

MAGDALENA KLUZA-WIELOCH

## ZMIENNOŚĆ I ODZIEDZICZALNOŚĆ CECH ŁODYG I LIŚCI U BADANYCH TYPÓW ODMIAN SŁONECZNIKA ZWYCZAJNEGO (*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

Z Katedry Botaniki  
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

**ABSTRACT.** The changes of morphological features of stems and leaves during 3-year experiments of two hybrid cultivars and one population cultivar of oilseed sunflower are described in this paper. Effects of variable environmental factors, sowing density, and different levels of nitrogen fertilization were analysed. The tested sunflower line hybrids were characterised by only slightly more consistent morphological features than the population variety. The most heritable features were the number of leaves on the shoots. The variability of other features were to the largest extent influenced by random factors.

**Key words:** sunflower, stems, leaves, variability, heritability

### Wstęp

Słonecznik zwyczajny (*Helianthus annuus* L.) jest rośliną powszechnie stosowaną w praktyce rolniczej i ogrodniczej. Za miejsce jego pochodzenia uważa się południowo-zachodnią część Ameryki Północnej. Istnieją dowody mówiące o uprawie tego gatunku już 900 lat przed Chrystusem. W XVI wieku słonecznik został sprowadzony do Europy. W Rosji, jako roślinę oleistą, wprowadzono go do uprawy już na początku XIX wieku. Nadal jest on bardzo ważnym gatunkiem użytkowym. Największe plantacje słonecznika można spotkać na Ukrainie i Półwyspie Bałkańskim, we Francji oraz w Stanach Zjednoczonych i Argentynie (Vaughan i Geissler 2001). Po soi, palmie i rzepaku należy on do najczęściej uprawianych roślin oleistych na świecie (Muśnicki 1999).

W doświadczeniach prowadzonych nad słonecznikiem najczęściej ocenia się jego plonowanie i wartość gospodarczą. Badania pędów obejmują głównie ich wysokość, która jest istotną cechą wpływającą na wielkość plonu i sam zbiór (Velkov 1984). Autorka analizowała również zmiany długości łodyg z uwzględnieniem różnych stadiów ich rozwoju (Kluza-Wieloch 2003).

Celem pracy było prześledzenie zmienności i dziedziczalności wybranych cech morfologicznych łodyg i liści u odmiany populacyjnej i dwóch mieszańców liniowych. Ponieważ powszechnie uważa się, że hybrydy charakteryzują się mniejszą zmiennością cech pokroju roślin niż odmiany standardowe (**Pirani 1981, Yoshida i Wimonrat-Sukarin 1993, Toboła i Muśnicki 1997, Ortegon i Diaz 1997, Goksoy i in. 1998**), starano się ocenić prawdziwość tej hipotezy, gdyż jest bardzo mało ścisłych badań poznawczych dotyczących nowych mieszańców. Przeanalizowano także wpływ czynników siedliskowo-agrotechnicznych na badane cechy.

## Material i metody

Obiektem wykorzystanym w doświadczeniu były dwa mieszańce liniowe ( $F_1$ ) oleistych form słonecznika zwyczajnego: francuski 'Frankasol' i amerykański 'Coril' oraz polska odmiana populacyjna 'Wielkopolski'. Badania przeprowadzono w latach 1997-1999 w Przybrodzie, w Stacji Doświadczalnej poznańskiej Akademii Rolniczej. Szczegółowe dane meteorologiczne i warunki polowe doświadczenia opisano w pracy charakteryzującej wysokość słonecznika (**Kluza-Wieloch 2003**).

W celu poszerzenia zmienności odmianowej słoneczniki wysiewano w trzech różnych zagęszczeniach (50, 75 i 100 tys./ha) oraz zastosowano dwie dawki nawożenia azotowego (60 i 120 kg N/ha). W pierwszym i trzecim roku doświadczenia założono na czarnych ziemiach właściwych kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego, a w drugim na glebach brunatnych kompleksu pszennego dobrego. Najmniejszymi opadami charakteryzował się 1999 rok, podczas gdy w latach 1997-1998 sumy opadów w sezonie wegetacyjnym słonecznika były zbliżone do średniej wieloletniej. Wszystkie trzy sezony badań cechowały się natomiast wyższymi temperaturami niż wielolecie.

Szczegółowym badaniom, na 60 osobnikach każdej z 18 kombinacji, poddano średnicę łodyg u podstawy i pod koszyczkiem. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono wartość wskaźnika zbieżności łodygi, wyrażonego stosunkiem średnicy w dolnej części pędu do średnicy u nasady koszyczka. Analizowano także liczbę liści na roślinie, długość międzywęźli w środkowej partii łodygi, długość ogonków liściowych oraz długość i szerokość blaszki liściowej na dwóch środkowych liściach, co z kolei pozwoliło wyznaczyć wskaźnik kształtu blaszki liściowej, przyjęty jako stosunek długości do szerokości tego organu, natomiast pomnożenie tych dwóch wymiarów umożliwiło ustalenie wskaźnika powierzchni liścia.

Analizę zmienności badanych cech scharakteryzowano, zgodnie z zaleceniami **Kali (1996)**, odchyleniem standardowym (zmienność bezwzględna) i współczynnikiem zmienności (zmienność względna). Zmienność odmianowa była podstawą do określenia dziedziczalności ( $h^2$ ) w sensie ogólnym (**Płochiński 1968, Bos i Caligari 1995**), przyjętej jako stosunek sumy kwadratów zmienności genetycznej (sumy kwadratów odmian) do całkowitej sumy kwadratów (sumy kwadratów zmienności ogólnej).

## Wyniki

Wszystkie badane cechy łodyg i liści zależały w istotny sposób od typu odmiany, zagęszczenia i środowiska, a nawożenie nie wywierało jedynie wpływu na zbieżność łodygi oraz wskaźnik kształtu liści i długość ogonków liściowych. Odmiana 'Wielkopolski' charakteryzowała się najgrubszymi pędami pod kwiatostanem, najdłuższą blaszką liściową i jej największym wskaźnikiem kształtu. Hybryd 'Frankasol' wyróżniał się największym wskaźnikiem zbieżności pędów (w sensie negatywnym, gdyż w praktyce byłoby najkorzystniej, gdyby średnica pod koszyczkiem była równa lub niewiele mniejsza od średnicy u dołu pędu, co zapobiegałoby łamaniu się łodyg obciążonych dojrzewającymi koszyczkami) i wskaźnikiem powierzchni liści oraz najszerzą blaszką liściową i najdłuższymi ogonkami liściowymi. Natomiast mieszaniec 'Coril' cechował się największą liczbą liści na pędzie oraz miał najgrubsze łodygi u podstawy. Wielkość łodyg i liści malała wraz ze wzrostem zagęszczenia, zwiększały się wtedy jedynie wskaźniki zbieżności łodyg i kształtu liści. Czynnikiem ten nie wpływał w jednoznaczny sposób na liczbę liści i długość ogonków. Wzrost dawki nawozu powodował pogrubienie łodyg w obydwu mierzonych miejscach oraz zwiększenie się liści, natomiast malała wtedy ich liczba na pędzie. Warunki glebowo-klimatyczne wpłynęły najkorzystniej na wielkość analizowanych cech, z wyjątkiem ulistnienia w 1997 roku, ze stosunkowo wilgotnym i ciepłym lipcem. Najwięcej liści na pędach wykształciły słoneczniki rok później (tab. 1, 2).

**Tabela 1**  
**Charakterystyka morfologiczna łodyg w zależności od poziomu analizowanych czynników (1997-1999)**  
**Morphological character of stems depending on the level of analysed factors (1997-1999)**

Czynniki doświadczenia Experimental factors	Charakterystyka łodyg – Stems character			
	średnica u podstawy foot diameter (mm)	średnica pod koszyczkiem top diameter (mm)	zbieżność łodygi stem foot to top ratio	liczba liści leaves' number
1	2	3	4	5
Odmiany – Cultivars				
Wielkopolski	21,8	14,4	1,58	21,4
Frankasol	23,7	12,5	1,97	25,5
Coril	26,6	14,1	1,95	25,9
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,32	0,27	0,038	0,21
Zagęszczenie – Plant density				
50 tys./ha	26,5	15,7	1,74	24,5
75 tys./ha	24,0	13,4	1,86	24,1
100 tys./ha	21,7	11,9	1,90	24,2
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,32	0,27	0,038	0,21

Tabela 1 – cd.

1	2	3	4	5
Nawożenie – Fertilization				
60 kgN/ha	23,7	13,4	1,84	24,4
120 kgN/ha	24,4	13,9	1,82	24,2
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,26	0,22	–	0,17
Środowisko – Environment				
W roku 1997 – In year 1997	25,8	13,8	1,95	22,8
W roku 1998 – In year 1998	21,7	13,8	1,63	25,2
W roku 1999 – In year 1999	24,6	13,4	1,93	24,8
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,32	0,27	0,038	0,21

Tabela 2

**Charakterystyka morfologiczna środkowych liści w zależności od poziomu analizowanych czynników (1997-1999)**

**Morphological character of middle leaves depending on the level of analysed factors (1997-1999)**

Czynniki doświadczenia Experimental factors	Charakterystyka liści – Leaves character				
	długość blaszki plate length (cm)	szerokość blaszki plate width (cm)	wskaźnik powierzchni surface area index (cm <sup>2</sup> )	wskaźnik kształtu shape index	długość ogonków petiole length (cm)
Odmiany – Cultivars					
Wielkopolski	23,2	23,9	567,5	0,99	12,3
Frankasol	22,7	25,3	588,4	0,90	16,9
Coril	23,0	24,0	567,6	0,97	14,0
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,26	0,30	12,38	0,008	0,22
Zagęszczenie – Plant density					
50 tys./ha	25,2	27,1	696,7	0,94	14,5
75 tys./ha	22,9	24,2	564,2	0,95	14,6
100 tys./ha	20,9	21,8	462,7	0,97	14,1
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,26	0,30	12,38	0,008	0,22
Nawożenie – Fertilization					
60 kgN/ha	22,5	23,9	553,1	0,95	14,4
120 kgN/ha	23,4	24,9	596,0	0,95	14,4
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,21	0,24	10,11	–	–
Środowisko – Environment					
W roku 1997 – In year 1997	23,6	24,9	609,4	0,96	15,4
W roku 1998 – In year 1998	22,7	24,4	565,0	0,94	12,3
W roku 1999 – In year 1999	22,6	23,8	549,2	0,96	15,3
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,26	0,30	12,38	0,008	0,22





Tabela 4 – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Długość ogonków liściowych (cm) – Petiole length (cm)									
Wielkopolski	13,2	11,0	12,6	2,40	2,48	2,54	18,2	22,6	20,1
Frankasol	18,0	14,0	18,5	2,65	3,94	2,73	14,7	28,2	14,7
Coril	15,1	11,4	15,4	2,41	2,36	2,77	15,9	20,6	18,0
NIR <sub>0,05</sub>	0,35	0,38	0,31	x	x	x	x	x	x
LSD <sub>0,05</sub>									

Największy udział w kształtowaniu zmienności wszystkich analizowanych cech pędów miały czynniki losowe. Dużą odziedziczalnością cechowały się liczba liści na łodydze i długość ogonków liściowych. Ponadto, choć w niewielkim stopniu, genotyp wpływał też na średnicę łodygi u podstawy i jej zbieżność oraz wskaźnik kształtu liści. Środowisko wywierało niewielki wpływ również na średnicę łodygi u podstawy i jej zbieżność oraz na liczbę liści na pędzie, długość międzywęźli i długość ogonków liściowych. Natomiast czynniki agrotechniczne oddziaływały na średnice łodyg u podstawy i pod koszyczkiem oraz na długość, szerokość i wskaźnik powierzchni liści (tab. 5).

Tabela 5

**Procentowy udział czynników środowiska, agrotechniki i genotypu w kształtowaniu zmienności cech morfologicznych pędów (1997-1999)**  
**Percentage of environmental, agrotechnical and genetic factors share in formation of variability shoots features (1997-1999)**

Charakterystyka pędów Shoots characters	Źródło zmienności – Source of variability				
	środowisko environ- ment	agrotechnika agrotechnical	genotyp genetic	interakcje interac- tions	zmienność losowa random factors
1	2	3	4	5	6
Średnica u podstawy Foot diameter	14,1	18,6	18,3	5,1	43,9
Średnica pod koszyczkiem Top diameter	0,4	24,4	6,8	5,2	63,2
Zbieżność łodygi Stem foot to top ratio	10,8	2,3	15,9	4,4	66,6
Liczba liści na łodydze Leaves number	11,0	0,3	41,7	4,2	42,8
Długość międzywęźli* Length of internodes*	16,0	1,0	0,4	5,11	77,5
Długość blaszki Plate length	1,5	23,2	0,3	4,4	70,6
Szerokość blaszki Plate width	1,0	25,2	2,0	5,6	66,2

Tabela 5 – cd.

1	2	3	4	5	6
Wskaźnik powierzchni liści Surface area index	1,9	27,6	0,2	5,5	64,8
Wskaźnik kształtu liści Shape index	1,4	1,9	10,2	5,8	80,7
Długość ogonków liściowych Petiole length	16,8	0,5	26,7	5,5	50,5

\*Tylko w latach 1998 i 1999.

\*In 1998 and 1999 years only.

## Dyskusja

W monografiach poświęconych roślinom oleistym lub konkretnie słonecznikowi **Fabry** i **Pustovojt** podali, że grubość łodygi u podstawy może wynosić 2-4 cm, a w wyjątkowych przypadkach nawet 10 cm (Olejny 1992, Podsolnečnik 1975), natomiast pod kwiatostanem jest prawie o połowę mniejsza. **Fraszewska** (1962), w badaniach nad odmianami populacyjnymi, określiła grubość łodygi u podstawy na 2,45 cm. **Cadeac** (1988) badał korelację między średnicą łodygi a plonem niełupek. Średnica pod kłoszyczkiem różniła się w latach obserwacji i osiągała 1,39 i 1,23 cm. Podobnie jak w prezentowanej pracy, podanie nawozu azotowego spowodowało zwiększenie się tej cechy. Potwierdzili to **Muśnicki** i **in.** (1980) w stosunku do średnicy pędu u podstawy. Cecha ta zależała również od rodzaju gleby. **Hussein** i **in.** (1980) oraz **Ionescu** i **Draghicioiu** (1989) spostrzegli, że gdy gęstość siewu była mała, słoneczniki miały większą średnicę łodygi u podstawy, a wzrost zagęszczenia roślin powodował jej zmniejszenie się (**Ortegon** i **Diaz** 1997), co potwierdziły badania własne. **Estrada-Gomez** i **in.** (1996) prowadzili analizy wieloczynnikowych różnic międzyodmianowych, badając także tę cechę.

Opisując ulistnienie, **Fabry** (Olejny 1992) podał, że pierwsze 2-3 pary liści na roślinie są ułożone naprzeciwległe, następne już naprzemianległe, a kąt dywergencji między nimi wynosi 144°. Liczba tych organów wynosi od 8 do 70 sztuk. Ta ostatnia jest charakterystyczna dla osobników o rozgałęzionej łodydze. Średnio na typowym pędzie występuje 20-30 liści. **Vranceanu** (Floarea-soarelui 1974) pisał, że jest ich 12-40, **Hugger** (1989) mówił o 20-40, **Pustovojt** (Podsolnečnik 1975) uściślił tę liczbę na 27-30, **Andruchov** i **in.** (1975) na 26-30, a **Vasilev** (1990) na 28-32. **Gonet** (1976) stwierdził, że wczesne odmiany mają mniej tych organów (23-26), a późniejsze więcej (28-30). Doświadczenia **Fraszewskiej** (1962) wskazywały na występowanie 20 liści na pędzie. **Łuczkiwicz** (1993) podał, iż jest to najbardziej odziedziczalna cecha u słonecznika, czego nie potwierdziły do końca badania własne, w których wykazano, że genotyp kształtował przede wszystkim zawartość łuski i włókna w niełupkach, masę 1000 owoców oraz wysokość roślin (**Kluza** 2002). Według tego samego autora (**Łuczkiwicz** 1973), liczba liści wahała się od 10 do 28, a ich współczynnik zmienności był większy niż współczynnik obliczony w niniejszej pracy. **Chaudhary** i **Anand** (1987) zauważyli,



że osobniki siane wcześniej charakteryzowały się większą odziedziczalnością tej cechy. **Khan i in.** (1999), oceniając hybrydy, stwierdzili, iż najbardziej przydatny do uprawy osobnik miał 31 liści. **Zhang Yunda** (1988) określił liczbę liści w warunkach zasolenia na 30-37. Także **Miklic i in.** (1998) porównywali liczbę tych organów u mieszańców. **Sadras i Villalobos** (1993) wykazali, że liczba liści podczas inicjacji kwiatostanów i finalna są skorelowane. W fazie pąkowania było od 4 do 20 liści, a ostatecznie wykształcało się od 12 do 42 liści. **Gonet** (1976) zauważył zależność między liczbą tych organów a długością okresu wegetacyjnego. **Goyne i Hammer** (1982) odnotowali, że długość dnia i temperatura kształtowały tę cechę. **Steer i Hocking** (1983) zaobserwowali, iż przy małym zaopatrzeniu w azot rozwój tych organów nie zmieniał się, ale spadała szybkość ich tworzenia się. Końcowa liczba liści była mniejsza, gdy dawki tego pierwiastka były małe, co również zauważono w badaniach własnych. **Sakac i in.** (1998) doszli do wniosku, że duża zawartość azotu po kwitnieniu wpływała na dobre funkcjonowanie liści. **Fernandez i Orioli** (1983) oceniali wpływ ustawienia tych organów w górnej części łodygi na zdolność do pobierania światła, procent wypełnionych owoców i plon mieszańców słonecznika.

**Liang Guo-Zhen** (1988) zanotował duże różnice między miejscem uprawy i odmianami. Słoneczniki wytwarzały 29-37 liści, a średnica ich łodygi wynosiła 2,4-4,0 cm. **Radenovic** (1983) zauważył, że liczba liści (25-28) nie była bezpośrednio skorelowana z gęstością siewu. Przy najmniejszym zagęszczeniu (31 tys./ha) średnica pędu osiągała największe wymiary (2,86 cm), ale najmniejsza (1,66 cm) wystąpiła, gdy zagęszczenie wynosiło 50 tys./ha, a nie wtedy, gdy gęstości roślin była największa (67 tys./ha). **Singh i in.** (1987) porównywali liczbę liści i średnicę łodygi pod kątem zmieniającej się dawki azotu. Dynamika wzrostu i akumulacja suchej masy w całych roślinach wzrastała liniowo do 120 kg N/ha. Potem zwiększanie się średnicy pędu było marginalne, a zmienne poziomy nawożenia nie wpływały na liczbę liści na łodydze. Według **Ayuba i in.** (1998) ich liczba oraz średnica łodygi były największe, gdy N = 150 kg/ha. **Miller i Hammond** (1991) oceniali sposób dziedziczenia niskiej wysokości roślin. Obserwowane osobniki miały 23-24 liście. Średnica ich łodyg osiągała 24,5-27,1 mm, a jej współczynnik zmienności wahał się od 6,1 do 12,2%, czyli był znacznie mniejszy niż wykazały to badania własne. Po krzyżowaniu z wyższą linią wzrastała wielkość średnicy łodyg oraz współczynnik zmienności. W pokoleniu F<sub>2</sub> wartości te były znacznie większe niż w F<sub>1</sub>. **Tanimu i in.** (1991), badając aż 46 odmian, stwierdzili, że plon owoców był między innymi istotnie zależny od ulistnienia danego osobnika. Autorzy spostrzegli też, że plon korelował ujemnie – choć nieistotnie – ze średnicą łodygi. **Pirani** (1981) zauważył, iż liczba liści i średnica łodygi wpływały na zawartość tkanki miękkisowej w osadniku koszyczka. **Hera i in.** (1989) spostrzegli, że w fazie pierwszych liści i kwitnienia najwięcej azotu zawierały liście, a mniej łodygi. Potem związek ten kumulował się przede wszystkim w niełupkach, a wzrost dawki azotu nie zawsze powodował zwiększenie jego zawartości w poszczególnych częściach roślin.

Maksymalnie wymiary liści mogą wynosić nawet do 50 cm (Podsólnechnik 1975). Według **Goneta** (1976) ich długość waha się w granicach od 10 do 40 cm. Takie same wartości podał **Hugger** (1989). Powierzchnia liści środkowych może osiągać 250-400 cm<sup>2</sup>, natomiast liście położone w dolnej lub w górnej partii łodygi są znacznie mniejsze i mają powierzchnię około 200 cm<sup>2</sup> (Olejnik 1992). Długość oraz szerokość tych organów u odmian populacyjnych badanych przez **Fraszewską** (1962) osiągała odpowiednio 22 i 21,5 cm. **Łuczkiwicz** (1992) odnotował, że powierzchnia liści osiągnęła duże

wartości współczynnika zmienności, co zostało również potwierdzone w tej pracy. **Granier i Tardieu** (2000) stwierdzili, iż na wielkość tych organów wpływają warunki termiczne, ilość dostępnej wody w glebie oraz promieniowanie świetlne. **Terbea i Stoenescu** (1984) doszli do wniosku, podobnego jak w badaniach własnych, że im bardziej wzrastało zagęszczenie roślin, tym bardziej malała ich powierzchnia. Także **Kovacevic** (1988 a) oraz **Rebancos i in.** (1989) zaobserwowali pozytywną korelację między gęstością roślin a wielkością liści i ich wskaźnikiem powierzchni. **Akhtar i in.** (1992) spostrzegli, że zwiększenie dawki azotu powodowało wzrost całkowitej powierzchni liści, co również potwierdziły badania własne. **El-Midaoui i in.** (1999) zauważyli, iż brak azotu i potasu najmniej uwidocznił się w wielkości powierzchni liści. **Tenebe i in.** (1996) stwierdzili, że cecha ta wzrastała istotnie wraz ze zwiększeniem poziomu azotu do 100 kg/ha. Największe wymiary osiągnęła w ósmym tygodniu po siewie, gdy zagęszczenie było największe, czemu zaprzeczyły doświadczenia własne. **Chalermpones-Sampet i in.** (1988) odnotowali, że im słoneczniki były wyższe, tym ich liście były mniejsze. **Guiducci** (1988) oraz **Salera i Baldini** (1998) spostrzegli, że środowisko w istotny sposób kształtowało wskaźnik powierzchni tych organów, a nawadnianie najczęściej powodowało ich wzrost. **Stoimenova** (1982) doszła do wniosku, iż zastosowanie herbicydów było przyczyną zwiększenia się całkowitej powierzchni liści. Tak samo wpływało na tę cechę nawożenie borem (**Palmer i in.** 1988). W badaniach **Joksimovica i in.** (1999) analiza współczynnika ścieżki wskazała bezpośrednią negatywną korelację zwiększenia powierzchni liści z plonem niełupek i oleju. **Vagvolgyi** (1989) zauważył, że plon tłuszczu nie zależał od wielkości tych organów.

W ostatnich latach prowadzono prace nad uściśleniem określenia powierzchni liści. **Iliev i Tonev** (2000) stwierdzili, iż najbardziej zbliżony do rzeczywistej wielkości jest iloczyn ich długości i szerokości pomnożony przez współczynnik, który powinien być obliczany dla każdej odmiany z osobna. Ci sami autorzy (**Tonev i Iliev** 1998) porównywali również ich rozmiar, automatycznie skanując powierzchnię blaszki. Długość i szerokość tych organów wzrastała w czasie formowania pąka od dołu rośliny do 8-12. liścia i do 12-15. w kolejnych fazach. Potem, kierując się w górę pędu, ich wymiary malały. **Maruthi i in.** (1998), oceniając powierzchnię wszystkich liści na roślinie, zauważyli, że zmieniała się ona w zależności od lat prowadzenia doświadczeń i fazy rozwoju. Wzrastała do 60. dnia po zasiewie, a potem malała. **Villalobos i in.** (1992) wykazali, iż zmniejszenie naświetlania w fazach od wschodów do zakwitania powodowało zwiększanie się tej cechy. **Trapani i in.** (1988) spostrzegli, że odmiany różniły się od siebie w istotny sposób pod jej względem. **Vagvolgyi** (1989), porównując odmiany populacyjne i hybrydy pod kątem wpływu warunków pogody na rozwój i wielkość liści, stwierdził negatywną korelację między ich rozmiarem a zawartością w nich chlorofilu. Odziedziczalności długości i szerokości tych organów w krzyżówkach linii wsobnych i występującą między nimi heterozję badali **Marinkovic i in.** (1994). Prace nad wykreowaniem modeli faz rozwojowych, pozwalających na przewidywanie między innymi powierzchni liści, prowadzili **Chapman i in.** (1993) oraz **Villalobos i in.** (1996), którzy uwzględniali w nich nawet warunki pogodowe i agrotechniczne. **Nikolova i in.** (1998), krzyżując *H. annuus* i *H. praecox* ssp. *hirtus* Engelman & Gray zaobserwowali, że wymiary liści były zdecydowanie większe u słonecznika zwyczajnego, a w krzyżówkach przyjmowały one wartości pośrednie.

**Aguirrezabal i in.** (1988) stwierdzili, że liczba liści w różnych fenofazach różniła się istotnie u porównywanych odmian, ale ich wielkość w późniejszych stadiach była podobna. **Hocking i in.** (1988) odnotowali, iż przy dużych dawkach azotu, umiarkowa-

ne dozy siarki oddziaływały dodatkowo na powierzchnię liści i na ich liczbę. **Merrien i in.** (1986, 1988) zaobserwowali, że w trakcie rozwoju roślin zawartość azotu w liściach i łodygach wzrastała do pełni kwitnienia, a zmniejszała się dopiero w czasie dojrzewania. W trakcie pąkowania i zakwitania najwięcej azotu było w liściach. Na początku rozwoju było w nich najwięcej fosforu, magnezu, miedzi i boru, natomiast przez cały cykl wegetacyjny było w nich najwięcej wapnia, żelaza i manganu, podobnie jak potasu w łodygach (**Kovacevic** 1988 b). **Marinkovic i in.** (1993) analizowali odziedziczalność masy liści i łodyg u hybrydów w pokoleniu F<sub>1</sub>. Addytywne i nie dodające się składniki genetycznej zmienności odgrywały ważną rolę w przekazywaniu tych cech. Średni stopień dominacji wskazywał, że masa roślin była dziedziczona superdominancyjnie. **Abeysekera i Robles** (1993) przeprowadzili doświadczenie, porównujące cechy morfologiczne *H. annuus* i *Tithonia diversifolia* (Herm SL.) Gray. We wczesnych stadiach rozwoju liście słonecznika zwyczajnego miały większą biomasa, ale potem jej akumulacja przeważała w łodydze. Również indeks powierzchni liści wcześniej osiągnął swoje maksimum u tegoż taksonu. **Seiler** (1984), porównując hybryd hodowlany z dziką formą *H. annuus*, zauważył, że w różnych stadiach rozwojowych koncentracja białka w liściach i łodydze mieszańca była zawsze większa niż u dzikiego słonecznika. We wczesnych fazach wzrostu hybrydu jego liście miały także największą zawartość wapnia i potasu.

Autorzy wielu badań dotyczących liści opisywali wpływ defoliacji na wybrane cechy użytkowe słonecznika. I tak **Ahmad i in.** (1998) oraz **Somchai-Theerabuttra** (1991) zaobserwowali, że usunięcie z roślin środkowych liści spowodowało zmniejszenie wymiaru średnicy łodygi. Pierwsi z cytowanych autorów zanotowali również, że stopień defoliacji oddziaływał istotnie na rośliny, zmniejszając ich wysokość i skracając okres do dojrzałości owoców. Usunięcie 50% powierzchni tych organów, z wyłączeniem liścia flagowego, nie łączyło się z wyraźnym spadkiem plonu. Dopiero utrata prawie 100% liści powodowała bardzo istotne zmiany. Drugi z autorów stwierdził, iż organy te miały podstawowe znaczenie dla wielkości plonu. Czas defoliacji nie miał na to istotnego wpływu. Zabieg ten spowodował zmniejszenie się ciężaru 1000 niełupek, akumulacji w nich suchej masy oraz spadek tempa ich wzrostu. Podobny rezultat uzyskano, gdy usunięto liście leżące w górnej i dolnej części łodygi, choć zakres zmian był mniejszy. Także **Guiducci** (1988) zauważył, że większy procent usuniętych liści powodował zmniejszenie się biomasy, plonu i masy 1000 owoców. **Saranga i in.** (1996) nie spostrzegli oddziaływania defoliacji na liczbę kwiatów rurkowych i wielkość kwiatostanów oraz na procent wypełnienia nasion; w czasie tego zabiegu malała jedynie masa 1000 niełupek. Natomiast **Cholaky i in.** (1988), usuwając liście we wczesnych fazach rozwoju, stwierdzili zmniejszenie średnicy kwiatostanu, a większy procent defoliacji powodował zwiększenie się udziału partii płonnej. Ponadto usunięcie liści spowodowało także zmniejszenie się plonu i liczby owoców z jednego koszyczka. Masa 1000 niełupek nie zmieniała się, a zawartość oleju nawet wzrastała. **Picq i Abramovsky** (1989) oceniali wpływ zakrywania powierzchni liści w trakcie lipidogenezy. Działanie to najbardziej zmniejszyło udział oleju w owocach odmiany 'Frankasol'. Natomiast duża powierzchnia liści w czasie kwitnienia była przyczyną wzrostu plonu z jednego kwiatostanu i wzrostu zawartości białka.

Długość międzywęźli może dochodzić nawet do 25 cm; im bliżej są one kwiatostanu, tym odległości te są mniejsze (Olejny 1992). Cecha ta charakteryzowała się również dużą odziedziczalnością (**Łuczkiwicz** 1993), a jej zmienność była mniejsza (**Łuczkiwicz** 1973) niż w badaniach własnych. Ponadto **Łuczkiwicz** (1992) spo-

strzegł, że poszczególne typy odmian różniły się między sobą najbardziej długością międzywęźli.

**Luczkiewicz** (1993) zauważył, że długość ogonków liściowych była odziedziczalna w dość małym stopniu. W innej pracy ten sam autor podaje, że osiągały one 6,6-11,2 cm i charakteryzowały się podobną zmiennością jak w badaniach własnych (**Luczkiewicz** 1973). **Hładni** (1999) oraz **Hładni i in.** (1999) badali w liniach imbredowych uwarunkowania genetyczne sposobu dziedziczenia długości ogonka i kąta jego odchylenia od pędu, liczby liści i ich powierzchni na roślinie w pokoleniu  $F_1$  i  $F_2$ . Badali też krzyżówki dialleliczne. Wszystkie te cechy były warunkowane addytywnie.

**Toboła i in.** (1991) oraz **Goksoy i in.** (1998) zaobserwowali taki sam wpływ zagęszczenia na zmniejszenie się wartości większości cech liści i łodyg jak zaprezentowany w niniejszej pracy. Potwierdzili to także **Chalermpon-Sampet i in.** (1988), którzy oceniając kilka hybrydów, nie zauważyli istotnych różnic między nimi. **Marjanac** (1985) analizował wpływ sposobu i różnych gęstości siewu na wielkość powierzchni liści, ich liczbę, długość utrzymywania zielonej barwy, dynamikę produktywności fotosyntetycznej oraz na zawartość suchej masy w liściach i w łodygach. **Lukacs i Hargitay** (1991) badali wpływ gęstości siewu na zmiany średnicy łodygi oraz liczby liści. Zwiększenie zagęszczenia, podobnie jak w badaniach własnych, nie oddziaływało na liczbę liści, jednak ich powierzchnia asymilacyjna ulegała wtedy redukcji. Potwierdzili to **Dusanic i Crnobarac** (1995), dodając, że wzrósł wówczas wskaźnik powierzchni liści, czemu zaprzeczyło przeprowadzone doświadczenie. To samo zauważyli **Dusanic i in.** (1999), którzy testowali hybrydy na czarnoziemach, przy zagęszczeniu 30-80 tys./ha. Wielkość liści uzyskała maksimum w fazie kwitnienia. Okres ich najintensywniejszego wzrostu zaczynał się od pierwszych sześciu par i trwał do pąkowania. Również według badań **Luczkiewicza** (1973, 1992, 1993), najbardziej ustalonymi (odziedziczalnymi) cechami słoneczników oleistych były liczba liści na roślinie i długość międzywęźli, a **Fraszewska** (1962) dodała do nich jeszcze wymiary liści i grubość łodygi.

## Wnioski

1. W przeprowadzonych doświadczeniach najbardziej zmiennymi cechami były wskaźnik powierzchni liścia i długość międzywęźli. Stosunkowo mało wyrównane okazały się również średnica pędu pod koszyczkiem, szerokość blaszki liściowej oraz długość ogonków liściowych i wskaźnik zbieżności łodygi.

2. Największą odziedziczalnością charakteryzowała się liczba liści na łodydze. Największy wpływ na inne analizowane cechy wywierała zmienność losowa.

3. Badane mieszańce liniowe charakteryzowały się większą liczbą liści najszerszych i z najdłuższymi ogonkami liściowymi. Hybrydy osiągały też grubsze pędy u podstawy i większą wartość wskaźnika zbieżności łodygi. Jednak wysoki stosunek wielkości pędu u podstawy do jego wielkości pod koszyczkiem nie wpływa korzystnie na wartość rolniczą tych odmian. Słonecznik odmiany 'Wielkopolski' cechował się największą średnicą pędu pod kwiatostanem oraz najdłuższymi liśćmi o największej wartości wskaźnika ich kształtu.

4. Środowisko miało znaczny wpływ na kształtowanie się obserwowanych cech. Słoneczniki rosnące na glebach brunatnych (1998 rok), pomimo krótkich pędów, wy-

tworzyły największą liczbę liści, ale osobniki te charakteryzowały się też najmniejszą średnicą łodygi u podstawy. W pierwszym roku doświadczeń testowane kreacje cechowały się najgrubszymi pędami, lecz jednocześnie osiągnęły najwyższy wskaźnik zbieżności łodygi, miały też największe liście, o najdłuższych ogonkach. W 1999 roku badane odmiany charakteryzowały się najmniejszymi liśćmi.

5. Rezultaty badań własnych dowodzą, że zwiększenie zagęszczenia roślin powodowało wzrost wskaźnika zbieżności łodyg i wskaźnika kształtu liści. Było ono także przyczyną zmniejszenia się ich wielkości liści oraz średnicy pędu u podstawy i pod koszyczkiem. Wzrost poziomu nawożenia spowodował zwiększenie się średnicy łodygi u jej podstawy i pod koszyczkiem oraz wzrost wielkości blaszki liściowej.

### Literatura

- Abeysekera M.M.A.S.K., Robles R.P.** (1993): Comparative study of agronomic characters of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* (Herm SL.) Gray) and common sunflower (*Helianthus annuus* L.). 24 Annu. Sci. Meet. Pest Manage. Counc. Philippines, Inc. Coll., Laguna.
- Aguirrezabal L.A.N., Orioli G.A., Pereyra V.R.** (1988): Dinamica foliar de girasoles de diferente altura. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 386-391.
- Ahmad G., Quresh Z., Ahmad R., Begum F., Taj F.H.** (1998): Effect of defoliation on the yield and yield components of sunflower. Sarhad J. Agric. 14, 5: 433-436.
- Akhtar M., Nadeem M.A., Ahmad S., Tanveer A.** (1992): Effect of nitrogen on the seed yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Agric. Res. 30, 4: 479-484.
- Andruchov V.G., Ivanov N.N., Turovskij A.I.** (1975): Podsolnečnik. Rossel'chozizdat, Moskva.
- Ayub M., Tanveer A., Iqbal Z., Sharar M.S., Azam M.** (1998): Response of two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars to different levels of nitrogen. Pak. J. Biol. Sci. 1, 4: 348-350.
- Bos I., Caligari P.** (1995): Selection methods in plant breeding. Chapman & Hall, London.
- Cadeac F.** (1988): Correlation entre la diametre de la tige et la production d'akenes chez le tournesol. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 198-202.
- Chalermpon-Sampet, Songchao-Insomphun, Anand-Isarasenee** (1988): Crop physiological studies on growth and yields of hybrid sunflower. J. Agric. 4, 1: 19-29.
- Chapman S.C., Hammer G.L., Meinke H.** (1993): A sunflower simulation model. 1. Model development. Agron. J. 85, 3: 725-735.
- Chaudhary S.K., Anand L.J.** (1987): Genetic and morphological variability for quantitative characters in sunflower. J. Oilseeds Res. 4, 1: 97-102.
- Cholaky L., Giayetto O., Fernandez E.M.** (1988): Reduccion artificial del area foliar del girasol (*Helianthus annuus* L.) in distintas etapas del desarrollo ontogenico. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 75-80.
- Dusanic N., Crnobarac J.** (1995): Uticaj gustine biljaka u usevu suncokreta na razvoj lisne površine i prinosa zrna. W: Mater. 36. Savetovanje Proizvodnja i Prerada Uljarica, Budva. Red. B. Beric. Zb. Rad., Novi Sad, Yugoslavia: 63-69.
- Dusanic N., Crnobarac J., Miklic V., Joksimovic J.** (1999): Uticaj gustine useva na dinamiku razvoja lisne površine kod suncokreta. W: Mater. 40. Savetovanje Proizvodnja i Prerada Uljarica. Red. J. Turkulov. Zb. Rad., Novi Sad, Yugoslavia: 291-296.
- El-Midaoui M., Benbella M., Talouizete A., Berville A.** (1999): Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen and potassium deficiency. Helia 22, 30: 139-148.
- Estrada-Gomez J.A., Ayala G., Oscar J., Garcia R.L.** (1996): Produccion de semilla de girasol (*Helianthus annuus* L.) de porte bajo. W: Mater. 16. Congr. Fitogenet. Red. J. Sahagun-Castellanos, P. Ramirez-Vallejo, F. Castillo-Gonzalez. Texcoco, Estado de Mexico: 1-145.

- Fernandez L.F., Orioli G.A.** (1983): Estudio comparativo de la estructura foliar, intercepcion de luz y rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.). Ann. Edafol. Agrobiol. 42, 11-12: 2137-2148.
- Floarea-soarelui. (1974). Red. A.V. Vranceanu. Ed. Academiei Republicii Socialiste Romania, Bucuresti.
- Fraszewska T.** (1962): Przyczynek do poznania dynamiki wzrostu i cech morfologicznych ośmiu jarych roślin oleistych. Pam. Puław. 5: 131-156.
- Goksoy A.T., Turan Z.M., Acikgoz E.** (1998): Effect of planting date and plant population on seed and oil yields and plant characteristics in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 21, 28: 107-116.
- Gonet Z.** (1976): Słonecznik pastewny. PWRiL, Warszawa.
- Goyne P.J., Hammer G.L.** (1982): Phenology of sunflower cultivars. II. Controlled-environment studies of temperature and photoperiod effects. Aust. J. Agric. Res. 33, 2: 251-261.
- Granier C., Tardieu F.** (2000): Expansion des feuilles de tournesol en conditions environnementales fluctuantes: effets de la temperature, du rayonnement et du deficit hydrique. Oleagineux Corps Gras Lipides 7, 2: 219-228.
- Guiducci M.** (1988): Effect of water deficit on leaf area development and par absorption of a sunflower summer crop. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 89-94.
- Hera C., Terbea M., Toncea I.** (1989): Influenta ingrasamintelor cu azot si fosfor asupra unor indici morfofiziologici la floarea-soarelui. Ann. Inst. Cercet. 57: 114-125.
- Hladni N.** (1999): Nasledjivanje arhitekture biljke suncokreta (*Helianthus annuus* L.) u F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generaciji. Abs. Diss. M. Sci. Maszyn. Poljopriv. Fak., Novi Sad, Yugoslavia.
- Hladni N., Skoric D., Kraljevic-Balalic M.** (1999): Nacin nasledjivanja ugla i duzine lisne drske u F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generaciji kod nekih inbred linija suncokreta. W: Mater. 40. Savetovanje Proizvodnja i Prerada Uljarica. Red. J. Turkulov. Zb. Rad., Teh. Fak., Novi Sad, Yugoslavia: 237-242.
- 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. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 118-123.
- Hugger H.** (1989): Sonnenblumen, Zuchtung, Anbau, Verarbeitung. Ulmer, Stuttgart.
- Hussein M.A., El-Hattab A.H., Ahmed A.K.** (1980): Effect of plant spacing and nitrogen levels on morphological characters, seed yield and quality in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Z. Acker- Pflanzenb. 149, 2: 148-156.
- Iliev I., Tonev T.** (2000): Optimizing the models for calculation of sunflower leaf area II. Relations between leaf area and leaf dimensions and optimizing the equalizing coefficient K. Bulg. J. Agric. Sci. 6, 4: 399-404.
- Ionescu N., Draghicioiu V.** (1989): Influenta densitatii asupra unor hibrizi de floarea soarelui in conditiile S. C. A. Albota, Arges. Probl. Agrofit. Teor. Aplic. 11, 1: 33-45.
- Joksimovic J., Atlagic J., Skoric D.** (1999): Path coefficient analysis of some oil yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 22, 31: 35-42.
- 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. Pak. J. Biol. Sci. 2, 3: 735-736.
- Kluza M.** (2002): Biologia kwitnienia i owocowania oraz zmienność niektórych cech morfologicznych i użytkowych u oleistych form słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.). Praca dokt. Maszyn. Katedra Botaniki AR, Poznań.
- Kluza-Wieloch M.** (2003): Plant height at different developmental stages in observed types of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. Roczn. AR Pozn. 354, Bot. 6: 93-105.
- Kovacevic M.** (1988 a): Influence de densite de semis et de mode de recolte sur l'importance de la masse foliare et quelques caracteristiques agronomiques de l'hybride NS-H-27 RM. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 395.

- Kovacevic M.** (1988 b): La dynamique d'absorption et de distribution des macro et oligo elements de l'hybride NS-H-27 RM. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 276.
- Liang Guo-Zhen** (1988): Confectionery sunflower in China and agronomic characters of main cultivar. Proc. 12 Int. Sunf. Conf. Novi Sad, Yugoslavia: 337-341.
- Lukacs P., Hargitay L.** (1991): A tosurites hatasa a napraforgonal. Olaj, Szappan, Kozmetika 40, 1: 1-5.
- Luczkiewicz T.** (1973): Zmienność i odziedziczalność szeregu cech i właściwości naturalnych i indukowanych promieniami X u słonecznika (*Helianthus annuus* L.). Praca dokt. Maszyn. Katedra Genetyki AR, Poznań.
- Luczkiewicz T.** (1992): Dziedziczenie cech ilościowych i analiza wartości hodowlanej słonecznika oleistego (*Helianthus annuus* L.). Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 230.
- Luczkiewicz T.** (1993): Odziedziczalność wybranych cech słonecznika oleistego (*Helianthus annuus* L.). Zesz. Nauk. AR Wroc. 223, Roln. 58: 83-89.
- Marinkovic R., Joksimovic J., Dozet B.** (1994): Nacin nasledjivanja i efekat gena za duzinu i sirinu lista kod suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Savrem. Poljopriv. 42, 1-2: 99-104.
- Marinkovic R., Skoric D., Krstic B.** (1993): Mode of inheritance of dry matter mass of root, stem and leaf in F<sub>1</sub> sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.). Genetika 25, 3: 183-192.
- Marjanac D.** (1985): Ispitivanje uticaja nacina setve i broja biljaka na bioloska, fizioloska i agronomska svojstva genetski udaljenih hibrida suncokreta. Abs. Diss. D. Sci. Maszyn. Poljopriv. Fak., Novi Sad, Yugoslavia.
- Maruthi V., Subba R.G., Vanaja M.** (1998): Evaluation of sunflower genotypes under late sown rainfed conditions. Helia 21, 28: 97-106.
- Merrien A., Arjaure G., Maisonneuve C.** (1986): Besoins en elements mineraux (majeurs, mineurs et oligo-elements) chez le tournesol dans les conditions francaises. Inf. Tech. CETIOM 95: 8-19.
- Merrien A., Estragnat A., Maisonneuve C., Pierre M.** (1988): Coefficient reel d'utilisation de l'azote chez le tournesol: consequences agronomiques. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 247-253.
- Miklic V., Marinkovic R., Crnobarac J.** (1998): Primena statisticke metode analiza osnovnih komponenti kod suncokreta. W: Proizvodnja i Prerada Uljarica. Zb. Rad. 39 Savetovanja Industrije Ulja, Teh. Fak. Red. J. Turkulov. Novi Sad, Yugoslavia: 159-164.
- Miller J.F., Hammond J.J.** (1991): Inheritance of reduced height in sunflower. Euphytica 53, 2: 131-136.
- Mušnicki Cz.** (1999): Rośliny oleiste. W: Szczegółowa uprawa roślin. Red. Z. Jasińska, A. Kotecki. WAR, Wrocław: 363-493.
- Mušnicki Cz., Dembińska H., Gruszczyński S.** (1980): Reagowanie słonecznika oleistego na wzrastające dawki nawozów azotowych. Roczn. AR Pozn. 118, Roln. 22: 63-73.
- Nikolova L., Khristov M., Nikolova V., Shindrova P., Encheva V.** (1998): Interspecific hybridization between *H. annuus* L. and *H. praecox* ssp. *hirtus* Engelman & Gray. Helia 21, 28: 15-22.
- Olejny. (1992): Red. A. Fabry. Ministerstvo Zemedelstvi CR, Praha.
- Ortegon M.A.S., Diaz F.A.** (1997): Productivity of sunflower cultivars in relation to plant density and growing season in northern Tamaulipas, Mexico. Helia 20, 26: 113-120.
- Palmer J.H., Hocking P.J., Randall P.J.** (1988): Effects of an imposed 12-day period of boron deficiency on reproductive development in sunflower. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 296-300.
- Picq G., Abramovsky P.** (1989): Indicateurs et conditions de croissance associes a la teneur et au rendement en huile et en proteines des akenes de tournesol (*Helianthus annuus*). Inf. Tech. CETIOM 108: 18-29.
- Pirani V.** (1981): Valutazione agronomica di costituzioni ibride e analisi di caratteri per migliorare la produzione del girasole (*Helianthus annuus* L.). Sementi Elette 27, 5: 17-21.
- Plochiński N.** (1968): Odziedziczalność. PWRiL, Warszawa.

- Podsolnečnik. (1975). Red. V.S. Pustovojt. Kolos, Moskva.
- Radenovic B.** (1983): Uticaj sklopa biljaka na morfoloske i bioloske osobine suncokreta N-S-H-26 RM u agroekoloskim uslovima Kosova. Poljopriv. Znan. Smotra 61: 197-213.
- Rebancos E.T. Jr., Pargas A.A., Pandey R.K.** (1989): Response of sunflower to plant population densities and row spacing in lowland after rice under zero tillage. Philipp. J. Crop Sci. 14, 1: 14.
- Sadras V.O., Villalobos F.J.** (1993): Floral initiation, leaf initiation and leaf appearance in sunflower. Field Crops Res. 33, 4: 449-457.
- Sakac Z., Cupina T., Miklic V.** (1998): Fizioloska regulacija krupnoce, broja i nalivenosti semena suncokreta. W: Proizvodnja i Prerada Uljarica. Zb. Rad. 39. Savetovanja Industrije Ulja, Teh. Fak. Red. J. Turkulov. Novi Sad, Yugoslavia: 141-148.
- Salera E., Baldini M.** (1998): Performance of high and low oleic acid hybrids of sunflower under different environmental conditions. Note I. Helia 21, 28: 41-54.
- 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.
- Seiler G.J.** (1984): Protein and mineral concentrations of selected wild sunflower species. Agron. J. 76, 2: 289-294.
- Singh S.P., Singh P.P., Singh V.** (1987): Studies on growth and yield of sunflower varieties in relation to nitrogen rates. J. Oilseeds Res. 4, 2: 169-174.
- Somchai-Theerabuttra** (1991): Contribution of leaves at different strata on seed yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Abs. Diss. M. Sci. Maszyn. Kasetsart Univ., Bangkok, Thailand.
- 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.
- Stoimenova I.** (1982): Herbisidni smesi za borba s plevelite v slynochgedovi posevi. Rastieniev'd. Nauki 19, 1: 73-78.
- Tanimu B., Ado S.G., Tilde A.U.** (1991): Correlation between morphological characters of sunflower varieties and seed yield. J. Agric. Res. 29, 3: 327-332.
- Tenebe V.A., Pal U.R., Okonkwo C.A.C., Auwalu B.M.** (1996): Response of rainfed sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen rates and plant population in the semi-arid savanna region of Nigeria. J. Agron. Crop Sci. 177, 3: 207-215.
- Terbea M., Stoenescu F.** (1984): Variatia elementelor de productivitate la floarea-soarelui cultivata la diferite densitati. Probl. Agrofiteh. Teor. Apl. 6, 2: 171-179.
- Tobola P., Mušnicki Cz.** (1997): Kształtowanie się cech użytkowych odmian słonecznika oleistego (*Helianthus annuus* L.) w zmiennych warunkach pogody. Rośl. Oleiste 18, 2: 279-286.
- Tobola P., Mušnicki Cz., Jodłowski M.** (1991): Wpływ obsady roślin i ich rozmieszczenia na plonowanie słonecznika oleistego. Zesz. Probl. Inst. Hod. Aklim. Rośl. „Rośliny oleiste” 2: 41-50.
- Tonev T.K., Iliev I.** (1998): Optimizing the models for calculation of sunflower leaf area. I. Geometric parameters of the leaf lamina during the development of some hybrids and varieties. Bulg. J. Agric. Sci. 4, 5: 625-632.
- Trapani N., Sadras V.O., Vilella F., Hall A.J.** (1988): A physiological analysis of the growth and yield of two sunflower cultivars. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 63-68.
- Vagvolgyi S.** (1989): A levelfelület, klorofilltartalom és a termokepesseg összefüggésének vizsgálatára napraforgóban. Novenytermeles 38, 1: 37-43.
- Vasilev D.S.** (1990): Podsolnečnik. Agropromizdat, Moskva.
- Vaughan J.G., Geissler C.A.** (2001): Rośliny jadalne. Prószyński i Spółka, Warszawa.
- Velkov V.N.** (1984): Skhema na mnogokraten individualno-familen otbor pri slynochgeda. Rastieniev'd. Nauki 21, 6: 92-96.
- Villalobos F.J., Hall A.J., Ritchie J.T., Orgaz F.** (1996): OILCROP-SUN: A development, growth, and yield model of the sunflower crop. Agron. J. 88, 3: 403-415.
- Villalobos F.J., Soriano A., Fereres E.** (1992): Effects of shading on dry matter partitioning and yield of field-grown sunflower. Eur. J. Agron. 1, 2: 109-115.



- Yoshida H., Wimonrat-Sukarin** (1993): Varieties differences in growth, yield and leaf blight resistance of sunflower. Agric. Dev. Res. Cent. Northeast, Khon Kaen, Thailand 455: 370-378.
- Zhang Yunda** (1988): Soil salinity index of planting sunflower in saline-alkali soil. Proceedings 12th International Sunflower Conference Novi Sad, Yugoslavia: 325-327.

VARIABILITY AND HERITABILITY OF MORPHOLOGICAL FEATURES  
OF STEMS AND LEAVES IN OBSERVED TYPES OF SUNFLOWER  
(*HELIANTHUS ANNUUS* L.) CULTIVARS

S u m m a r y

In the years 1997-1999 in the Experimental Station in Przybroda near Szamotuły two simple-cross sunflower line hybrids: 'Frankasol' (French) and 'Coril' (American) and one Polish population cultivar 'Wielkopolski' were tested. The sunflower cultivars were sown in a randomized block design with 18 combinations and two replicates, because three levels of sowing density (50, 75, and 100 thousand/ha) and two levels of nitrogen fertilization (60 and 120 kg/ha) were applied. Effects of climatic and soils factors were also analysed. The extent of biometric measurements included foot and top stem diameter, length of internodes, number of leaves, length and width of mid-stalk leaves and their petiole length. Stem foot to top ratio, surface area index and shape index were also counted. The obtained data allowed for drawing conclusions on variability and heritability of these features. The tested sunflower line hybrids were characterised by only slightly more consistent morphological features than the population variety. The most heritable features were the number of leaves on the shoots. The variability of other features were to the largest extent influenced by random factors.

*Adres do korespondencji: Katedra Botaniki, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71 C, 60-625 Poznań, e-mail: kluza@au.poznan.pl*