

Magdalena Kluza-Wieloch, Czesław Muśnicki

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Botaniki, * Katedra Uprawy Roli i Roślin

Tempo kwitnienia koszyczków i kwiatów u różnych odmian słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.)

Flowering rates of capitulum and florets of different cultivars of common sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Słowa kluczowe: słonecznik, odmiany, kwiaty, kwiatostany, tempo zakwitania

W latach 1997–1999 w Stacji Doświadczalnej Poznańskiego Uniwersytetu Przyrodniczego w Przybrodzie prowadzono badania tempa kwitnienia koszyczków na poletkach. W latach 1999–2001 w Ogrodzie Doświadczalnym Katedry Botaniki w Poznaniu, badano tempo rozwoju i liczbę kwiatów w koszyczkach. Obiekt badań stanowiły: polska odmiana populacyjna (Wielkopolski) i dwa mieszańce liniowe (F₁) słonecznika zwyczajnego (Frankasol i Coril).

Kwitnienie i przekwitanie kwiatostanów na poszczególnych poletkach najszybciej przebiegało w roku 1998. Im mniejsze były poziomy zagęszczenia i nawożenia, tym kwiatostany zakwitały wcześniej. Koszyczki mieszańców miały przeciętnie o 1–3 cm większą średnicę niż odmiana populacyjna, dlatego też charakteryzowały się większą liczbą kwiatów rurkowych. U mieszańca Coril zaobserwowano najbardziej wyrównany proces kwitnienia. Słonecznik Wielkopolski miał zazwyczaj najmniej kwiatów języczkowych i rurkowych. Zakwitął najwcześniej, ale proces ten trwał u niego najdłużej. Kwiaty rurkowe osiągnęły maksymalną swą liczbę w 1998 roku, a kwiaty języczkowe w roku 2001. W tym samym sezonie pojedyncze koszyczki rozkwitały najwcześniej, ale proces ten trwał najdłużej. Najczęściej najmniej wyrównaną była odmiana Wielkopolski. Największym wyrównaniem cechował się mieszaniec Coril. Liczba kwiatów języczkowych i rurkowych była mało wyrównana, a jej odziedziczalność mała.

Key words: sunflower, cultivars, flowers, flower heads, flowering rate

Study on capitulum flowering rates during the years 1997–1999 were conducted on plots at the Experimental Station in Przybroda belonging to the Life Sciences University in Poznań. This study concerning the development rate and the number of florets per capitulum was continued during years 1999–2001 at the Experimental Garden of the Botany Department of Life Sciences University in Poznań. The objects of investigations included Polish open pollinated cultivar (Wielkopolski) and two interline hybrids (F₁) of common sunflower (Frankasol and Coril).

Studies on flowering rate on plots and flowering rates of florets in individual flower heads showed that not all F₁ hybrids are better adapted to the conditions of Polish climate or more uniform than open pollinated cultivars. The decisive effect on a lack of uniformity of the flowering phase for all cultivars was found for the spring drought, occurring at the turn of April and May, i.e. optimal sowing time. It resulted in delays in the emergence dates expected for sunflower, with few seeds germinating at that time, while specimens grown from these seedlings later exceeded others in their

development. The number of developing tubular flowers was higher in warm and dry weather conditions. Rainy weather considerably extended the flowering process. Capitula of hybrids had on average diameters by 1–3 cm bigger than the open pollinated cultivar and thus they were characterized by a higher number of tubular flowers. Heritability of the number of both types of flowers in the capitulum was low, as they were modified first of all by weather conditions. In turn, the coefficient of variation, particularly the number of tubular flowers, displayed high values.

Wstęp

Ze względu na sposób użytkowania, słonecznik zwyczajny (*Helianthus annuus* L.) został podzielony na formy ozdobne, pastewne, gryzowe i oleiste. Wśród nich spotyka się starsze odmiany populacyjne oraz powstałe w ostatnim sześćdziesięcioleciu mieszańce liniowe, uzyskane na drodze krzyżowania dobranych linii wsobnych. Spośród wymienionych form największe znaczenie gospodarcze ma słonecznik oleisty (Muśnicki 1999).

Powszechnie uważa się, że odmiany heterozyjne charakteryzują się mniejszą zmiennością cech pokroju roślin niż populacyjne (Kłoczowski 1967, Fick i Swallers 1972, Pirani 1980, Vranceanu i in. 1987, Łuczkiwicz 1993, Muśnicki i Toboła 1996, Maruthi i in. 1998). Jednakże Kłoczowski (1975) stwierdził, że w zmiennym klimacie polskim mieszańce, uprawiane zwykle w bardziej ciepłym i suchym klimacie Europy południowej, mogą być mniej wyrównane i wierne w plonowaniu niż odmiany populacyjne.

Słonecznik oleisty był obiektem wielu doświadczeń. Badano jednak przede wszystkim wpływ sposobu uprawy na plon jego niełupek oraz zawartość w nich oleju (np. Toboła i in. 1991, 1993, Ahmad i in. 1992, Villalobos i in. 1994). Bardzo mało natomiast spotyka się prac typowo botanicznych, dotyczących tempa i równomierności kwitnienia koszyczków na poletkach oraz tempa zakwitania i liczby kwiatów w poszczególnych koszyczkach (Hernandez i Palmer 1988, Palmer i Hernandez 1988, Khan i in. 1999, Marin 1992). Nie ma zatem badań porównawczych pomiędzy tymi dwoma typami odmian.

Praca ta miała na celu sprawdzenie hipotezy o większym wyrównaniu odmian heterozyjnych na podstawie analizy tempa kwitnienia koszyczków i poszczególnych kwiatów oraz ich liczby. Prześlędzono również wpływ czynników środowiskowych i agrotechnicznych na te procesy oraz wykazano ich zmienność i odziedziczalność.

Material i metody

Badania tempa kwitnienia koszyczków na poletkach wykonano w latach 1997–1999, w Stacji Doświadczalnej Poznańskiego Uniwersytetu Przyrodniczego w Przybrodzie. Czynnikiem modyfikującym zmienność tempa rozwoju kwiatostanów były różne dawki nawozu azotowego (60 i 120 kg N/ha) oraz różne poziomy zagęszczenia (50, 75 i 100 tys./ha). W latach prowadzenia obserwacji zmieniały się również warunki agrotechniczne doświadczenia, a przede wszystkim warunki meteorologiczne. Zostały one dokładnie opisane we wcześniejszym opracowaniu (Kluza-Wieloch i Muśnicki 2003). W latach 1999–2001 w Ogrodzie Katedry Botaniki w Poznaniu prowadzono badania nad tempem rozwoju i liczbą kwiatów w koszyczkach. Tutaj jedynym zmiennym czynnikiem były warunki meteorologiczne. Odpowiednie dane pozyskano ze stacji na Ławicy.

Obiektem badań była polska odmiana populacyjna — Wielkopolski, z którą porównywano dwa mieszańce liniowe (F_1) słonecznika zwyczajnego: francuski Frankasol i amerykański Coril. Badania tempa zakwitania koszyczków na poletkach analizowano na 50 osobnikach każdej z 36 kombinacji powtórzeń. Wykonywano je dwa razy w tygodniu. Liczbę kwiatów i ich tempo rozwoju w kwiatostanach badano na 30 osobnikach każdej odmiany.

Analiza tempa zakwitania i przekwitania koszyczków polegała na liczeniu w pierwszej fazie osobników kwitnących na poletku, a w drugiej — jeszcze kwitnących i przekwitłych. Badania te prowadzono od dnia, kiedy otwierały się pierwsze kwiaty rurkowe w pojedynczym kwiatostanie, do momentu, gdy rozwinęły się wszystkie te organy w ostatnim koszyczku. Każdorazowo obliczano stosunek kwiatostanów kwitnących do pąkujących, a następnie kwitnących do przekwitłych. Zebrane dane posłużyły do wyliczenia równań regresji, na podstawie których wykreślono krzywe zakwitania i przekwitania badanych odmian i linii słonecznika.

Tempo zakwitania pojedynczego kwiatostanu obserwowano codziennie w latach 2000–2001. Polegało to na notowaniu dat i policzeniu dni fazy kwitnienia, z zaznaczeniem jej rozpoczęcia, pełni i zakończenia. Również tempo rozkwitania kwiatów jęczykowych i rurkowych śledzono codziennie przez dwa lub trzy lata. Badania te miały na celu poznanie faktycznej liczby dni rozwoju tych organów w danym koszyczku. Zawsze określano też moment, w którym zakwitła największa liczba tych kwiatów. Codziennie, usuwając je z kwiatostanów, liczono także rozwijające się kwiaty jęczykowe i rurkowe w koszyczku.

Analizę zmienności liczby kwiatów scharakteryzowano, zgodnie z zaleceniami Kali (1996), odchyleniem standardowym i współczynnikiem zmienności. Zmienność odmianowa była podstawą do określenia odziedziczalności (h^2) w sensie ogólnym, według metody zaproponowanej przez Płochińskiego (1968) oraz Bos'a i Caligari'ego (1995).

Wyniki

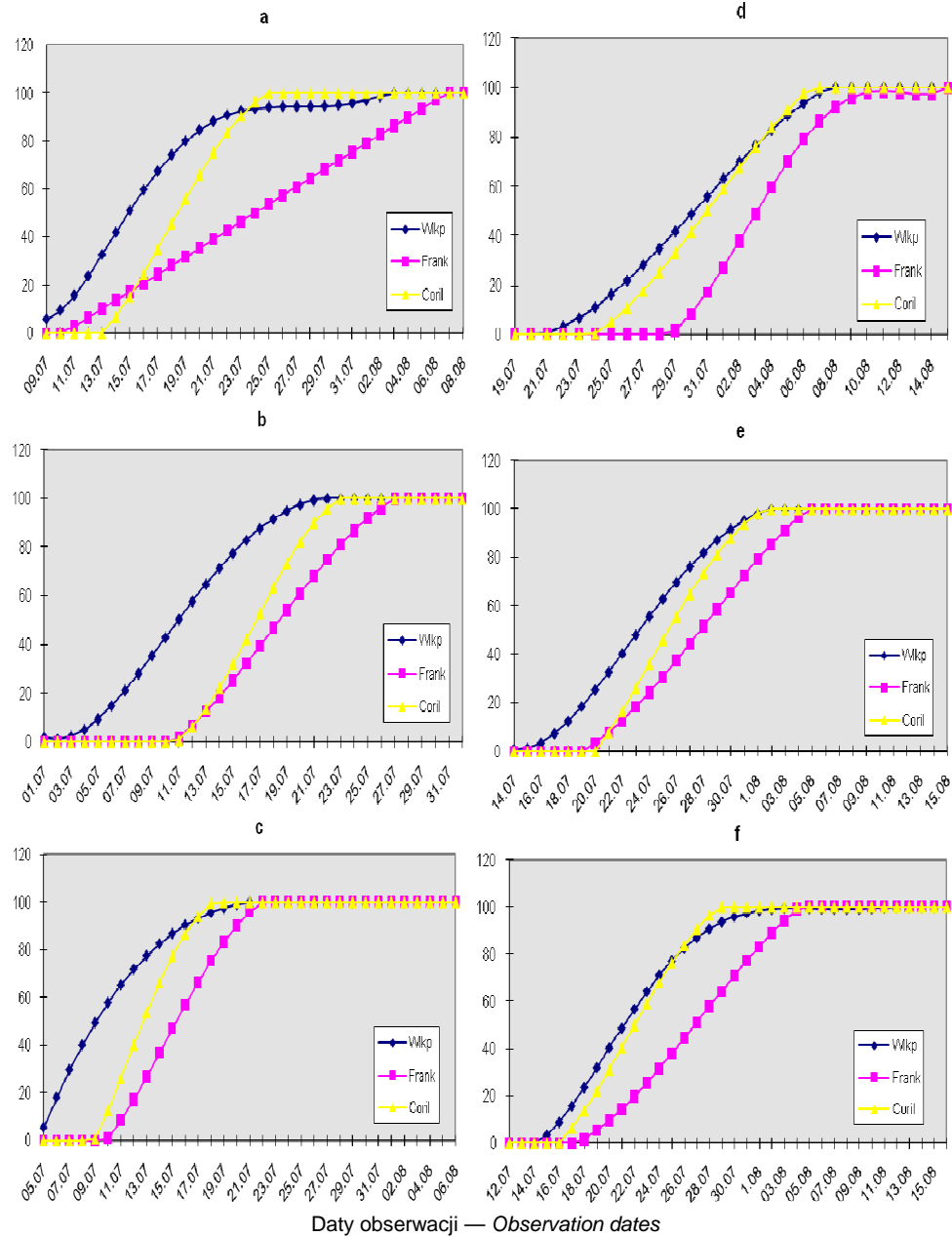
Tempo zakwitania i przekwitania kwiatostanów na poletkach było zależne od warunków środowiskowych, zagęszczenia roślin i typów odmian. Jedynie nawożenie nie wywierało istotnego wpływu na te procesy. Przebieg kwitnienia scharakteryzowano za pomocą wykresów opartych o równania krzywych regresji (rys. 1). W roku 1997 najwcześniej (9.07) zakwitły pierwsze koszyczki odmiany Wielkopolski, a najpóźniej (14.07) zaczęły rozwijać się kwiatostany mieszańca Coril. Jednakże to właśnie u niego najkrócej trwała faza kwitnienia. W następnym sezonie również ta sama odmiana zakwitła najwcześniej (1.07), a oba mieszańce zaczęły się rozwijać dopiero 10 dni później. Faza ta u mieszańca Frankasol skończyła się najpóźniej. W ostatnim roku badań proces ten przebiegał podobnie. Mieszańce rozpoczynały kwitnienie 5–6 dni po odmianie Wielkopolski, która zaczęła otwierać swoje koszyczki 5.07. Znowu w najkrótszym okresie czasu rozkwitły wszystkie kwiatostany u mieszańca Coril. Podczas trzech lat obserwacji właśnie ten mieszaniec charakteryzował się najbardziej wyrównanym rozwojem koszyczków u wszystkich osobników. Jako pierwsze zakwitły zawsze kwiatostany słonecznika Wielkopolski. Było to niezależne od poziomu nawożenia azotowego i w pewnej mierze również od zagęszczenia, gdyż kwitnące osobniki równocześnie pojawiały się na wszystkich poletkach tej odmiany, jednakże na samym początku zakwitania najwięcej koszyczków rozwijało się przy minimalnej gęstości roślin. Rokrocznie najpóźniej rozwijały się kwiatostany mieszańca Frankasol, na poletkach o największej gęstości siewu.

Pierwsze przekwitłe koszyczki w roku 1997 zaobserwowano u odmiany populacyjnej (21.07), a u mieszańca Coril pojawiły się one tylko 3 dni później. Wszystkie kwiatostany najszybciej zakończyły swój rozwój u tegoż właśnie mieszańca (7.08). Najdłużej faza ta trwała u drugiego mieszańca. W kolejnym sezonie badań również słonecznik Wielkopolski jako pierwszy rozpoczął proces przekwitania (14.07). U obu mieszańców takie koszyczki pojawiły się dopiero tydzień później. Jednakże koniec kwitnienia u odmiany populacyjnej miał miejsce w tym samym czasie, co u mieszańca Coril. Znowu najdłużej przekwitały kwiatostany mieszańca Frankasol. W ostatnim roku obserwacji, podobnie jak i w poprzednich, także ta sama odmiana rozpoczęła proces przekwitania (15.07), lecz pierwsze koszyczki mieszańca Coril, które osiągnęły tę fazę rozwoju, pojawiły się już dzień później. Mieszaniec ten najwcześniej zakończył swe przekwitanie, a w tym sezonie najdłużej trwało ono u odmiany populacyjnej.

Badając w 2000 roku tempo rozwoju pojedynczych koszyczków zaobserwowano, że pierwszy kwiatostan (u mieszańca Coril) zakwitł 16.07, a ostatni (u odmiany Wielkopolski) rozwijał się do 29.08. Najbardziej wyrównany był ten proces u mieszańca Frankasol, u którego trwał 24 dni, z pełnią (gdy tę fazę osiągało ponad 50% osobników) przypadającą pomiędzy 1. a 13.08. Kwitnienie trwało najdłużej

Procent roślin kwitnących
Percentage of flowering plants

Procent roślin przekwitłych
Percentage of overblown plants



Rys. 1. Tempo zakwitania i przekwitania obserwowanych odmian w roku — *Blooming and overblowing rates in observed cultivars in the years: a, d — 1997, b, e — 1998, c, f — 1999*

u odmiany Wielkopolski. Wynosiło ono 38 dni, natomiast kwiaty mieszańca liniowego Coril rozwijały się 34 dni. W tym roku przełom lipca i sierpnia był bardzo wilgotny, co znacznie wydłużyło kwitnienie. W następnym roku proces ten rozpoczął się wcześniej, aczkolwiek był jeszcze bardziej rozciągnięty w czasie, i trwał od 5.07 (słonecznik Wielkopolski) do 21.08 (mieszaniec Frankasol). Tym razem każda z obserwowanych odmian charakteryzowała się podobną długością fazy kwitnienia. Najdłuższa była ona u mieszańca Frankasol — 39 dni. Kwiaty odmiany Wielkopolski rozwijały się, tak jak w roku poprzednim, przez 38 dni, a mieszaniec Coril kwitł najkrócej (35 dni). W tym roku opady były jeszcze częstsze niż w poprzednim, między nimi odnotowywano jedynie 3–4 dniowe przerwy (tab. 1).

Tabela 1
Tempo kwitnienia pojedynczych koszyczków — *Flowering rates of individual capitula*

Odmiany <i>Cultivars</i>	Początek kwitnienia <i>Beginning of flowering</i>		Pełnia kwitnienia <i>Full flowering</i>		Koniec kwitnienia <i>End of flowering</i>		Liczba dni <i>Number of days</i>	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Wielkopolski	23.07	5.07	30.07–13.08	19–30.07	29.08	11.08	38	38
Frankasol	27.07	14.07	1–13.08	26.07–6.08	19.08	21.08	24	39
Coril	16.07	15.07	29.07–9.08	25.07–4.08	18.08	18.08	34	35

Takie rozciągnięcie w czasie kwitnienia oraz fakt, iż rokrocznie inne odmiany rozpoczynały i kończyły ten proces, można tłumaczyć jedynie układem warunków pogody, gdyż każdego roku obserwacji, na przełomie kwietnia i maja miała miejsce wiosenna susza. W związku z tym w przewidzianym dla słonecznika terminie wschodów wzeszło tylko około 2% siewek, które rozwijały się szybciej od pozostałych.

W roku 2000 pełnia kwitnienia trwała od ostatnich dni lipca do początku drugiej dekady sierpnia. U badanych odmian przypadała prawie w tym samym czasie, wynoszącym średnio 13,3 dnia. Natomiast w następnym sezonie miała ona miejsce wcześniej i była krótsza u wszystkich odmian słonecznika, gdyż trwała 11,7 dnia. Zdecydowanie szybciej, bo w trzeciej dekadzie lipca, wystąpiła u Polskiej odmiany słonecznika, a u mieszańców przebiegała podobnie, u schyłku lipca i na początku sierpnia (tab. 1). Dziennie, niezależnie od odmiany, rozwijało się 1–6 okółków kwiatów rurkowych. Zaobserwowano, że ich liczba wzrastała przy ciepłych i suchych stanach pogody.

Zakwitanie kwiatów jęczyczkowych i rurkowych obrazowało faktyczną liczbę dni ich rozwoju w danym kwiatostanie. Na całość tego procesu składało się najpierw rozkwitanie kwiatów jęczyczkowych, a następnie rurkowych. Te pierwsze, położone na obrzeżu, rozwijały się w latach badań przez średnio 3,3 i 3,5 dnia. U obserwowanych odmian czas ich rozkwitania był zazwyczaj najkrótszy u sło-

necznika Wielkopolski. Najbardziej zmienny ich rozwój miał natomiast mieszańiec Coril. W latach obserwacji rozkwitanie tych kwiatów trwało od 2 do 4 dni (tab. 2). Dwudniowy cykl ich rozwoju charakterystyczny był przede wszystkim dla odmiany Wielkopolski, a u mieszańca Coril nie wystąpił w roku 2001, choć rok wcześniej był bardzo często spotykany. Natomiast u mieszańca Frankasol, na 60 przebadanych osobników, pojawił się tylko jeden raz. U odmiany populacyjnej zdarzało się, iż po rozwinięciu całego wieńca kwiatów języczkowych występował dzień przerwy przed rozwojem kwiatów rurkowych. Było to niezależne od tego, czy rozkwitanie kwiatów języczkowych trwało 2, 3 lub 4 dni.

Tabela 2

Tempo rozwoju kwiatów języczkowych — *Development rate of ligulate flowers*

Odmiany <i>Cultivars</i>	Średnia liczba dni — <i>Mean number of days</i>		Przedział — <i>Range</i>	
	2000	2001	2000	2001
Wielkopolski	3,4	3,2	2–4	2–4
Frankasol	3,6	3,6	3–4	2–4
Coril	3,0	3,7	2–4	3–4

Kwiaty rurkowe otwierały się często jeszcze w czasie rozwoju kwiatów języczkowych. W latach badań, już nawet w drugim dniu rozwoju kwiatów brzeżnych, miało to miejsce odpowiednio u około 6 i 12% przypadków. Takie zjawisko najczęściej występowało u odmiany Wielkopolski, a najrzadziej u mieszańca Frankasol. Zdarzało się również, że czas kwitnienia kwiatów języczkowych nie ząbębiał się z rozwojem kwiatów rurkowych. Zdecydowanie częściej miało to miejsce w roku 2000, kiedy to wystąpiło u 44% osobników odmiany Wielkopolski i 28% Coril. U mieszańca Frankasol rokrocznie rozwój okółka kwiatów języczkowych pokrywał się z kwitnieniem kwiatów rurkowych.

Otwieranie kwiatów rurkowych trwało w roku 1999 średnio 9,3 dnia. Przebiegało ono najkrócej w porównaniu do następnych lat obserwacji, gdyż w tym roku na przełomie lipca i sierpnia odnotowano ponad 15 dni ciepłych i suchych. Najszybciej kwiaty kwitły u mieszańca Coril. W kolejnym sezonie przebieg kwitnienia uległ znacznemu wydłużeniu i wynosił dla wszystkich obiektów średnio 11,8 dnia. Nadal najkrócej rozwijały się te kwiaty u mieszańca Coril, a najdłużej kwitły one u odmiany Wielkopolski. U niej również najbardziej rozciągnięty był przedział czasowy trwania tego procesu (9–19 dni). W 2001 roku rozwój tych organów był krótszy niż w roku poprzednim, średnio trwał 10,3 dnia. Ponownie najkrócej kwitł mieszańiec Coril, a tym razem najdłużej otwierały się kwiaty u odmiany Frankasol (tab. 3).

Tabela 3

Tempo rozwoju kwiatów rurkowych — *Development rate of tubular flowers*

Odmiany <i>Cultivars</i>	Średnia liczba dni <i>Mean number of days</i>			Przedział <i>Range</i>			Dzień maksymalnego rozwoju <i>Day of maximum development</i>			Procent <i>Percentage</i>		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Wielkopolski	9,5	12,9	10,3	7–14	9–19	7–13	2	3	4	15,1	14,6	14,5
Frankasol	9,5	12,0	11,0	7–13	10–14	7–14	2	3	3	15,5	16,4	14,2
Coril	9,0	10,5	9,7	8–12	9–14	8–12	3	4	4	21,0	17,8	18,4

W roku 1999 u odmian Wielkopolski i Frankasol najwięcej kwiatów rurkowych rozkwitło na drugi dzień rozwoju koszyczka. U mieszańca liniowego Coril największa liczba tych organów z wszystkich lat badań, stanowiąca aż 21% ogółu kwiatów, otworzyła się trzeciego dnia. W następnym sezonie u odmian Wielkopolski i Frankasol nasilenie rozwoju kwiatów rurkowych pojawiło się również na trzeci dzień, a czwartego dnia przebiegu tego procesu rozkwitła największa liczba tych organów u mieszańca Coril. Tak samo było u tej odmiany w kolejnym roku. Wtedy także czwartego dnia rozwinęło się ich najwięcej u słonecznika Wielkopolski. Największa liczba kwiatów u mieszańca Frankasol pojawiła się natomiast na trzeci dzień rozwoju (tab. 3).

Liczba kwiatów języczkowych zawsze w istotny sposób różnicowała odmiany. W roku 2000 rozwinęło się ich najwięcej, średnio po 52 kwiaty w każdym obserwowanym koszyczku. W następnym sezonie natomiast u wszystkich obiektów zakwitło przeciętnie tylko 40 tych organów. Zawsze najwięcej kwiatów języczkowych rozkwitało u mieszańca liniowego Frankasol (maksymalnie 67), a najmniej miał ich słonecznik Wielkopolski (17). Średnia liczba kwiatów języczkowych u badanych odmian w latach prowadzenia doświadczeń wahała się od 37 do 56 (tab. 4). Rokrocznie u wszystkich odmian najwięcej kwiatów języczkowych otwierało się drugiego dnia kwitnienia.

Liczba kwiatów rurkowych w koszyczkach dla wszystkich przebadanych w latach obserwacji obiektów wynosiła średnio 1360 sztuk w kwiatostanie i wahała się od 751 do 1800. Cecha ta różnicowała badane odmiany w istotny sposób. W pierwszym roku obserwacji najwięcej rozwijało się ich u słonecznika Wielkopolski, a najmniej pojawiło się u mieszańca Frankasol. Z kolei w następnym sezonie było odwrotnie. W roku 2001 odnotowano znaczną redukcję liczby kwiatów w koszyczku, bardzo zmniejszyły się również skrajne wartości u wszystkich odmian. Miało to też swoje odbicie w znacznie mniejszych średnicach koszyczka, gdyż obie te cechy były ze sobą skorelowane. Podobnie jak poprzedniego roku, najmniej tych organów rozkwitło u słonecznika Wielkopolski, a najwięcej pojawiło

się u mieszańca Coril (tab. 5). Najmniejsze, a zarazem i największe skrajne wartości liczby tych kwiatów, występowały zawsze u odmiany Wielkopolski i wynosiły 116 sztuk w trzecim roku obserwacji oraz 2673 w pierwszym. W pierwszym dniu kwitnienia w latach badań zakwitało od 1 do 166 kwiatów. Jednego dnia maksymalnie rozwinęło się ich 351 sztuk.

Tabela 4

Charakterystyka zmienności liczby kwiatów języczkowych
Characteristics of variation in the number of ligulate flowers

Odmiany <i>Cultivars</i>	Średnia arytmetyczna <i>Arithmetic mean</i>		Odchylenie standardowe <i>Standard deviation</i>		Współczynnik zmienności <i>Coefficient of variation</i>	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Wielkopolski	47	37	8,64	8,14	18,3	22,0
Frankasol	56	43	3,18	10,9	5,68	25,5
Coril	52	40	2,89	6,81	5,56	17,2
NIR _{0,05}	2,9	4,5	x	x	x	x

Tabela 5

Charakterystyka zmienności liczby kwiatów rurkowych
Characteristics of variation in the number of tubular flowers

Odmiany <i>Cultivars</i>	Średnia arytmetyczna <i>Arithmetic mean</i>			Odchylenie standardowe <i>Standard deviation</i>			Współczynnik zmienności <i>Coefficient of variation</i>		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Wielkopolski	1800	1241	751	–	327,2	311,1	–	26,4	41,4
Frankasol	1460	1682	994	–	302,4	460,8	–	18,0	46,3
Coril	1650	1620	1044	–	250,9	287,8	–	15,5	27,6
NIR _{0,05}	x	151,5	185,5	x	x	x	x	x	x

Obie charakterystyki zmienności liczby kwiatów języczkowych i rurkowych, za wyjątkiem roku 2001, były zazwyczaj największe u słonecznika populacyjnego, a najmniejsze u mieszańca Coril. Natomiast w 2001 roku najbardziej zmiennym okazał się mieszaniec Frankasol, a najbardziej wyrównanym ponownie Coril (tab. 4 i 5). Dla wszystkich odmian współczynnik zmienności osiągał dość wysokie wartości. Odziedziczalność liczby kwiatów języczkowych i rurkowych była mała i wynosiła odpowiednio 8,99 i 11,7%.

Dyskusja

Kwiaty rurkowe w koszyczkach roślin z rodziny *Asteraceae* osadzone są naprzemiennie w okółkach. Jednakże, co widać lepiej na zawiązujących się już niełupkach pozbawionych okwiatu, ich ułożenie ma charakter spiralny. Hernandez i Palmer (1988) stworzyli model matematyczny spiralnego osadzenia tych organów w koszyczku. Ci sami autorzy (Palmer i Hernandez 1988) badali także zmienność liczby kwiatów oraz spirali, na których były one osadzone. Stwierdzili oni, że liczba tych „rzędów” lewo- lub prawoskrętnych odpowiadała ciągowi Fibonacciego, to jest wynosiła 21, 34, 55, 89, 144. Najczęściej układały się one w 55 lub 89 takich spiralach. Ich liczba w kwiatostanie wynosiła średnio 60,6, a wykształcało się na nich maksymalnie 24,5 kwiatów (Khan i in. 1999). Marin (1992) przy tworzeniu swojej metody liczenia kwiatów i niełupek w koszyczku na podstawie długich i krótkich spirali zauważył, że było ich od 60 do 3080. Sposób ten cechował bardzo mały błąd, gdyż dla porównania wszystkie owoce policzono też ręcznie. Ustinowa (1964) stwierdziła, że kwiaty rozwijały się w kwiatostanie w 26 okręgach. Fabry (1992) odnotował, że zakwitało dziennie 1–4 okółków kwiatów rurkowych, a Gonet (1976) mówił o 2–3 rzędach.

Toboła i Muśnicki (1997) wykazali, że odmiany populacyjne, w tym również i słonecznik Wielkopolski, zakwitały o 5,5–7,5 dni wcześniej niż mieszańce liniowe, co potwierdziły także badania własne. Znalezione także informacje, że kwitnienie koszyczka trwało 6–10 (Brzostowski 1950), 8–12 (Andriuchow i in. 1975), 8–10 dni (Fabry 1992), a wszystkie osobniki danej odmiany rozwijały się zwykle przez 15–20 dni. W badaniach własnych zaobserwowano, że ten okres był znacznie dłuższy. Łuczkiwicz (1992) zauważył, że badane przez niego mieszańce rozkwiatały średnio 9 i 11 dni, w zależności od roku obserwacji. Według niego długość tego okresu zależała od pogody i średnicy koszyczka, co najczęściej wiązało się też z liczbą kwiatów rurkowych w nim zawartych. To samo zauważono w tej pracy. Potwierdził to też Gonet (1976), stwierdzając że przy sprzyjającej pogodzie kwitnienie trwało 7–10, a w czasie chłodnym i deszczowym aż 14 dni. Według Ustinowej (1964) w korzystnych warunkach ciągnęło się ono przez 13 dni. Kwiaty jęczyczkowe rozchylały się przez 2 doby. Najwięcej kwiatów rurkowych zakwitało między czwartym a ósmym dniem, czego nie potwierdziły badania własne.

Vranceanu (1974) i Fabry (1992) podali, że w koszyczkach wykształca się 30–70 kwiatów jęczyczkowych, a Andriuchow i in. (1975) zaobserwowali ich 60–92. W przedstawionej pracy najmniejsza ich liczba była znacznie mniejsza (17). Ponieważ są one sterylne, jedyną ich funkcją może być przywabianie owadów (Fabry 1992).

Brzostowski (1950) podaje, że w kwiatostanie spotkać można 600–1200 kwiatów rurkowych. Inne źródła określają tę liczbę na 500–2000 (Andriuchow i in. 1975), 800–2000 (Hugger 1989), 500–3000 (Fabry 1992), a w wyjątkowych przy-

padkach u pojedynczo rosnących roślin słonecznika może być ich aż 8000 sztuk (Pustowojt 1975). Tę ostatnią liczbę potwierdzili także Skoric i Vrebalov (1988). Według tych autorów w większości przypadków spotyka się 600–1200 tych organów, a rzadko występuje ich 3000–4000. W badaniach Hadisoesilo i Furgala (1986) porównywane odmiany zawierały średnio od 1386 do 2200 kwiatów rurkowych. Cadeac (1988) stwierdził, że jednego roku rozwinęły się w kwiatostanie 993 kwiaty, a drugiego 1592. Łuczkiwicz (1973) określił, że u odmian populacyjnych występowało 508–2120 kwiatów. W innej pracy (Łuczkiwicz 1992) stwierdził, że koszyczki odmiany Czernianki zawierały, w zależności od roku obserwacji, średnio 900–1000 tych organów. Przedstawione badania własne wykazały jeszcze mniejszą liczbę tych kwiatów w kwiatostanie.

We wcześniejszej publikacji (Kluza-Wieloch 2005) autorka wykazała, że koszyczki mieszańców miały przeciętnie o 1–3 cm większą średnicę niż odmiana populacyjna. Dlatego też w tych badaniach zauważono, że charakteryzowały się one większą liczbą kwiatów rurkowych. Saranga i in. (1996) spostrzegli, że liczba kwiatów rurkowych była istotnie mniejsza w małych niż w dużych kwiatostanach, ale nie miały na to wpływu manipulacje na roślinach, to jest usuwanie części liści lub kwiatów ze strefy brzeżnej. Cadeac (1988) zaobserwował dość wysoką korelację pomiędzy liczbą kwiatów i długością kwitnienia oraz średnicą łodygi i kwiatostanu.

Federowska (1972) stwierdziła, że niska temperatura i opady przedłużały proces kwitnienia. To samo zaobserwowano w badaniach własnych. Sadras i in. (1993) zauważyli, że przy deficycie wodnym zachodziła redukcja liczby kwiatów w zamkniętych jeszcze koszyczkach, ale nie wpływała ona na ich wielkość. Villalobos i in. (1994) stwierdzili, że liczba kwiatów u niektórych odmian zmniejszała się wraz ze wzrostem zagęszczenia, a u innych zawsze była na stałym poziomie. Steer i Hocking (1983) zaobserwowali, że przy niskim zaopatrzeniu w azot ich liczba była mniejsza. Podanie nawozu azotowego spowodowało jej wzrost, natomiast zmniejszyły się wtedy wymiary koszyczka (Cadeac 1988). Umiarkowane dawki siarki oddziaływały dodatnio na liczbę kwiatów w kwiatostanie (Hocking i in. 1988).

Liczba kwiatów rurkowych u odmiany Czernianka była w wysokim stopniu odziedziczalna (Łuczkiwicz 1992), czego nie potwierdziło wykonane doświadczenie dla badanych odmian. Podobnie jak w niniejszej pracy wyróżniała się także bardzo dużą zmiennością (Łuczkiwicz 1973, 1992). Secerov-Fiser i in. (1995, 1997) studiowali zmienność genotypową liczby kwiatów jęczyczkowych u krzyżówek mieszańców słonecznika ozdobnego z dzikim gatunkiem *Helianthus argophyllus* L. Cechy tego drugiego dominowały przy dziedziczeniu liczby kwiatów.

Wnioski

1. Badania tempa kwitnienia na poletkach i kwiatów w pojedynczych kwiatostanach wykazały, że nie wszystkie mieszańce heterozyjne są lepiej przystosowane do warunków naszego klimatu i bardziej wyrównane od odmian populacyjnych. U mieszańca Frankasol proces kwitnienia był mniej wyrównany w czasie niż u odmiany populacyjnej.
2. Decydujący wpływ na brak wyrównania fazy kwitnienia wszystkich odmian słonecznika w latach 1999–2001 miała wiosenna susza, przypadająca na przełom kwietnia i maja, czyli optymalny czas siewu. Spowodowała ona opóźnienia w przewidzianym dla słonecznika terminie wschodów, kiełkowały wtedy nieliczne nasiona, a wyrosłe z nich osobniki wyprzedzały potem w swym rozwoju inne.
3. Liczba rozwijających się kwiatów rurkowych była większa przy ciepłych i suchych stanach pogodowych. Deszczowa pogoda znacznie wydłużała proces kwitnienia. Koszyczki mieszańców miały przeciętnie o 1–3 cm większą średnicę niż odmiana populacyjna i dlatego charakteryzowały się większą liczbą kwiatów rurkowych.
4. Odziedziczalność liczby obu typów kwiatów w koszyczku była mała, kształtowały ją przede wszystkim warunki pogodowe. Natomiast współczynnik zmienności, szczególnie liczby kwiatów rurkowych, przyjmował wysokie wartości.

Literatura

- Ahmad N., Thakar M.W., Malik N.A., Shah M.L., Ahmad S. 1992. Effect of NPK on growth, yield and yield components of sunflower. *J. Agric. Res.*, 30 (1): 141-146.
- Andriuchow W.G., Iwanow N.N., Turowskij A.I. 1975. *Podsołnecznik*. Rossjelchozizdat, Moskwa.
- Bos I., Caligari P. 1995. *Selection methods in plant breeding*. Chapman & Hall, London.
- Brzostowski S. 1950. *Uprawa słonecznika*. PWRiL, Warszawa.
- Cadeac F. 1988. Correlation entre la diametre de la tige et la production d'akenes chez le tournesol. *Proc. 12 Int. Sunf. Conf.*, Novi Sad, Yugoslavia: 198-202.
- Fabry A. – red. 1992. *Olejninny*. Ministerstvo Zemedelstvi CR, Praha.
- Federowska B. 1972. Wpływ stopnia dojrzałości słonecznika oleistego na właściwości techniczne i technologiczne niełupek. Część II. *Hod. Rośl. Aklim. Nasienn.*, 16 (1): 21-35.
- Fick G.N., Swallers C.M. 1972. Higher yields and greater uniformity with hybrid sunflowers. *North Dakota Agric. Exper. Stn*, 29 (6): 7-9.
- Gonet Z. 1976. *Słonecznik pastewny*. PWRiL, Warszawa.

- Hadisoesilo S., Furgala B. 1986. The effect of cultivar, floral stage and time of day on the quantity and quality of nectar extracted from oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Minnesota. *Am. Bee J.*, 126 (9): 630-632.
- Hernandez L.F., Palmer J.H. 1988. A computer program to create the Fibonacci floret pattern of the sunflower head. *Proc. 12 Int. Sunf. Conf.*, Novi Sad, Yugoslavia: 150-155.
- Hocking P.J., Randall P.J., Pinkerton A. 1988. Effects of sunflower deficiency as modified by nitrogen supply on the growth, yield components and seed quality of sunflower. *Proc. 12 Int. Sunf. Conf.*, Novi Sad, Yugoslavia: 118-123.
- Hugger H. 1989. *Sonnenblumen, Zuchtung, Anbau, Verarbeitung*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Kala R. 1996. *Elementy wnioskowania parametrycznego dla przyrodników*. Wyd. AR, Poznań.
- Khan M.A., Usman Z., Ahmad K., Baloch M.S., Sadiq M. 1999. Behavior of some genotypes of sunflower. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 2 (3): 735-736.
- Kluza-Wieloch M., Muśnicki Cz. 2003. Wpływ czynników siedliskowych i agrotechnicznych na kształtowanie wybranych cech morfologicznych u oleistych form słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.). *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (1): 101-114.
- Kluza-Wieloch M. 2005. Variability in inflorescences in various variety types of common sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Rocz. AR Pozn. CCCLXXII, Bot.-Stec.* 8: 97-111.
- Kłoczowski Z. 1967. Badania nad metodami uzyskania heterozji w hodowli słonecznika oleistego. Cz. I. Porównanie efektywności metod krzyżowania różnych odmian i linii słonecznika oleistego. *Hod. Rośl. Aklim. Nasienn.*, 11 (1): 2-44.
- Kłoczowski Z. 1975. Studia nad niektórymi cechami słonecznika oleistego i ich znaczeniem w hodowli tej rośliny w Polsce. *Hod. Rośl. Aklim. Nasienn.*, 19 (2): 89-131.
- Łuczkiwicz T. 1973. Zmienność i dziedziczalność szeregu cech i właściwości naturalnych i indukowanych promieniami X u słonecznika (*Helianthus annuus* L.). *Praca dokt. (maszynopis)*.
- Łuczkiwicz T. 1992. Dziedziczenie cech ilościowych i analiza wartości hodowlanej słonecznika oleistego (*Helianthus annuus* L.). *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.*, 230.
- Łuczkiwicz T. 1993. Zależność pomiędzy cechami linii wsobnych słonecznika oleistego a plonem ich mieszańców poly-crossowych. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 223, Roln. 58: 77-81.
- Marin I.W. 1992. Metod opriedielienija czisła cwietskow (sjemianok) i płotnosti ich zakładki w socwietii u podsołniecznika. *Sjel. Sjemienowod.*, 2-3: 10-14.
- Maruthi V., Subba R.G., Vanaja M. 1998. Evaluation of sunflower genotypes under late sown rainfed conditions. *Helia*, 21 (28): 97-106.
- Muśnicki Cz. 1999. *Rośliny oleiste*. W: Jasińska Z., Kotecki A. – red. *Szczegółowa uprawa roślin*, WAR, Wrocław: 363-493.
- Muśnicki Cz., Toboła P. 1996. Słonecznik – mało znana w Polsce roślina oleista. *Top Agr. Pol.*, 4: 30-33.
- Palmer J.H., Hernandez L.F. 1988. Techniques to change the number of floret and seed rows in the sunflower capitulum. *Proc. 12 Int. Sunf. Conf.*, Novi Sad, Yugoslavia: 156-157.
- Pirani V. 1980. Confronto fra varieta di girasole. *Sementi Elette*, 26 (1): 15-21.
- Płochiński N. 1968. *Odziedziczalność*. PWRiL, Warszawa.
- Pustowojt W.S. – red. 1975. *Podsołniecznik*. Kołos, Moskwa.
- Sadras V.O., Villalobos F.J. 1993. Floral initiation, leaf initiation and leaf appearance in sunflower. *Field Crops Res.*, 33 (4): 449-457.

- Saranga Y., Horcicka P., Wolf Sh. 1996. Effect of source-sink relationship on yield components and yield of confection sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*, 19 (24): 29-38.
- Secerov-Fiser V., Atlagic J., Marinkovic R. 1995. Inheritance of the number of ray flowers in ornamental sunflower. *Rev. Res. Work Fac. Agric.*, 40 (1): 73-78.
- Secerov-Fiser V., Atlagic J., Marinkovic R. 1997. Inheritance of inflorescence traits in F₁ interspecific sunflower hybrids. *Rev. Res. Work Fac. Agric.*, 42 (2): 105-110.
- Skoric D., Vrebalov T. – red. 1988. *Suncokret*. Nolit. Beograd.
- Steer B.T., Hocking P.J. 1983. Leaf and floret production in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as affected by nitrogen supply. *Ann. Bot.*, 52 (3): 267-277.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 1997. Kształtowanie się cech użytkowych odmian słonecznika oleistego (*Helianthus annuus* L.) w zmiennych warunkach pogody. *Rośliny Oleiste*, XVIII (2): 279-286.
- Toboła P., Muśnicki Cz., Jodłowski M. 1991. Wpływ obsady roślin i ich rozmieszczenia na plonowanie słonecznika oleistego. *Zesz. Probl. IHAR Rośliny oleiste*, 2: 41-50.
- Ustinowa E.J. 1964. Biologija cwietienija i opylienija podsołniecznika. *Agrobiologija*, 6: 904-908.
- Villalobos F.J., Sadras V.O., Soriano A., Fereres E. 1994. Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids. *Field Crops Res.*, 36 (1): 1-11.
- Vranceanu A.V. – red. 1974. *Floarea-soarelui*. Ed. Academiei Republicii Socialiste Romania, Bucuresti.
- Vranceanu A., Stoenescu F., Pirvu N., Iuoras M. 1987. Ameliorarea florii-soarelui si a altor plante oleaginoase. *An. Inst. Cercet.*, 55: 113-140.