**Nowa forma astra chińskiego (*Callistephus chinensis* (L.) Nees).
Budowa i biologia kwiatów promienistych o koronach
rurkowatych otwartych (typ RO)**

ALICJA WOSIŃSKA

SGGW, Wydział Rolniczy, Katedra Fizjologii Roślin, Zakład Hodowli Roślin i Nasiennictwa
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
Warsaw Agricultural University, Faculty of Agronomy, Department of Plant Breeding and Seed
Sciences, Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw
New form of China aster (*Callistephus chinensis* (L.) Nees). Structure and biology
of ray florets with open tubular corollas (type RO)

(Otrzymano: 16.07.2001)

S u m m a r y

A radiomutant of China aster with a new type of head and new type of ray florets was described. All florets in the head were bisexual and tubular although dimorphic – they varied in size and colour. The place of ray florets in the head was taken by bisexual open tubular florets which were often crowned with irregular teeth. Disc florets were short and parchment-like. In both types of florets the following were compared: number and size of stamens, vitality of pollen and floret fertility. A number of teeth (lobes) in the corollas of disc florets was also determined. Attention was also paid to the frequently observed anomalies and in particular to stamen dislocation. The problem is discussed of whether the obtained form resulted from mutation of disc florets with the simultaneous mutation of factors determining the so far unknown in China aster the head type without the whorl of ray florets or whether it was a mutation of ray flowers (corolla type and androecium formation). The author presents the opinion that the form resulted from the mutation ligulate of ray florets to the type of florets described above.

Key words: China aster, postradiational variability, ray florets, disc florets

WSTĘP

Według dotychczasowych opisów botanicznych, koszyczki astra chińskiego (rodzina: *Asteraceae*, podrodzina: *Asteroideae* (*Tubuliflorae*) są heterogamiczne, utworzone przez dwa rodzaje, morfologicznie zróżnicowanych kwiatów: żeńskich i obupłciowych (Gołubkowa, 1959; Fisjun, 1965; Poliakow, 1967; Rostański, 1971). Za Kiripicznikowem (1959) przyjęto jednoznaczne nazewnictwo tych kwiatów, odnoszące się do koszyczków heterogamicznych (*calathium heterogamum*), czyli nazwy: kwiaty promieniste (*flores radii*) i kwiaty dyskowe (*flores disci*). Nazwy te stosowane są i w literaturze anglojęzycznej (ray florets, disc florets).

Kwiaty promieniste (*flores radii*), opisywane są jako kwiaty słupkowe, o koronach języczkowatych – gładkich lub z zaznaczonymi na wierzchołku dwoma ząbkami (Gołubkowa, 1959; Fisjun, 1965; Poliakow, 1967) a według Wołkovej (1983) trzema ząbkami, co odpowiada dwóm albo trzem zrosłym płatkom. Oprócz kwiatów o koronach języczkowatych, wzmiankuje się i o kwiatach promienistych o koronach rurkowatych: zamkniętych (Maatsch i in. 1958; Petrenko, 1972; Wosińska, 1976, 1998) i rurkowo-języczkowatych (Wosińska, 1976, 1982). Kwiaty promieniste cechuje ogromna skala zmienności koron, a ich kształt stanowi zasadniczą cechę w odmianowej klasyfikacji koszyczków.

Kwiaty dyskowe (*flores disci*), zasadniczo są mało zróżnicowane. Korony tych kwiatów wykształcają się u nasady kongenitalnie, jako zasklepiona ząbkami rurka, otwierająca się podczas kwitnienia. U większości odmian kwiaty dyskowe mają korony krótkie (do 0,5 cm), pergaminowate; żółtą barwę nadają im, wypełnione obficie pyłkiem pylniki. Koszyczki z tego typu kwiatami są heterochromatyczne, kwiaty promieniste są bowiem innej barwy. W grupie astrów Książących (Koronowych) kwiaty dyskowe mają korony w różnym stopniu wydłużone, osiągają nawet długość kwiatów promienistych, i są jak one wybarwione.

O dekoracyjności koszyczków decydują przeważnie kwiaty promieniste, stąd dążenia hodowców do zwiększania rzeczywistej pełni koszyczków, aż do prawie maksymalnej – czyli minimalizowanie liczby kwiatów dyskowych na korzyść kwiatów promienistych. Powoduje to jednak spadek liczby uzyskiwanych nasion. Jest to zapewne spowodowane i zmniejszoną ilością wytwarzanego pyłku, i trudnością dostania się tegoż pyłku do ściśniętych kwiatów promienistych, znajdujących się w okółkach najbardziej zewnętrznych. Z tego powodu wiele form o wysokich walorach dekoracyjnych jest z hodowli eliminowanych.

W doświadczeniu radiacyjnym z astrem chińskim uzyskano nowy typ koszyczka – wszystkie kwiaty są obupłciowe, ale dimorficzne – różne wielkością i barwą. Badanie budowy i biologii kwiatów tej formy, stanowi temat niniejszej pracy. Omawiana mutacja, oprócz walorów teoretycznych, ma niezaprzeczalne walory praktyczne, stwarza bowiem możliwość przeniesienia cechy występowania pręcikowia do kwiatów promienistych o innych typach koron. Z tych powodów, doniesienie o wystąpieniu u astra chińskiego koszyczka homogamicznego, uznano za celowe.

MATERIAŁ I METODY

Przedstawione wyniki badań i obserwacji, stanowią kontynuację doświadczenia radiacyjnego z astrem chińskim, założonego w 1971 r. i prowadzonego z przerwami do 1996 r. Szczegółowy opis doświadczenia, do pokolenia M_4 podano w rozprawie doktorskiej (W o s i ń s k a, 1976).

Materiał do badań i obserwacji stanowiły rośliny z dwóch ustalonych linii – nr 6 i nr 10. Linie te uzyskano z dwóch roślin wyselekcjonowanych z pokolenia M_8 (1982 r.) mutanta nr 27. Mutanta tego otrzymano z cv 'Goplana', z nasion traktowanych promieniami gamma Co^{60} , dawką 4335 R. Rośliny omawianych linii różniły się między sobą tylko krzewiastością i są omawiane łącznie. Doświadczenie prowadzono w warunkach namiotowo-polowych. Stosowane nawożenie i ochrona roślin były typowe dla uprawy tego gatunku.

W opisywanych koszyczkach prowadzono obserwacje porównawcze obu typów kwiatów. Obserwacje dotyczyły: (1) zwieńczeń koron kwiatowych, (2) typu pręcikowia występującego w kwiatach i określenia zgodności typu korony z typem pręcikowia – tylko w kwiatach dyskowych, (3) wielkości pylników, (4) żywotności pyłku, (5) określenia struktury kwiatów w obrębie koszyczka, (6) zawiązywania nasion.

Obserwacje prowadzono w latach 1986 i 1989. To uzupełnienie badań (1989 r.) było spowodowane późniejszym wykryciem osobliwości występowania niejednorodnych typów koron i pręcikowia.

Korony w kwiatach promienistych nie zawsze były zwieńczone ząbkami lub ząbki te bywały słabo zaznaczone. Dlatego **badanie** typów **koron** było możliwe tylko dla **kwiatów dyskowych**. Materiał do badań stanowiły pojedyncze koszyczki, pobrane z pędu głównego lub z odgałęzień 1-go rzędu u 29 roślin. W każdym z tych koszyczków badano typ korony, tj. liczbę ząbków u 50, lub gdy było to możliwe u 100 kwiatów. Ogółem zbadano typ korony u 1850 kwiatów.

Badania makroskopowe prowadzono na świeżym materiale. Badania mikroskopowe wykonano na uprzednio przygotowanych preparatach trwałych, stosując acetokarmin rozcieńczony glicerolem w stosunku 1:1. Preparaty oglądano w mikroskopie świetlnym. Rysunki wykonano posługując się czytnikiem do przezroczy.

Zarówno w kwiatach promienistych jak i dyskowych badano typ pręcikowia (liczbę pręcików). Schemat wykonywania preparatów był następujący. Po odłączeniu i odrzuceniu załązni koronę ucinano jak najniżej; koronę i rurkę pylnikową przerywano – i tak spreparowany kwiat, wkładano do kropli barwnika.

Preparaty pręcikowia z kwiatów dyskowych wykonano z 200 kwiatów o koronach 4-, 5- i 6-ząbkowych. Wskaźniki zgodności typu korony z typem pręcikowia i częstotliwość występowania poszczególnych typów pręcikowia wyrażono w procentach. Na podstawie tych wskaźników, wyliczono częstotliwość występowania poszczególnych typów pręcikowia w uprzednio zbadanych makroskopowo 1835 kwiatach dyskowych o koronach 4-, 5- i 6-ząbkowych.

Pręcikowia z kwiatów promienistych pobrano losowo: z pojedynczych koszyczków 17 roślin po 10 kwiatów i z pręcikowia każdego kwiatu wykonano preparat. Ogółem zbadano 170 kwiatów. Wyniki przedstawiono jako procentowy udział poszczególnych typów pręcikowia w badanych kwiatach.

Preparaty przeznaczone do **pomiarów pylników** i określenia żywotności pyłku wykonano z kwiatów promienistych i dyskowych, pochodzących od 62 roślin, ze 124 koszyczków. Z każdej rośliny, przeważnie z odgałęzień 1-go rzędu, rzadziej z pędu głównego, pobierano po dwa kwiatostany. Dobierano je w ten sposób by kwiaty promieniste w jednym, a dyskowe w drugim były we właściwym stadium rozwoju. Jeden preparat stanowiło przeciętnie pobrane z 3–5 kwiatów promienistych lub dyskowych. Dla każdego typu kwiatów wykonano po 62 preparaty. Z każdego preparatu mierzono po jednym pylniku: długość (odległość w krańcowych punktach główki) i szerokość.

Żywotność pyłku określono na tych samych preparatach. Z każdego preparatu liczono po 200 ziaren – ziarna wybarwione określano jako żywotne, a nie wybarwione jako nieżywotne.

Dla określenia **struktury kwiatów w koszyczku** i zbadania ich płodności (kwiatów promienistych i dyskowych), analizowano wyniki uzyskane z obserwacji 34 koszyczków. Koszyczki do badań pobrano od 25 roślin – po 1–2 koszyczki z rośliny – z pędu głównego i (lub) z odgałęzień 1-go rzędu. Badania prowadzono w takim stadium rozwoju kwiatów, gdy nasiona były już wykształcone, a okwiat jeszcze świeży. W pojedynczych koszyczkach określono liczbę poszczególnych typów kwiatów i **liczbę nasion**, wykształconych przez te kwiaty.

Ze względu na unikalność typu koszyczka omawianej formy, celowo pominięto wyniki badań innych cech i nie porównywano jej z odmianą wyjściową.

WYNIKI

Opisywany typ koszyczka przedstawia ryc. 1. Koszyczki badanych roślin były niewielkie (5,5 cm średnicy), heterochromatyczne, półpełne. Koszyczki te różniły się od dotychczas opisanych typów w obrębie gatunku, były bowiem homogamiczne – wszystkie kwiaty były obupłciowe, ale dimorficzne – różnie zabarwione i różne wielkością.

Strukturę kwiatów określono na podstawie badań 34 koszyczków (tab. 1). Kwiaty promieniste stanowiły 63%, a dyskowe 37%. Przeciętnie, w koszyczku było 325 kwiatów: 206 kwiatów promienistych i 119 dyskowych.

Kwiaty promieniste. Korony. U opisywanej formy, 6-7 okółków zewnętrznych koszyczka, czyli miejsce kwiatów promienistych, zajmowały kwiaty barwne – karminowe (10D w skali Biesalskiego, 1957) – obupłciowe. Korony kwiatów były zrosłopłatkowe, w kształcie wydłużonej do ok. 2 cm, dosyć szerokiej rurki, zwężone nieco u nasady, często podobne do kwiatów wargowych. Zwieńczenie koron cechowała duża zmienność – dotyczyło to wyrazistości ząbków, głębokości ich nadcięcia i ich liczby, co obrazuje rycina 2.

W koronach kwiatów zbliżonych wyglądem do wargowych była zaznaczona górna i dolna łątka. Liczba ząbków na łątce górnej była zwykle większa niż na dolnej, maksymalnie do 5. W łątce dolnej najczęściej były to dwa, rzadko jeden, głęboko nadcięte, lancetowate ząbki. Część kwiatów miała korony zwieńczone równodługimi, regularnymi ząbkami. Kwiaty te podobne były do kwiatów dyskowych, jakie wystę-

Tabela 1
Struktura kwiatów w badanych koszyczkach i liczba zawiązanych nasion
Table 1
Structure of florets in the investigated heads and the number os seed settings

Rodzaj kwiatów Type of flores	Liczba kwiatów ogółem Total number of florets	Liczba kwiatów w koszyczku Number of florets in head		Liczba kwiatów z nasionami – Number of florets with seeds			
				ogółem – total		w koszyczku – in head	
		średnio average	zakres zmienności variability range	liczba number	%	średnio average	zakres zmienności variability range
Promieniste Rah florets	6993	205,7	124–335	422	6,0	12,4	0–42
Dyskowe Disc florets	4054	119,2	44–208	2229	55,0	65,6	4–124
Ogółem Total	11047	324,9	236–405	2651	24,0	77,9	9–155

Tabela 2

Częstotliwość występowania różnych typów koron (3-, 4-, 5-, 6-, 7- i 8-ząbkowych) w kwiatach dyskowych. Wyniki uzyskano z obserwacji 1850 kwiatów

Table 2

Frequency of appearance of various types of corollas (3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-toothed) in disc florets. The results come from observation of 1850 florets

Wyszczególnienie Specification	Typy koron - Type of corollas					
	3-	4-	5-	6-	7-	8-
Liczba – Number	2	148	1233	454	12	1
%	0,1	8,0	66,7	24,5	0,7	0,0
Zakres w koszyczkach Range in heads	0-1	0-24	46-78	4-49	0-1	0-1

Tabela 3

Charakterystyka pręcikowia kwiatów promienistych i dyskowych

Table 3

Characteristic of androecium in ray and disc florets

Cecha badana Observed feature	Kwiaty promieniste Ray florets	Kwiaty dyskowe Disc florets
Wielkość pylników (μ) – Size of anther (μ):		
Długość x szerokość ($\bar{x}$) - Length x width ($\bar{x}$)	1789 x 390	2438 x 453
Zakres zmienności u roślin Range of variability in particular plants	1200-2280 x 320-480	2200-2720 x 320-520
Liczba pręcików – Number of stamens:		
Liczba pręcików w kwiatach ($\bar{x}$) Number of stamens in florets ($\bar{x}$)	4,8	5,2
Udział kwiatów 3-pręcikowych (%) Share of 3-stamen florets (%)	0,6	0,5
Udział kwiatów 4-pręcikowych (%) Share of 4-stamen florets (%)	26,6	7,4
Udział kwiatów 5-pręcikowych (%) Share of 5-stamen florets (%)	67,6	66,5
Udział kwiatów 6-pręcikowych (%) Share of 6-stamen florets (%)	5,2	24,9
Udział kwiatów 7-pręcikowych (%) Share of 7-stamen florets (%)	0,0	0,7
Żywotność pyłku (%) -Pollen vitality:		
Liczba ziaren żywych w kwiatach Number of allive pollen in florets	95,2	94,1
Zakres zmienności żywotności pyłku w koszyczkach Range of variability of pollen vitality in particular heads	85,0-99,0	82,0-99,0

Tabela 4

Zależność typu pręcikowia (liczby pręcików) od typu korony w kwiatach dyskowych (4-, 5- i 6-ząbkowych)

Table 4

Dependence of the type of androecium (number of stamens) on the corolla type in disc florets (4-, 5- and 6-toothed)

Liczba i % No. and %	Kwiaty 4-ząbkowe 4 – toothed florets					Kwiaty 5-ząbkowe 5 – toothed florets				Kwiaty 6-ząbkowe 6 – toothed florets		
	badanych kwiaków no. of investigated florets	typ pręcikowia type of androecium				badanych kwiaków no. of investigated florets	typ pręcikowia type of androecium			badanych kwiaków no. of investigated florets	typ pręcikowia type of androecium	
		3	4	5	6		4	5	6		5	6
Liczba Numer	43	2	33	7	1	81	2	75	4	76	10	66
%	100	4,6	76,6	16,2	2,6	100	2,5	92,6	4,9	100	13,2	86,8

pują u astrów Koronowych. W zwieńczeniach koron tych kwiatów liczba ząbków była zmienna – od 4 do 6, sporadycznie 7.

Kwiaty dyskowe. Korony. Kwiaty dyskowe miały korony rurkowate, typowe dla astrów o koszyczkach heterochromatycznych: krótkie (ok. 0,5 cm), pergaminowate, żółtawe, z wyraźnie wykształconymi na szczycie koron ząbkami, ale niejednorodne. W obrębie jednego koszyczka występowały kwiaty o koronach 3- do 8-ząbkowych (tab. 2). Średnia liczba ząbków w badanych kwiatach wynosiła 5,2. Najczęściej, bo u 66,7% badanych kwiatów były to korony 5-ząbkowe.

Budowa kwiatów. Kwiaty promieniste były obupłciowe, a występujące w tych kwiatach pręcikowie, było analogiczne do pręcikowia z kwiatów dyskowych (ryc. 3 i tab.3).

Wielkość pylników (długość i szerokość) w kwiatach promienistych i dyskowych była zróżnicowana i wynosiła odpowiednio: 1789 x 390 i 2438 x 453. Długość pylników u pojedynczych roślin w kwiatach promienistych wynosiła 1200-2280 a w kwiatach dyskowych 2200–2720. Te różnice w wielkości pręcików, a także słupków, z obu typów kwiatów obrazuje także ryc. 3.

Zarówno w kwiatach promienistych jak i dyskowych typ pręcikowia był niejednorodny – oprócz kwiatów 5-pręcikowych, które stanowiły większość (ok. 67%), występowały w znacznej liczbie 4-pręcikowe (26,6% w kwiatach promienistych i 7,4% w dyskowych) i 6-pręcikowe (5,2% w kwiatach promienistych i 24,9% w kwiatach dyskowych); 3- i 7-pręcikowe stanowiły mniej niż 1%. Z tej nieco różnej struktury pręcikowia, w obu typach kwiatów, wynikała mniejsza średnia liczba pręcików w kwiatach promienistych (4,8) niż w kwiatach dyskowych (5,2).

Badania mikroskopowe kwiatów dyskowych o koronach 4-, 5- i 6-ząbkowych wykazały dużą zbieżność typu korony z typem pręcikowia (liczbą pręcików) (tab. 4). Zgodność typu pręcikowia z typem korony stwierdzono u 93% kwiatów 5-ząbkowych, u 87% kwiatów 6- ząbkowych i tylko u 77% kwiatów 4-ząbkowych. W kwiatach o koronach 4- i 6-ząbkowych, najczęstszą przyczyną niezgodności było występowanie 5-pręcikowia.

Zależności występowania typu pręcikowia od typu korony, w kwiatach promienistych nie można było określić, że względu na niemożność ustalenia liczby ząbków we wszystkich kwiatach. Na podstawie obserwacji kwiatów o koronach z regularnymi ząbkami, można jednak przypuszczać, że i w kwiatach promienistych – podobnie jak i w dyskowych – występuje wysoka zbieżność typu pręcikowia z typem korony.

Występujące w kwiatach promienistych pylniki często były niezrośnięte i wcześniej zasychały, a znamiona szyjki słupka przeważnie były złożone – jak w młodych kwiatach.

W kilku przypadkach – zarówno w kwiatach promienistych jak i w dyskowych – obserwowano anomalie nitek pylnikowych – ich liczba nie odpowiadała liczbie pylników: kilkakrotnie były to dwa pylniki wyrastające z jednej nitki (ryc. 3), a w jednym przypadku (kwiat dyskowy) z jednej nitki wyrastały 3 pylniki.

Ryc. 1. Koszyczek typu RO i kwiaty (u dołu): z lewej strony – kwiat dyskowy, pozostałe – kwiaty promieniste o koronach typu RO.

Fig. 1. The head of RO type and florets (below): on the left – a disc floret, the rest – ray florets with corollas of RO type.

Ryc. 2. Zwieńczenie koron kwiatów typu RO.

Fig. 2. The top part of corollas of the RO type florets.

Ryc. 3. Kwiaty z odciętą koroną. U góry kwiaty normalne, z tego samego koszyczka: z lewej strony – dwa kwiaty promieniste (4- i 5-pręcikowy), z prawej strony – kwiat dyskowy. U dołu – obserwowane w kwiatkach promienistych i dyskowych anomalie: A – dwa pylniki wyrastają z jednej nitki, B – dwa pylniki zrośnięte wyrastają ze wspólnej nitki, C – niezgodność typu korony z typem pręcikowia, brak ponadto jednej ściany, oddzielającej sąsiadujące płatki.

Fig. 3. Florets with the cut off corollas. Upper – normal florets from the same head: on the left – two ray florets, on the right – disc floret. Below – the observed anomalies: A – two anthers grow from one filament, B – two anthers fused together grow from common filament, C – discordance between the type of corolla with the type of androecium, there is no wall separating the neighbouring petals.

Ryc. 4. Schemat obserwowanych w kwiatach promienistych dysplacji pręcików:
1 – znamię słupka; 2 – przemieszczone pręciki.

Fig. 4. A diagram of the observed in ray florets stamen displacement: 1 – stigma,
2 – displaced stamens.

W kwiatach promienistych bardzo często występowała dysplacja pręcików – najczęściej pojedynczych, rzadziej 3, 4 pylników, sporadycznie nawet 5. Schemat obserwowanych w tych kwiatach dysplacji przedstawia ryc. 4. W odniesieniu do położenia znamion, odległość przesunięcia wynosiła ok. 0,3–0,5 cm, rzadziej spotykano pylniki na odległościach mniejszych lub większych. W przypadku równoczesnej dysplacji dwóch lub większej liczby pręcików, najczęściej wyrastały one na tej samej wysokości.

Warto podkreślić, że odcinek wyznaczający przesunięcie pręcika od jego pierwotnego miejsca, był zawsze zaznaczony jako białawe pasemko na tle barwnej tkanki korony, o grubości nitki pylnikowej, na zakończeniu której wyrastał pylnik. Pręciki, które uległy przemieszczeniu były siedzące – bez nitki pylnikowej.

Żywotność pyłku. Uzyskane wyniki dotyczące żywotności pyłku (wartości średnie) w kwiatach promienistych i dyskowych były zbieżne, i wynosiły średnio 95 i 94%, zaś zakres zmienności w kwiatach promienistych wynosił 85 do 99% a w kwiatach dyskowych 82 do 99% (tab. 3). W obydwu rodzajach kwiatów znajdowano pewną liczbę ziaren pyłku niewybarwionego, przeważnie były one mniejsze od normalnych.

Nasiona. Obecność nasion stwierdzono u 55% badanych kwiatów dyskowych i 6% kwiatów promienistych. W jednym koszyczku było od 9 do 155 nasion, przeciętnie 78: 12 nasion w kwiatach promienistych i 66 w kwiatach dyskowych. Liczba nasion w kwiatach promienistych i dyskowych w pojedynczych koszyczkach wynosiła odpowiednio: 0-42 i 4-124 (tab. 1).

DYSKUSJA I WNIOSKI

Wyniki omawiano przede wszystkim pod kątem oryginalności uzyskanej formy na tle dotychczasowych opisów *Callistephus chinensis*.

Unikalność omawianego w pracy koszyczka wynikała z obecności w kwiatach promienistych pręcikowia typu *Synandreae* (analogicznego do pręcikowia w kwiatach dyskowych) i kształtu korony typu otwartej rurki (typ RO). Opisane kwiaty promieniste (typ RO) są zupełnie odmienne od znanych u tego gatunku kwiatów o koronach rurkowatych zamkniętych (M a a t s c h i S c h u l z e, 1958; P e t r e n k o, 1972; W o s i ń s k a, 1976, 1998 i dane nie publikowane) i rurkowo-języczkowatych (W o s i ń s k a, 1976, 1982 i dane nie publikowane).

Uważa się, że w ewolucji *Asteraceae*, progresywnym momentem było przekształcenie obupłciowych kwiatów w jednopłciowe na drodze redukcji jednej z płci. Zapoczątkowało to formowanie się gatunków o koszyczkach różnokwiatowych. Towarzystwa temu najczęściej i zmiana typu koron – z rurkowatej w języczkowatą (cyt. za P o l i a k o w e m, 1967). W świetle tych poglądów, opisywaną mutację należałoby uznać za formę prymitywną, odtwarzającą jakiś typ atawistyczny z drogi ewolucji gatunku *Callistephus chinensis*.

Kwiaty typu RO ze względu na zajmowane miejsce i równoczesne występowanie w koszyczku typowych kwiatów dyskowych, uznano za kwiaty promieniste. Kwiaty te wykazywały jednak wiele cech zbieżnych z kwiatami dyskowymi jakie występują

u astrów Książęcych. W związku z tym nasuwają się wątpliwości – czy opisana forma była efektem mutacji obupłciowych, krótkich, pergaminowatych kwiatów dyskowych do innej formy (korona wydłużona i barwna) i niewykształcanie kwiatów promienistych, czy też była to mutacja genu lub genów odpowiedzialnych za kwiaty promieniste (mutacja kształtu korony i wykształcanie pręcikowia).

U dotychczas znanych form, w koszyczkach zawsze występuje co najmniej jeden okólek kwiatów promienistych. Na podstawie wieloletnich obserwacji kilkuset tysięcy roślin, można twierdzić, że u astra chińskiego sporadycznie spotyka się koszyczki utworzone wyłącznie z jednego typu kwiatów: dyskowych o koronach krótkich i pergaminowatych, lub niezmiernie rzadko – kwiatów promienistych (W o s i ń s k a, 1982 i dane nie publikowane). Typ koszyczka wypełnionego tylko kwiatami dyskowymi, obserwowano również u roślin zawirusowanych. Ponieważ u roślin o takich koszyczkach nie otrzymano nigdy nasion, trudno jest zdecydować, czy były to zmiany fizjologiczne, czy genetyczne. Nie można zatem wykluczyć, że były to mutacje czynników genetycznych, determinujących taki typ koszyczka.

Przyjmując tę hipotezę, że w koszyczku omawianej formy są to wyłącznie kwiaty dyskowe, należałoby wytłumaczyć i różnicowany wygląd koron tych kwiatów, tj. występowanie w okólkach zewnętrznych koszyczka kwiatów o koronach wydłużonych i barwnych, a w wewnętrznych okólkach kwiatów o koronach krótkich, pergaminowatych.

Nie można uznać, że odmienny wygląd kwiatów w koszyczku wynikał z ich położenia, spotyka się bowiem w koszyczkach astra chińskiego pojedyncze, typowe kwiaty promieniste wśród kwiatów dyskowych i odwrotnie – typowe kwiaty dyskowe wśród kwiatów promienistych (W o ł k o w a, 1983, a także W o s i ń s k a – obserwacje własne, dane nie publikowane). Ponieważ w omawianym typie koszyczka, kwiaty przede wszystkim różniły się wielkością i barwą koron, można by to wytłumaczyć występowaniem w określonym stadium rozwoju kwiatów w koszyczku, czynnika gwałtownie blokującego dalszy rozwój kwiatów barwnych. Podobnie można by tłumaczyć i zjawisko występowania u niektórych astrów Książęcych, koszyczków w których kwiaty dyskowe w okólkach zewnętrznych są barwne i długie, i stopniowo przechodzą w krótkie, niewybarwione co często obserwowano w kolekcji materiałów własnych, ale w koszyczkach tych występują i kwiaty promieniste. Cecha „tutkowatości” i barwności koron kwiatów dyskowych, jest uwarunkowana jednym, nie w pełni dominującym genem, który ma charakter labilny (W i t, 1937).

Hipoteza, że omawiana forma była efektem mutacji genu lub genów odpowiedzialnych za strukturę kwiatów w obrębie koszyczka (brak kwiatów promienistych), z równoczesnym występowaniem mutacji genu odpowiedzialnego za kształt i barwę koron dyskowych, jest zatem prawdopodobna.

Mutacje u astra chińskiego (naturalne i indukowane) w kwiatach promienistych są częste, w dyskowych sporadyczne. Świadczą o tym i wyniki S t e u c k a r d t a (1961) i wyniki własne (W o s i ń s k a, 1976, 1982), a przede wszystkim efekty hodowlane z selekcionowanych mutacji naturalnych. Oprócz kwiatów promienistych o koronach języczkowatych płaskich i gładkich, typowych dla formy dzikiej, w okresie ponad 250 lat trwającej hodowli, uzyskano cały szereg odmian o koronach morfo-

logicznie zróżnicowanych, aczkolwiek, poza kilkoma odmianami o koronach rurkowatych zamkniętych, są to korony języczkowate. Ze względu na tę łatwość mutowania kwiatów promienistych, wydaje się bardziej prawdopodobnym przyjęcie założenia, że omawiany typ koszyczka był wynikiem mutacji kwiatów promienistych. Wystąpienie w tych kwiatach pięćkrowia, można by tłumaczyć albo równoczesną mutacją genów warunkujących występowanie pięćkrowia, albo wspólnym mechanizmem genetycznym, sterującym równocześnie wykształcanie tego typu korony i pięćkrowia. Senjakowa - Korczagina (1952, cyt. za Poliakowem, 1967) zauważa, że przy pojawieniu się anomalii, polegających na przekształcaniu się języczkowatych koron w rurkowate, co autorka obserwowała u cynerarii, występuje tendencja do wykształcania w tych kwiatach pięćkrowia. Jednak opisana przez Rana (1965), zaindukowana u jednorocznych chryzantem mutacja, u której kwiaty promieniste o koronach języczkowatych były obupłciowe, świadczy o możliwości występowania pięćkrowia również w kwiatach promienistych o koronach języczkowatych.

Badając w omawianym typie koszyczka kwiaty dyskowe, stwierdzono, że są one niejednorodne – oprócz kwiatów 5-krotnych, które stanowiły 67% badanych, występowały równocześnie i kwiaty 6- i 4-krotne, ich udział wynosił odpowiednio 24 i 8%. W literaturze dotyczącej astra chińskiego brak jest wzmianek o występowaniu niejednorodnych kwiatów dyskowych. U dzikiej formy astra chińskiego Hooke (1882, cyt. za Wittem, 1937) podaje, że kwiaty dyskowe są obupłciowe, o koronach 5-ząbkowych. Inni autorzy, uwzględniając odmiany hodowlane, zaznaczają obecność pięciu ząbków na szczycie korony (Golubkow, 1959; Fiszun, 1965; Poliakow, 1967; Rostański, 1971). Wołkowa (1983) podkreśla, że są to kwiaty 5-krotne. Osobliwość występowania niejednorodnych kwiatów dyskowych u astra chińskiego będzie omawiana w oddzielnej publikacji, dlatego dyskusję w tej pracy ograniczono.

Występowanie niejednorodności typów koron i pięćkrowia zarówno w kwiatach promienistych jak i dyskowych, wskazuje na powinowactwo tych kwiatów i na wspólny lub analogiczny mechanizm sterujący rozwojem pięćkrowi i tego typu koron. Zwraca jednak uwagę większa częstotliwość występowania w kwiatach promienistych 4-pięćkrowia, a w kwiatach dyskowych 6-pięćkrowia. Zwraca też uwagę duża różnica w wielkości pięćkrowi w kwiatach dyskowych i promienistych. Czyżby to wynikało z położenia w koszyczku?

Badanie żywotności pyłku wykazało funkcjonalność pylników w obydwu typach kwiatów. Słabsze wiązanie nasion w kwiatach promienistych nie zostało w pełni wyjaśnione. Bardzo wczesne brunatnienie pylników, przy równocześnie złożonych łatkach znamion szyjki słupka, może wskazywać na brak zgodności czasowej w dojrzewaniu słupków i pyłku, a wydłużona korona kwiatowa, utrudnia zapewne dostanie się pyłku z kwiatów dyskowych, pomijając późniejsze dojrzewanie tych kwiatów.

Wśród obserwowanych anomalii zwrócono uwagę na często występujące w kwiatach promienistych przemieszczanie pięćkrowi – dysplację. Podlegające dysplacji pięćkrowi występowały na końcu jasnego pasemka – jakby wprasowanej w koronę, mniej lub bardziej wydłużonej nitki pięćkrowi (nitki pięćkrowie astra chińskiego, niezależnie od zabarwienia korony, są białawe). Jeśli w tym samym kwiatku, dys-

placja dotyczyła dwóch pręcików, pręciki te wyrastały na dwóch takich szlakach. Na występowanie takich „śladów” drogi, którą przemieszczające się organy zostawiają, zwracają uwagę i inni autorzy. S t e c k i i B o g d a ń s k i (1953) obserwowali smugę tkanki barwnej w przypadku dysplacji okwiatolistków u *Caltha palustris*, a S e n j a k o w a - K o r c z a g i n a (1952, cyt. za P o l i a k o w e m, 1967) smugę tkanki merystematycznej, dającej początek przemieszczonym pręcikom u cynerarii.

Należy sądzić, że ślady drogi przemieszczanych pręcików, wskazują na równoczesność inicjowania wszystkich pręcików w pręcikowiu, i na spowolnienie rozwoju jednego, dwóch lub więcej pręcików i ich rozwój dopiero w późniejszym okresie. Można by przypuszczać, że jest to skutek zmiennego natężenia bodźca, sterującego rozwojem pręcików. W przypadku wystarczająco silnego bodźca i jego utrzymywania się, następuje inicjacja pręcika i jego rozwój – równoległy do rozwoju innych członów kwiatu, przede wszystkim korony. Spadek natężenia bodźca powodowałby spowolnienie, a w krańcowych przypadkach zahamowanie dalszego rozwoju. Ze wzrostem korony następuje tylko elongacja wrosniętej w koronę tkanki pręcika. Wzmocnienie bodźca w późniejszym okresie, powoduje rozwój pręcika – o tyle wyżej od miejsca inicjacji, o ile później nastąpiło wzmocnienie bodźca. Wydaje się zatem, że dysplację pręcików należałoby rozpatrywać nie jako zjawisko regeneracji, czyli przesunięcie miejsca inicjacji, lecz jako efekt spowolnionego rozwoju już wcześniej zainicjowanego pręcika.

S t e c k i i B o g d a ń s k i (1953) uważają, że pośrednią przyczyną, i bodźcem do powstawania teratologii, do których zalicza się i dysplacje, są zaburzenia w rozkładzie tych materiałów, które powodują wykształcanie się normalnych kwiatów. Roślina wytwarza substancje pobudzające ją do formowania kwiatów w pewnej rytmice ilościowej. I jeśli owa rytmika wytwarzania odpowiednich ilości hormonów, została zakłócona, czy przzerwana, powstają wówczas twory teratologiczne.

Postawiona na początku wątpliwość – czy omawiane w pracy kwiaty, były efektem mutacji kwiatów promienistych, czy też była to mutacja kwiatów dyskowych i czynnika odpowiedzialnego za strukturę kwiatów w koszyczku – nie została rozstrzygnięta. Wykazano bowiem wiele cech zbieżnych, dotyczących koron i pręcikowia tych kwiatów z kwiatami dyskowymi. W konkluzji opowiadam się jednak, by te zmutowane kwiaty uznać za kwiaty promieniste. Prawdopodobnie stanowią one jakąś formę atawistyczną, być może jakieś pośrednie ogniwo między kwiatami promienistymi a dyskowymi.

Omówiona mutacja ma oprócz walorów teoretycznych i walory praktyczne. Stwarza bowiem możliwość przeniesienia cechy występowania pręcikowia w kwiatkach promienistych do odmian o innych typach koron i w następstwie poprawę funkcjonalności tych kwiatów i wzrost liczby pozyskiwanych nasion.

LITERATURA

- Biesalski E., 1957. Pflanzenfarben - Atlas, Musterschmidt Verlag, Berlin - Frankfurt.
- Fisjun W.W., 1965. *Callistephus* – *Callistephus* Cass. [In:] Flora Kazachstana, t. 8, B. Pawlow (ed.), pp. 312–314. Izd. Nauka, Alma-Ata.
- Gołubkova W. F., 1959. Rod *Callistephus* – *Callistephus* Cass. [In:] Flora SSSR, t. 25.
- Maatsch R., Schulze G., 1958. Versuch einer typenmässigen Gliederung der Körbchen und Blütenformen gartnerisch wichtiger *Compositae* und ihrer Kulturformen. Gartenbauwissenschaft 23: 160–166.
- Morgenthal J., 1969. Sommerblumen. BLV. München.
- Nechansky F., Jirasek V., 1967. Systematische Studie über kultivierte Sommerastern (Gartenastern) – *Callistephus chinensis* (L.) Nees (*Asteraceae*). Preslia (Praha) 9: 122–150.
- Petrenko N. A., 1972. Klasifikacija astry kitajskoj. Trudy po Prikladnoj Botanike Gen. i Selekcii 46(2): 278–290.
- Poliachow P. P., 1967. Sistematika i proischozhdieniye sloznocvetnych. Izd. „Nauka” Kazachskoj SSR, Alma-Ata.
- Rana R., 1965. Radiation induced variation in ray floret characteristics of Annual chrysanthemum. Euphytica 14: 296–300.
- Rostański K., 1971. *Callistephus* Cass. [W:] Flora Polska, t. 12. B. Pawłowski, A. Jasiewicz (red.), pp. 121–123. PWN, Warszawa, Kraków.
- Stecki K., Bogdański K., 1953. Teratologia kwiatu i przykwiatków u *Caltha palustris* L. Acta Soc. Bot. Pol. T. 12 (1): 207–224.
- Sziszkin B. K. (ed.), pp. 1–17. Izd. Akademii Nauk SSSR, Moskwa, Leningrad, pp. 73–77. Kiripicznikow M. E., 1959. Sem. CLX. Słoznocvetnye – *Compositae* P.F. Gmelin. [In:] Flora SSSR, t. 25. B. K. Sziszkin (ed.), Izd. Akademii Nauk SSSR, Moskwa, Leningrad.
- Steuckardt R., 1961. Mutationsversuche mit Sommerastern (*Callistephus chinensis*). Archiv für Gartenbau 9: 85–95.
- Wit F., 1937. Contributions to Genetics of the China aster. Genetica 19: 2–104.
- Wołkova G. A., 1983. Odoletniaja astra w usłowijach Komi ASSR. Nauka, Leningrad.
- Wosińska A., 1976. Wpływ różnych dawek promieni gamma na aster chiński (*Callistephus chinensis* (L.) Nees). Praca doktorska, SGGW-AR, Warszawa.
- Wosińska A., 1982. V. Indukowanie promieniami gamma ^{60}Co zmienności modyfikacyjnej i mutacji u astra chińskiego (*Callistephus chinensis* (L.) Nees). Acta Agrobot. 35: 285–301.
- Wosińska A., 1998. Mutacja spontaniczna w kolekcji radiomutantów astra chińskiego (*Callistephus chinensis* (L.) Nees). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 649–660.

Nowa forma astra chińskiego (*Callistephus chinensis* (L.) Nees).

Budowa i biologia kwiatów promienistych o koronach rurkowatych otwartych (typ RO)

S t r e s z c z e n i e

Opisano radiomutanta astra chińskiego o nowym typie koszyczka i nowym typie kwiatów promienistych. Wszystkie kwiaty w koszyczku były obupłciowe i rurkowe ale dimorficzne – różniły się wielkością i barwą. Miejsce kwiatów promienistych w koszyczku zajmowały kwiaty obupłciowe o koronach rurkowatych otwartych, zwieńczonych często nieregularnymi ząbkami. Kwiaty dyskowe krótkie, pergaminowate. W obu typach kwiatów porównywano: liczbę i wielkość pręcików, barwliwość pyłku i płodność kwiatów. Określono także liczbę ząbków w koronach kwiatów dyskowych. Zwrócono też uwagę na często spotykane anomalie, a szczególnie dysplację pręcików. Dyskutowano czy uzyskana forma była efektem mutacji kwiatów dyskowych z równoczesną mutacją czynników determinujących nieznany dotychczas u astra chińskiego typ koszyczka bez okółka kwiatów promienistych, czy też była to mutacja kwiatów promienistych (typu korony i wykształcenie pręcikowia). Autorka uważa, że omawiana forma była efektem mutacji języczkowatych kwiatów promienistych do typu kwiatów wyżej opisanych.

Nowy typ koszyczka u *Callistephus chinensis* (L.) Nees

Koszyczki homogamiczne, heterochromatyczne. Wszystkie kwiaty w koszyczku rurkowate, ale dimorficzne. Kwiaty promieniste obupłciowe, o koronach barwnych, rurkowatych, otwartych, często zwieńczone nie zawsze regularnymi ząbkami. Kwiaty dyskowe krótkie (0,5 cm), pergaminowate, o zmiennej liczbie płatków (ząbków) – od 4 do 7. Pręcikowie w kwiatach promienistych analogiczne do pręcikowia z kwiatów dyskowych. Liczba pręcików zmienna – od 4 do 6, z przewagą 5-pręcikowia (67 %). Nasiona wykształcają i kwiaty promieniste i dyskowe.