,6	0,0
	krzyżowe crosspollination	54,7	45,25	0,05
F_1	samozapylenie selfpollination	65,6	34,4	0,0
	krzyżowe crosspollination	80,1	19,9	0,0
F_2	samozapylenie selfpollination	61,1—100,0	0,0—38,9	0,0
	krzyżowe crosspollination	40,0—99,0	1,0—59,5	0,0—1,8

trójnasienne spotykano u roślin *T. fragiferum* i F_2 przy krzyżowym zapyleniu. Przy samozapyleniu u *T. neglectum* jest nieco więcej strąków dwunasiennych niż przy zapyleniu krzyżowym. Podobnie do *T. neglectum* zachowują się rośliny F_1 i niektóre rośliny F_2 . U *T. fragiferum* i części roślin F_2 przy krzyżowym zapyleniu odsetek strąków jednonasiennych i dwunasiennych jest prawie jednakowy, a przy samozapyleniu wzrasta odsetek strąków jednonasiennych.

Dla porównania płodności z każdej rośliny, przy dwóch sposobach zapylania, zbierano po 10 główek, w których liczono nasiona. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 13, z której widać, że przy samozapyleniu najmniej nasion było w główkach *T. neglectum*, a najwięcej u *T. fragiferum*. Rośliny F_1 , po samozapyleniu, dawały przeciętnie więcej nasion niż rośliny F_2 . Najmniej nasion, przy krzyżowym zapyleniu, było także w główkach *T. neglectum*, więcej było w główkach roślin F_1 ,

a rośliny F_2 miały średnią liczbę nasion na główkę nieco niższą niż rośliny *T. fragiferum*. Jednak wśród roślin F_2 były i takie, które liczbą nasion z 10-ciu główek górowały nad najlepszymi roślinami *T. fragiferum*.

Tabela 13 — Table 13

Plon nasion w sztukach z 10-ciu główek u roślin form rodzicielskich i mieszańców przy samozapyleniu i krzyżowym zapyleniu

No. of seeds yielded by 10 heads from parental forms and hybrids after selfpollination and cross-pollination

Forma Form	Sposób zapylenia Pollination	Liczba nasion z 10-ciu główek No. of seeds from 10 heads	Średnia liczba nasion na 1 główkę Mean no. of seeds per head
<i>T. neglectum</i>	samozapylenie selfpollination	1 — 53	2,7
	krzyżowe crosspollination	107 — 228	16,6
<i>T. fragiferum</i>	samozapylenie selfpollination	192 — 394	32,4
	krzyżowe crosspollination	433 — 858	64,9
F_1	samozapylenie selfpollination	84 — 267	17,0
	krzyżowe crosspollination	247 — 348	28,7
F_2	samozapylenie selfpollination	1 — 144	6,6*
	krzyżowe crosspollination	94 — 890	51,6

* = tylko dla roślin z płodnym pyłkiem
concerns plants with fertile pollen

Tabela 14 — Table 14

Zmienność ogólnej liczby główek u roślin form rodzicielskich i F_2
Variability of total no. of heads in plants of parental forms and F_2

Forma Form	Liczba główek na roślinie No. of heads on plant						Średnio Mean	Liczba roślin No. of plants
	1 — 50	51 — 100	101 — 150	151 — 200	201 — 250	251 — 300		
<i>T. neglectum</i>	5						32,8	5
<i>T. fragiferum</i>	2	4					52,6	6
F_2	6	9	13	5	1	1	98,5	35

Aby ułatwić porównanie zawiązywania nasion przez klony tych samych roślin przy samozapyleniu i obcozapyleniu, wykreślono krzywe w oparciu o odsetek płodnych strąków. U roślin F_1 kształt krzywych (wykres 3) dla odsetka płodnych strąków zarówno w warunkach samozapylenia jak i krzyżowego zapylenia, jest podobny. Na ogół rośliny dały średnio o 29% więcej strąków z nasionami przy krzyżowym zapyleniu.

Wykres 3 — Żywotność pyłku i zawiązywanie nasion u roślin form rodzicielskich i F_1

a — po samozapyleniu (odsetek zawiązanych nasion); *b* — po krzyżowym zapyleniu (odsetek zawiązanych nasion)

Diagram 3 — Pollen viability and seed setting in plants of parental forms and F_1 after self- (*a*) and cross-pollination (*b*), percentage of seeds set

Wykres 4 — Płodność klonów roślin F_2 *T. neglectum* $\times$ *T. fragiferum* *a* — po samozapyleniu, *b* — po zapyleniu krzyżowym (odsetek zawiązanych nasion)

Diagram 4 — Fertility of clones of F_2 plants *T. neglectum* $\times$ *T. fragiferum* after self- (*a*) and cross-pollination (*b*), percentage of seeds set

Tabela 15 — Table 15

Zmienność plonu nasion (w g) z roślin form rodzicielskich i F₂
 Variation of seed yield in parental forms and F₂

Forma Form	Plon nasion z rośliny, g Seed yield from 1 plant, g								Średnio Mean g	Liczba roślin No. of plants
	0,1— 1,0	1,1— 2,0	2,1— 3,0	3,1— 4,0	4,1— 5,0	5,1— 6,0	6,1— 7,0	7,1— 8,0		
<i>T. neglectum</i>	5								0,59	5
<i>T. fragiferum</i>				2	4				4,04	6
F ₂	1	6	6	5	6	5	5	1	3,88	35

Z izolowanych roślin F₂ trzy rośliny nie dały nasion, u pozostałych odsetek strąków z nasionami wahał się od 0,1 do 24,9% (wykres 4). Klony tych samych roślin F₂ przy krzyżowym zapyleńiu dały od 25,9 do 83,3% strąków zawierających nasiona. Średnio odsetek strąków z nasionami dla roślin F₂ przy krzyżowym zapyleńiu był o 61,2% większy od średniej przy samozapyleńiu.

Porównanie odsetka żywotnego pyłku i odsetka płodnych strąków wykazuje, że u roślin F₁ nie ma zależności między tymi wartościami (wykres 3). W pokoleniu drugim klony roślin, które nie dały nasion przy samozapyleńiu, gdyż nie miały żywotnego pyłku albo pylniki ich zaschły, przy krzyżowym zapyleńiu dały do 80% płodnych strąków (wykres 4). Roślina F₂, która miała 25,7% żywotnych mikrospor i przy samozapyleńiu okazała się bezpłodna, przy zapyleńiu krzyżowym dała 64% strąków wypełnionych nasionami. Pozostałe rośliny F₂, u których żywotność pyłku wahała się od 49 do 97%, nie wykazują prostej zależności między odsetkiem żywotnego pyłku i odsetkiem płodnych strąków. W F₂ były rośliny mające dużo żywotnego pyłku (ponad 90%), które po samozapyleńiu zawiązały znikomą ilość nasion (rzędu 0,1 do 2,0%), a po krzyżowym zapyleńiu około 70% kwiatów tych roślin dało strąki wypełnione nasionami.

Rośliny *T. fragiferum* w warunkach polowych mają przeciętnie więcej główek (52) niż rośliny *T. neglectum* (33). W tych samych warunkach rośliny F₂ miały średnio

Tabela 16 — Table 16

Zmienność ciężaru 1000 nasion (w g) roślin form rodzicielskich, F₁ i F₂
 Variation of 1000-grain weight, from parental forms, F₁ and F₂

Forma Form	Ciężar 1000 nasion, g 1000-grain weight, g				Średnio Mean	Liczba roślin No. of plants
	0,71—0,90	0,91—1,10	1,11—1,30	1,31—1,50		
<i>T. neglectum</i>	3	1	3	2	1,09	9
<i>T. fragiferum</i>		1	3	6	1,35	10
F ₁		4	3		1,07	7
F ₂		15	17	4	1,21	36

prawie dwukrotnie większą liczbę główek niż rośliny *T. fragiferum* i trzykrotnie większą niż *T. neglectum* (tab. 14). U części roślin F_2 liczba główek przekraczała 100, a niekiedy dochodziła do 300 główek na roślinę.

Przy krzyżowym zapyleeniu plon nasion (w g z jednej rośliny) był dla roślin F_2 średnio nieco mniejszy niż dla roślin *T. fragiferum*, a ponad sześciokrotnie większy w porównaniu z *T. neglectum* (tab. 15). Jednak poszczególne rośliny F_2 różniły się znacznie między sobą plonem nasion. Tylko jedna dała plon nasion równy *T. neglectum*, u pozostałych był on większy niż u *T. neglectum*, a w poszczególnych wypadkach także większy niż u *T. fragiferum*.

Między ciężarem 1000 nasion (w g) roślin form rodzicielskich i mieszańców nie było większych różnic (tab. 16). U wszystkich był on przeciętnie większy niż 1 g, a rośliny *T. fragiferum* i F_2 miały nasiona nieco większe niż rośliny *T. neglectum* i F_1 .

Mejoza

Podczas diakinezy i pierwszej metafazy w komórkach macierzystych pyłku badanych roślin *T. neglectum* i *T. fragiferum* znajduje się regularnie po osiem biwalentów (tab. 17, fot. 8 i 9). Pierwszy i drugi podział przebiegają bez zakłóceń (tab. 18 i 19, fot. 10). Po drugiej telofazie formują się regularne tetrady mikrospor (tab. 20). Mikrospory *T. neglectum* w tetradach są jednojądrowe, w ponad 90% wypadków w jądrze jest jedno jąderko; u *T. fragiferum* około 50% mikrospor w tetradach ma jedno jąderko w jądrze, u pozostałych liczba jąder w jądrze waha się od dwóch do czterech jąder (tab. 21, fot. 11).

Tabela 17 — Table 17

Przebieg diakinezy i pierwszej metafazy u roślin form rodzicielskich i mieszańców
Course of diakinesis and first metaphase in plants of parental forms and hybrids

Forma Form	Figu.y chromatynowe — Chromatin figures								Liczba analiz. komórek No. of cells analysed
	8II	7II 2I	6II 4I	6II 1IV	5II 6I	5II 1IV 2I	4II 8I	4II 1IV 4I	
<i>T. neglectum</i>	22								22
<i>T. fragiferum</i>	54								54
F_1	155	16	7	35	1	5	2	1	221
F_2	31	13	3	1		1	1	1	51

W fazie diakinezy i pierwszej metafazy w 70% komórek macierzystych pyłku roślin F_1 znajdowało się po 8 biwalentów (tab. 17, fot. 12) w pozostałych komórkach biwalentów było od 4 do 7, uniwalentów od 2 do 8, a w niektórych komórkach znajdowano także kwadriwalenty (fot. 13—15). Niekiedy podczas pierwszej metafazy pojedynczy biwalent znajdował się poza wrzecionem kariokinetycznym (fot. 16). Spotykano także komórki, w których biwalenty podczas pierwszej metafazy wykazywały dużą lepkość i tworzyły dwie oddzielne grupy (fot. 17).

Ryc. 1 — Pierwsza metafaza u F_1 , 8 bivalentów, jeden bivalent ułożony prostopadle do osi wrzeciona kariokinetycznego

Metaphase I in F_1 , 8 bivalents, one bivalent perpendicular to the axis of the karyokinetic spindle

Tablica II — Plate II

Fot. 8–21. Mejoza u roślin form rodzicielskich i mieszańców

Photos 8–21. Meiosis in parental forms and hybrids

8 — pierwsza metafaza u *T. neglectum*, 8 bivalentów; 9 — pierwsza metafaza u *T. fragiferum*, 8 bivalentów; 10 — druga metafaza u *T. fragiferum*, w płytkach po 8 chromosomów; 11 — tetrada mikrospor z liczbą jąder w jądrze mikrospory od 1 do 4 jąder; 12 — pierwsza metafaza u F_1 , 8 bivalentów; 13 — pierwsza metafaza u F_1 , 6 bivalentów i 4 uniwalenty; 14 — pierwsza metafaza u F_1 , 6 bivalentów i 1 kwadriwalent; 15 — pierwsza metafaza u F_1 , 5 bivalentów, 1 kwadriwalent i 2 uniwalenty; 16 — pierwsza metafaza u F_1 , jeden bivalent poza wrzecionem kariokinetycznym; 17 — pierwsza metafaza u F_1 , bivalenty sklejone, tworzą dwie grupy; 18 — pierwsza anafaza u F_1 , ślad po rozerwanym mostku; 19 — druga metafaza u F_1 , w płytce 8 chromosomów; 20 — druga telofaza u F_1 , mostek między jądrami; 21 — pierwsza anafaza u F_2 , w grupach po 8 chromosomów

8 — metaphase I in *T. neglectum*, 8 bivalents; 9 — metaphase I in *T. fragiferum*, 8 bivalents; 10 — metaphase II in *T. fragiferum*, 8 chromosomes in each plate; 11 — tetrad of microspores with 1–4 nucleoli in each microspore nucleus; 12 — metaphase I in F_1 , 8 bivalents; 13 — metaphase I in F_1 , 6 bivalents and 4 univalents; 14 — metaphase I in F_1 , 6 bivalents and 1 quadrivalent; 15 — metaphase I in F_1 , 5 bivalents, 1 quadrivalent and 2 univalents; 16 — metaphase I in F_1 , one bivalent beyond the karyokinetic spindle; 17 — metaphase I in F_1 , bivalents stuck together, forming two groups; 18 — anaphase I in F_1 , traces of disrupted bridge; 19 — metaphase II in F_1 , 8 chromosomes in plate; 20 — telephase II in F_1 , bridge between nuclei; 21 — anaphase I in F_2 , 8 chromosomes in each group

Tabela 18 — Table 18

Liczba chromosomów na biegunach w komórkach macierzystych pyłku podczas pierwszej anafazy i drugiej metafazy

Chromosome number at poles of pollen mother cells during first anaphase and second metaphase

Forma Form	Pierwsza anafaza — First anaphase		Druga metafaza — Second metaphase	
	Liczba analizowanych komórek macierzystych pyłku * No. of PMC analysed *	Liczba komórek z zakłóceniami No. of cells with disturbance	Liczba analizowanych komórek macierzystych pyłku ** No. of PMC analysed **	Liczba komórek z zakłóceniami No. of cells with disturbances
<i>T. neglectum</i>	25	0	38	0
<i>T. fragiferum</i>	31	0	42	0
F ₁	33	6	138	4
F ₂	18	2	23	1

* Równy podział: 8 — 8 (Equal divisions: 8 — 8).

** Liczba chromosomów: 8 — 8 (Chromosome number: 8 — 8).

Pierwsza anafaza (tab. 18), poza nielicznymi wyjątkami z opóźnionymi pojedynczymi chromosomami i mostkiem chromatynowym, przebiegała na ogół regularnie. Liczba chromosomów w obu grupach, liczona podczas pierwszej anafazy i drugiej metafazy, wynosiła po 8 chromosomów (fot. 19). Nie spotkano komórek w których podczas pierwszej anafazy i drugiej metafazy liczba chromosomów na biegunach odbiegałaby od liczby 8. Podczas drugiej metafazy tylko sporadycznie znajdowano pojedyncze, opóźnione chromosomy.

Rozchodzenie się chromosomów do biegunów podczas drugiej anafazy było także regularne. W pojedynczych wypadkach, podczas tej fazy, znajdowano mostki chromatynowe (tab. 19, fot. 20)

Tabela 19 — Table 19

Liczba chromosomów na biegunach w komórkach macierzystych pyłku podczas drugiej anafazy

Chromosome number at poles of pollen mother cells during second anaphase

Forma Form	Liczba analizowanych komórek * No. of PMC analysed *	Liczba komórek z zakłóceniami No. of cells with disturbances
<i>T. neglectum</i>	10	0
<i>T. fragiferum</i>	16	0
F ₁	81	3

* Po 8 chromosomów w grupie (with 8 chromosomes in group).

Tabela 20 — Table 20

Mikrosporogeneza

Microsporogenesis

Forma Form	Rodzaj poliad — Kind of polyads								Razem Total
	triady triads		tetrydy tetrads		pentady pentads		heksady hexads		
	liczba no.	%	liczba no.	%	liczba no.	%	liczba no.	%	
<i>T. neglectum</i>			201	100,0					201
<i>T. fragiferum</i>			252	100,0					252
F ₁			323	99,1	3	0,9			326
F ₂	2	0,6	304	96,0	10	3,1	1	0,3	317

Tabela 21 — Table 21

Liczba jąderek w jądrze mikrospory

Number of nucleoli in microspore nucleus

Forma Form	Mikrospory z liczbą jąderek w jądrze Microspore nuclei with no. of nucleoli								Razem Total
	1		2		3		4		
	liczba no.	%	liczba no.	%	liczba no.	%	liczba no.	%	
<i>T. neglectum</i>	260	93,6	16	5,7	2	0,7	0	—	278
<i>T. fragiferum</i>	160	48,9	113	34,4	52	15,8	3	0,9	328
F ₁	696	74,8	195	20,9	36	3,8	5	0,5	932
F ₂	237	87,2	34	12,5	1	0,3	0	—	272

Tabela 22 — Table 22

Liczba jąderek w jądrze komórki tapetum

Number of nucleoli in the tapetum cell nucleus

Forma Form	Komórki tapetum z liczbą jąderek w jądrze Tapetum cells with no. of nucleoli in nucleus				Razem Total
	1		2		
	liczba no.	%	liczba no.	%	
<i>T. neglectum</i>	141	81,5	32	18,5	173
<i>T. fragiferum</i>	145	96,7	5	3,3	150
F ₁	162	94,1	10	5,9	172
F ₂	140	96,6	5	3,4	145

Po drugiej telofazie w 99% komórek macierzystych pyłku roślin F_1 formowały się tetrady mikrospor, i tylko nieliczne komórki dały pentady mikrospor (tab. 20). Jądra u 75% mikrospor miały jedno jąderko, u pozostałych w jądrze znajdowały się dwa i więcej niż dwa jąderka.

Przebieg mejozy i mikrosporogenezy badano także u rośliny F_2 , która miała zaschnięte pylniki i w ogóle nie produkowała mikrospor. W 69% komórek macierzystych pyłku, rośliny z zaschniętymi pylnikami, w stadium diakinezy i pierwszej metafazy było po 8 bivalentów, w pozostałych komórkach znajdowały się bivalenty, uniwalenty i sporadycznie jeden kwadriwalent (tab. 17). Rozdział chromosomów podczas pierwszej anafazy, poza dwoma komórkami, w których były opóźnione chromosomy i mostki, przebiegał regularnie. Liczba chromosomów w grupach powstałych po podziale, które liczono w anafazie pierwszej i metafazie drugiej, wynosiła po 8 w każdej grupie (fot. 21). Po drugiej telofazie komórki macierzyste pyłku w 96% dawały tetrady mikrospor, a pozostałe 4% komórek dawało różne od tetrad poliady mikrospor. Jądra większości mikrospor w tetradach zawierały po jednym jąderku, u pozostałych liczba jąder w jądrze była większa od jednego (tab. 21).

Komórki tapetum pylnikowego u roślin form rodzicielskich i mieszańcowych są jednojądrowe i przeważnie jednojąderekowe (tab. 22). Tylko u roślin *T. neglectum* odsetek komórek tapetum, zawierających jądra z liczbą jąder większą niż jedno, jest wyraźnie większy.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Ze znanych dotychczas mieszańców międzygatunkowych u *Trifolium*, mieszańiec *T. neglectum* $\times$ *T. fragiferum* jest pierwszym płodnym mieszańcem na poziomie diploidalnym (Evans 1962; Keim 1953; Brewbaker i Keim 1953; Pandey 1957; Kazimierski i Kazimierska 1968). U obu gatunków podczas diakinezy i metafazy heterotypowej w komórkach macierzystych pyłku znajduje się 8 bivalentów, a w komórkach somatycznych liczba chromosomów wynosi 16. Liczba $2n = 16$ chromosomów dla *T. fragiferum* jest zgodna z liczbą podaną dla tego gatunku przez Karpeczenkę (cyt. za Darlington i Wylie 1955). Pierwszy i drugi podział w komórkach macierzystych pyłku roślin form rodzicielskich miały przebieg typowy, po drugiej telofazie formowały się tetrady mikrospor.

U roślin F_1 i jednej analizowanej rośliny F_2 , podczas diakinezy i heterotypowej metafazy w 68% komórek były tylko bivalenty, w pozostałych znajdowano od 2 do 8 uniwalentów, a w niektórych także pojedynczy kwadriwalent. Uniwalenty i kwadriwalenty z reguły znajdowały się w płycie metafazowej lub w jej pobliżu. Rzadko znajdowano podczas pierwszej metafazy bivalenty leżące prostopadle do osi wrzeciona kariokinetycznego (ryc. 1), które, jak podaje Östergren (1951) tracą orientację i są eliminowane podczas pierwszego podziału.

W stadium pierwszej i drugiej anafazy znajdowano sporadycznie mostki chromatynowe i opóźniające się chromosomy. Mostki chromatynowe są następstwem crossing-over wewnątrz pętli inwersyjnej i świadczą o strukturalnej heterozygo-

tyczności. Liczba chromosomów, określana po podziale jądra lub jąder, podczas pierwszej i drugiej anafazy oraz drugiej metafazy, wynosiła po 8 chromosomów dla każdej z siostrzanych grup. Jednakowa liczba chromosomów w grupach mówi o regularnie na ogół przebiegającym rozdziale chromatyny do jąder potomnych. Jednak w niektórych komórkach podczas heterotypowej metafazy chromosomy wykazywały dużą lepkość i formowały dwie niekształtne grupy, niepodobne do płytki podziałowej.

Po drugiej telofazie u roślin F_1 formowały się tetrady i sporadycznie pentady, a u rośliny F_2 tetrady oraz pewien odsetek różnych od tetrad poliad mikrospor. Dowodzi to, że w niektórych komórkach macierzystych pyłku rozdział chromatyny przebiegał ze znacznymi odchyleniami.

U *T. neglectum* najczęściej spotyka się mikrospory zawierające w jądrze jedno jąderko. Wśród mikrospor *T. fragiferum* przeważają takie, w jądrach których znajduje się więcej niż jedno jąderko. U roślin mieszańcowych częściej spotykano mikrospory mające w jądrze więcej jąderek niż u *T. neglectum*. Nieco inaczej kształtowała się liczba jąderek w jądrze komórek tapetum. U roślin *T. neglectum* więcej było komórek tapetum w których jądro miało dwa jąderka niż u *T. fragiferum* i mieszańców.

Rośliny F_1 miały średnio 75% żywotnego pyłku, u F_2 żywotność pyłku wahała się od 0 do 98%. Duża rozpiętość w żywotności mikrospor u roślin F_2 pozwala przypuszczać, że u badanego mieszańca w stanie heterozygotycznym zachodzi segregacja genów warunkujących płodność. Tego rodzaju rozszczepienie jest znane u mieszańców międzygatunkowych należących do innych rodzin (Prażmo 1960 i 1961; Kruszevska 1961).

Po samozapyleniu rośliny form rodzicielskich i F_1 wiązały gorzej nasiona niż przy krzyżowym zapyleniu. Rośliny *T. neglectum*, przy obu sposobach zapylenia, dały mniej nasion niż rośliny *T. fragiferum*. U roślin F_1 nie było prostej zależności między odsetkiem żywotnego pyłku i odsetkiem strąków zawierających nasiona. Rośliny F_2 , w oparciu o wiązanie nasion po samozapyleniu, można podzielić na trzy grupy: nie dające nasion, wiążące pojedyncze nasiona i wreszcie rośliny z odsetkiem płodnych strąków w główce od 1 do 25%. Wśród roślin nie dających nasion była jedna z zaschniętymi pylnikami, u innych pylniki były mniej więcej normalnie rozwinięte, ale nie zawierały żywotnych mikrospor i wreszcie były takie rośliny, które produkowały od 50 do ponad 90% żywotnego pyłku i nie wiązały nasion. Wśród roślin dających pojedyncze nasiona żywotność pyłku przekraczała 70%. Ostatnia grupa roślin, u której strąków zawierających nasiona było od 1 do 25%, miała od 50 do 98% żywotnego pyłku. Pomijając rośliny nie produkujące żywotnego pyłku można powiedzieć, że przy samozapyleniu u roślin F_2 nie ma zależności między żywotnością pyłku i wiązaniem nasion. Przy krzyżowym zapyleniu wszystkie rośliny F_2 były płodne i miały przeciętnie ponad 70% strąków zawierających nasiona, a niektóre nie ustępowały płodnością *T. fragiferum*. W warunkach krzyżowego zapylenia nie widać także żadnej zależności między odsetkiem żywotnego pyłku i odsetkiem płodnych strąków.

U roślin F_2 z zaschniętymi pylnikami zaburzenia podczas podziału redukcyjnego były większe niż u roślin F_1 . W późniejszym okresie u roślin tej mikrospery zamierały, a pylniki kurczyły się i zasychały. Rozwój gametofitu żeńskiego przebiegał widocznie prawidłowo, gdyż przy krzyżowym zapyleniu dała ona około 80% płodnych strąków. Można przypuszczać, że roślina ta jest męskojałowa.

Bardzo słabe osadzenie nasion przez rośliny *T. neglectum* po samozapyleniu, a zwiększenie o 40% strąków zawierających nasiona po krzyżowym zapyleniu wskazuje, że gatunek ten jest w wysokim stopniu samobezpłodny.

Duża rozpiętość w liczbie płodnych strąków wśród roślin F_2 po samozapyleniu oraz wysoka płodność tychże roślin przy krzyżowym zapyleniu świadczą o segregacji czynników warunkujących samopłodność i obcopylność, której skutkiem jest pojawienie się osobników męskojałowych, samobezpłodnych oraz roślin dających różny odsetek płodnych strąków.

U roślin F_1 ze strony *T. neglectum* dominują: występowanie jasnej plamki na listkach, marmurkowa pigmentacja łupiny nasiennej i barwa korony kwiatowej. Cechy te dziedziczą się monomerycznie. Inne badane cechy, jak kształt blaszki listkowej, barwa liści, zamknięcie w kielichu korony kwiatowej zależą od dwóch współdziałających ze sobą czynników, gdyż w F_2 stwierdzono rozszczepienie tych cech w stosunku bliskim 9:7. Należy jednak zaznaczyć, że rośliny F_1 pod względem wspomnianych cech wykazywały pewne podobieństwo do roślin *T. neglectum*. Dominowanie u mieszańca pewnych cech ze strony *T. neglectum* i większe podobieństwo pod względem innych cech do *T. neglectum* niż do *T. fragiferum* może świadczyć o tym, że — jak przypuszcza Bobrow (1947) — *T. fragiferum* jest gatunkiem młodszym, pochodnym, a *T. neglectum* jest gatunkiem starszym i bardziej zbliżonym do wspólnego dla nich obu typu wyjściowego.

WNIOSKI

1. U mieszańca *T. neglectum* z *T. fragiferum* dominuje występowanie jasnej plamki na listku, marmurkowa pigmentacja łupiny nasiennej i jasna barwa korony kwiatowej. Kształt blaszki listkowej, barwa liści, zamknięcie w kielichu korony kwiatowej zależą od dwóch współdziałających ze sobą czynników.

2. Porównanie płodności w warunkach samozapylenia i krzyżowego zapylenia na klonach roślin form rodzicielskich, F_1 i F_2 wykazało, że rośliny *T. neglectum* są prawie samobezpłodne, a rośliny *T. fragiferum* i F_1 są w pewnym stopniu samopłodne. Wśród roślin F_2 są osobniki męskojałowe, samobezpłodne oraz rośliny w różnym stopniu samopłodne.

3. U roślin F_1 i F_2 , z wyjątkiem męskojałowych, nie stwierdzono określonej zależności między żywotnością pyłku i odsetkiem strąków zawierających nasiona. Przy krzyżowym zapyleniu, z wyjątkiem jednej rośliny F_2 , pozostałe miały od 57 do 83% płodnych strąków.

4. Rośliny *T. neglectum* i *T. fragiferum* mają w komórkach macierzystych pyłku podczas metafazy heterotypowej po 8 biwalentów. U F_1 i badanej rośliny F_2 w 68%

komórek podczas tej fazy znajdowało się po 8 biwalentów. W pozostałych komórkach było od 4 do 7 biwalentów, 2 do 8 uniwalentów, a w niektórych występował pojedynczy kwadriwalent. W fazie pierwszej i drugiej anafazy znajdowano sporadycznie pojedyncze opóźnione chromosomy i mostki chromatynowe. Po drugiej telofazie formowały się w większości normalne tetrady i rzadko poliady mikrospor. Żywotność pyłku wynosiła dla F_1 przeciętnie 75% a wśród roślin F_2 wahała się od 0 do 98%.

5. Pojedyncze rośliny F_2 przy krzyżowym zapyleniu okazały się plenniejsze niż rośliny form rodzicielskich.

Zakład Genetyki Roślin

Polskiej Akademii Nauk

Poznań, ul. Wojska Polskiego 71 c

(Wpłynęło: 27.11.1969 r.)

LITERATURA

- Bobrow E. G., 1947, The clovers of the USSR, Acta Inst. Bot. Nom. V. L. Komarovii Acad. Sc. URSS, 1 (6): 164–336.
- Brewbaker J. L., Keim W. F., 1953, A fertile interspecific hybrid in *Trifolium*, Amer. Nat., 87: 323–326.
- Darlington C. D., Wylie A. P., 1955, Chromosome Atlas of Flowering Plants, London, George Allen and Unwin LTD.
- Evans A. M., 1962, Species hybridization in *Trifolium*. I. Methods of overcoming species incompatibility, Euphytica, 11: 164–176.
- Kazimierski T., Kazimierska E. M., 1968, Badania mieszańców w rodzaju *Trifolium*. I. Sterylny mieszańiec *Trifolium repens* L. $\times$ *T. xerocephalum* Frenzl., Acta Soc. Bot. Pol. 37: 549–560.
- Kazimierski T., 1969, O kolekcji, zbiorze nasion i próbie wyceny. Postępy Nauk Rolnicz., (3/4: 11–17.
- Keim W. F., 1953, Interspecific hybridization in *Trifolium* utilizing embryo culture techniques, Argon. J. 45: 601–606.
- Klinkowski M., 1964, Choroby wirusowe roślin, PWRiL, Warszawa.
- Kruszewska A., 1961, The heredity of species trait in the hybrid *Mirabilis jalapa* $\times$ *Mirabilis longiflora*, Acta Soc. Bot. Pol. 30: 611–648.
- Östergren G., 1951, The mechanism of co-orientation in the bivalents and multivalents. The theory of orientation by pulling. Hereditas 37: 85–156.
- Pandey K. K., 1957, A self-compatible hybrid from a cross between two self-incompatible species in *Trifolium*, Jour. of Heredity 48: 278–281.
- Prażmo W., 1960, Genetic studies on the genus *Aquilegia* L. I. Crosses between *Aquilegia vulgaris* L. and *A. ecalcerata* Maxim. Acta Soc. Bot. Pol. 29: 57–77.
- Prażmo W., 1961, Genetic studies on the genus *Aquilegia* L. II. Crosses between *Aquilegia ecalcerata* Maxim. and *A. chrysantha* Gray., Acta Soc. Bot. Pol. 30: 423–442.
- Szafer W., Pawłowski B., 1959, Flora Polska. VIII. Część V, PWN, Warszawa.
- Whyte R. O., Nilsson-Leissner G., Trumble H. C., 1953, Legumes in Agriculture, FAO Agricultural Studies, No. 21, Rome.

SUMMARY

Among the hitherto known hybrids within the genus *Trifolium* the *T. neglectum* $\times$ *T. fragiferum* combination gave the first hybrid fertile on the diploid level. The studies performed indicate that the following features are monomerically inherited: the occurrence of the light spot on the leaflet, the mottled pigmentation of the seed husks and the light colour of the corolla. On the other hand, the shape of the blade, the colour of the leaves and the enclosure of the corolla within the calyx after overblown depend on the joint action of two factors.

Comparison of the fertility under the conditions of self- and cross-pollination in clones of parental, F_1 and F_2 plants indicated that the *T. neglectum* plants are almost self-sterile, whereas *T. fragiferum* and F_1 plants are to some extent self-fertile. Among the F_2 plants some are male-sterile some self-sterile and some self-fertile to various degrees. In F_1 and F_2 plants, with the exception of male-sterile ones, no definite dependence was observed between the pollen viability and the percentage of pods containing seeds. After cross-pollination, all but one F_2 plants had 57–83 per cent of fertile pods.

The pollen mother cells of *T. neglectum* and *T. fragiferum* contain 8 bivalents each in metaphase I. In F_1 individuals and in the F_2 plant studied 68 per cent of cells had 8 bivalents at this phase. The other cells had 7 to 4 bivalents, 2 to 8 univalents and some contained single quadrivalents. Sporadic lagging chromosomes and chromatin bridges were observed in anaphase I and II. Mostly normal tetrads and rarely polyads of microspores formed after telophase II. In F_1 plants the average pollen viability was 75 per cent and in F_2 it oscillated within the limits of 0–98 per cent. In cross pollination single F_2 plants proved more fertile than the parental forms.