

Magdalena Kluza-Wieloch, Czesław Muśnicki
Akademia Rolnicza w Poznaniu

Wpływ czynników siedliskowych i agrotechnicznych na kształtowanie wybranych cech morfologicznych oleistych form słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.)

**Influence of environmental and agronomic factors on formation
of some morphological characters of oilseed forms of common
sunflower (*Helianthus annuus* L.)**

słowa kluczowe: słonecznik oleisty, siedlisko, agrotechnika, cechy morfologiczne

key words: oilseed sunflower, environment, agronomic factors, plant morphological characters

W 3 doświadczeniach prowadzonych w latach 1997–1999 w Stacji Doświadczalnej Przybroda k. Szamotuł (Wielkopolska) szczegółowym badaniem poddano wysokość roślin słonecznika w różnych stadiach ich rozwoju, grubość pędów u podstawy i pod koszyczkiem, liczbę liści na roślinie, wymiary i powierzchnię liści środkowych, a także wielkość kwiatostanu i jego części płonnej oraz stopień pochylenia koszyczka. Na podstawie uzyskanych danych wyliczono również wskaźnik zbieżności łodyg oraz wskaźnik kształtu blaszki liściowej i procentowy udział części płonnej w kwiatostanie. W doświadczeniach tych oprócz warunków siedliskowych zróżnicowano nawożenie azotowe, zagęszczenie roślin i odmiany. Wyniki doświadczeń wykazały, że pomierzone cechy morfologiczne łodyg, liści i koszyczków zmieniały się bardzo silnie pod wpływem czynników losowych uwarunkowanych zmiennością osobniczą słoneczników rosnących na polu doświadczalnym. Spośród badanych czynników siedliskowo-agrotechnicznych największy wpływ na wysokość łodyg miał genotyp zbiorowiska roślin, zwłaszcza w późniejszych stadiach ich rozwoju, przy malejącym udziale warunków srodowiska, a także zmienności osobniczej. Wyraźny

In 3 experiments carried out in years 1997–1999 in Experimental Station Przybroda near Szamotuły (Wielkopolska) some morphological traits of sunflower were studied: plant height at different development stages, stem diameter at foot and under head, leaf number per plant, dimension and surface of central leaves, inflorescence diameter and its sterile part as well as degree of head attitude. Besides environmental conditions, nitrogen fertilization, plant density and varieties were differed in the experiments. The results showed that measured traits of stems, leaves and heads changed very strongly under random factors influence which were conditioned by individual variability of plants growing on experimental field. Among studied environmental-agronomic factors the greatest influence on stem height had genotype of plant population, especially at later development stages, at decreasing share of environmental conditions and individual variability. Variety factor was additionally distinct in formation of foliage abundant, length of leaf stalk, dimension of sterile part in head and ratio top to foot stem diameter of maturing plants. Among two basic agronomic factors, morphological traits were

był wpływ czynnika odmiannowego w kształtowaniu oprócz wysokości roślin także obfitości ich ulistnienia, długości ogonków liściowych, wielkości części płonnej w koszyczku i zbieżności łodyg u roślin dojrzewających. Na cechy morfologiczne roślin w małym stopniu wpływało nawożenie azotowe, a w znacznie większym zagęszczenie roślin, zwłaszcza przy porównaniu grubości łodyg, wielkości liści i powierzchni koszyczka. Wśród zmieniających się czynników siedliskowych na większość obserwowanych cech morfologicznych silniej oddziaływał typ gleby niż warunki pogodowe w latach doświadczeń.

changed by nitrogen fertilization in small degree whereas the influence of plant density was greater, especially in comparison of foot stem diameter, leaf size and head surface. The observed morphological features were changed more by soil type than by weather conditions in the years of study.

Wstęp

Słonecznik zwyczajny (*Helianthus annuus* L.) pochodzi z terenu południowo-zachodniej części USA i północnego Meksyku (Pustowojt 1975). Po soi, palmach i rzepaku należy on do najszerzej uprawianych roślin oleistych na świecie (Muśnicki 1999). Nawet w Polsce, gdzie klimat jest chłodniejszy od jego wymagań cieplnych, plonuje on najwyżej spośród jarych gatunków oleistych (Muśnicki i in. 1997).

Celem podjętych badań była ocena wpływu różnego układu czynników siedliskowo-agrotechnicznych na zmienność szeregu cech morfologicznych pędów i kwiatostanów słonecznika oleistego. Podobne badania prowadzone w Polsce przez Muśnickiego i in. (1980), Tobołę i Muśnickiego (1997) oraz Tobołę i in. (1991, 1996) nie doprowadziły bowiem do ustalenia mocy z jaką czynniki te oddziaływały na kształtowanie się analizowanych cech roślin. Niniejsza praca ma ponadto szerszy zakres pomiarów biometrycznych.

Material i metody

Doświadczenia agrotechniczne przeprowadzono w latach 1997–1999 w Stacji Doświadczalnej Przybroda koło Szamotuł (Wielkopolska). Tam też obserwowano warunki pogodowe, tj. miesięczny rozkład opadów i sumę średnich dobowych temperatur, a na ich podstawie skalkulowano wskaźnik wilgotności gleby według Sielianiowa (Radomski 1987). Dane przedstawione w tabeli 1 wskazują, że najmniejszymi opadami charakteryzował się rok 1999, podczas gdy w pozostałych dwóch latach sumy opadów w sezonie wegetacyjnym słonecznika były zbliżone do średniej wieloletniej. Wszystkie trzy lata badań były natomiast znacznie cieplejsze od normalnych, a stopień uwilgotnienia gleby, wyrażony współczynnikiem Sielianiowa, gorszy niż w wieloleciu. Szczególnie dużym niedoborem wilgoci w glebie charakteryzował się rok 1999.

Tabela 1

Układ warunków pogody w sezonie wegetacyjnym słonecznika (kwiecień – wrzesień)
Weather conditions in sunflower vegetation season (April to September)

Parametry pogody <i>Weather parameters</i>	Lata — Years			Wielolecie <i>Mean of the years</i> 1953–1997
	1997	1998	1999	
Suma opadów [mm] <i>Sum of precipitation</i>	329,1	337,6	262,5	327,2
Suma średnich temperatur [°C] <i>Sum of average temperatures</i>	2878	2954,6	3119,2	2615,3
Współczynnik Sielianinowa <i>Sielianinov coefficient</i>	1,14	1,14	0,89	1,25

Dwa doświadczenia (1997 i 1999) założono na czarnych ziemiach właściwych kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego, a jedno (1998) na glebach brunatnych kompleksu pszennego dobrego. Warstwa orna czarnych ziem, o składzie mechanicznym gliny lekkiej, miała odczyn lekko zasadowy, podczas gdy gleba brunatna, o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego, była lekko kwaśna. W pierwszym doświadczeniu słonecznik wysiewano po facelii w przedplonie, w drugim po pszenicy jarej, a w trzecim po jęczmieniu ozimym. Przygotowanie roli pod zasiew przeprowadzono corocznie według zasad klasycznej agrotechniki (Muśnicki 1999). Siewu niełupek dokonywano zawsze w trzeciej dekadzie kwietnia, a więc w dopuszczalnym terminie dla tej rośliny (Horodyski i Muśnicki 1985). Badanymi czynnikami agrotechnicznymi były: dwa poziomy nawożenia azotowego (60 i 120 kg N/ha), trzy zagęszczenia roślin (50, 75 i 100 tys./ha) oraz trzy odmiany hodowlane (Wielkopolski, Frankasol, Coril).

Zakres pomiarów biometrycznych obejmował: wysokość roślin w różnych stadiach ich rozwoju oraz takie cechy morfologiczne roślin dojrzewających jak: średnicę łodyg u podstawy i pod koszyczkiem, liczbę liści na niej wytworzonych, długość międzywęzła oraz długość i szerokość liści środkowych, a także długość ich ogonków. Na bazie tych pomiarów obliczono wskaźnik zbieżności łodyg oraz wskaźnik wielkości liści środkowych i wskaźnik ich kształtu. Określono także powierzchnie koszyczka i jego części płonnej, jej udział w całym kwiatostanie oraz stopień jego pochylenia (według Fabrego 1992). Każdego roku wszystkie pomiary wykonano na 100 osobnikach z każdej kombinacji doświadczenia. W niniejszej pracy szczegółowo scharakteryzowano wpływ siedliska, nawożenia i zagęszczenia roślin na różne cechy morfologiczne słonecznika oleistego. Charakterystyka odmian jest przedmiotem oddzielnego opracowania.

Wyniki

Wszystkie z pomierzonych cech, z wyjątkiem wysokości roślin w różnych stadiach rozwojowych, zmieniały się najsilniej pod wpływem niekontrolowanych czynników losowych, jakim była niewątpliwie zmienność osobnicza roślin. Natomiast na wysokość roślin zasadniczy wpływ miało przede wszystkim środowisko i odmiana. Znacznie mniejszy był wpływ gęstości siewu, a tylko znikomy nawożenia. W miarę rozwoju roślin wpływ siedliska i czynników losowych malał, a wzrastał udział odmian, tak że znaczenie czynnika odmianowego w okresie formowania owoców i ich dojrzewania było większe od pozostałych (tab. 2). Wyniki zestawione w tabeli 3 wskazują, że najniżej wyrósł słonecznik uprawiany na glebach brunatnych w roku 1998, najwyżej zaś w ciepłym i suchym roku 1999. Wpływ jakości stanowiska był bardziej wyraźny w późniejszych stadiach. Szczególnie wtedy, w miarę zwiększania zagęszczenia roślin, wzrastała ich wysokość.

Spśród badanych cech morfologicznych łodyg ich końcowa wysokość i stopień ulistnienia roślin były najbardziej zależne od odmiany. Wyraźny był także wpływ siedliska na te dwie cechy. Średnica łodyg u podstawy zmieniała się silnie pod wpływem odmiany, zagęszczenia roślin i warunków środowiskowych, a średnicę łodyg pod koszyczkiem różnicowała tylko gęstość siewu. Zbieżność łodyg była wyraźnie kształtowana przez odmianę i siedlisko, a długość międzywęzła tylko przez siedlisko (tab. 2). Wpływ warunków pogodowych i siedliskowych spowodował, że najniższe łodygi wyrosły w 1998 roku. Miały one wtedy najwięcej liści i cechowały się najmniejszymi wartościami współczynnika zbieżności i średnicy u podstawy pędu, gdyż w momencie największego ich pogrubiania miały miejsce optymalne warunki pogodowe. Najgrubsze łodygi u podstawy wyrosły rok wcześniej, lecz cechowało je najmniej liści i najwyższa wartość współczynnika zbieżności. W roku 1999 słoneczniki miały najwyższe łodygi, o najmniejszej średnicy pod koszyczkiem. Przy wroście dawki nawozów azotowych badane odmiany były nieznacznie mniejsze, lecz miały grubsze i słabiej ulistnione łodygi. Wyraźne różnice charakterystycznych cech wywołało zwiększenie zagęszczenia roślin. Im było ono większe, tym wyrastały wyższe osobniki, o cieńszych pędach i większych wartościach współczynnika zbieżności (tab. 4).

Długość i szerokość oraz wskaźnik powierzchni blaszki liści środkowych były w istotny sposób zdeterminowane przez zagęszczenie roślin, a jedynie wskaźnik kształtu oraz długość ogonków liściowych zmieniały się wyraźnie pod wpływem odmiany, przy czym na długość ogonków liściowych znamieny wpływ wywarło także środowisko (tab. 2). Wzrost nawożenia azotowego powodował istotne, lecz stosunkowo słabe, zwiększenie wielkości liści, podczas gdy wzrost zagęszczenia roślin wywoływał skutek odwrotny, jednakże zwiększał się wtedy wskaźnik kształtu liści. Na długość ogonków liściowych czynnik ten nie wpływał w sposób jednoznaczny. W pierwszym roku, przy sprzyjających warunkach pogodowych,

Tabela 2

Udział czynników siedliskowo-agrotechnicznych (%) w kształtowaniu zmienności wybranych cech morfologicznych słonecznika oleistego — *Share of environmental and agronomic factors (%) in formation of variation selected morphological characters of oilseed sunflower*

Charakterystyki <i>Characters</i>	Czynniki doświadczenia — <i>Experimental factors</i>					
	środowisko <i>environment</i>	nawożenie <i>fertilization</i>	zagęszczenie <i>plant density</i>	odmiana <i>cultivar</i>	interakcje <i>interaction</i>	czynniki losowe <i>random factors</i>
Wysokość roślin (cm) w 5 stadiach ich rozwoju — <i>Plant height (cm) at 5 developmental stages</i>						
Gwiazdka — <i>Star stage</i>	42,8	<0,1	1,7	18,2	2,7	34,6
Pąkowanie — <i>Budding</i>	39,9	<0,1	9,7	18,1	4,8	27,3
Początek kwitnienia <i>Beginning of flowering</i>	32,5	<0,1	9,4	38,9	3,4	15,8
Koniec kwitnienia <i>End of flowering</i>	28,6	0,1	7,3	50,3	3,6	10,2
Początek dojrzewania <i>Beginning of ripening</i>	25,6	<0,1	8,0	52,4	3,4	10,6
Charakterystyka łodyg — <i>Stem character</i>						
Wysokość końcowa <i>Plant last height</i>	26,2	0,1	7,3	52,0	3,2	11,2
Średnica u podstawy <i>Foot diameter</i>	14,1	0,7	17,9	18,3	5,1	43,9
Średnica pod koszyczkiem <i>Top diameter</i>	0,4	0,4	24,0	6,8	5,2	63,2
Zbieżność łodyg <i>Foot to top ratio</i>	10,8	<0,1	2,2	15,9	4,4	66,6
Ulistnienie — <i>No of leaves</i>	11,0	0,1	0,2	41,7	4,2	42,8
Długość międzywęźli <i>Length of internodes</i>	16,0	<0,1	0,5	0,4	5,1	77,5
Liście środkowe — <i>Leaves of middle stem</i>						
Długość blaszki — <i>Leaf length</i>	1,5	1,4	21,8	0,3	4,4	70,6
Szerokość blaszki — <i>Leaf width</i>	1,0	1,2	24,0	2,0	5,6	66,2
Wskaźnik powierzchni <i>Surface area index</i>	1,9	1,3	26,3	0,2	5,5	64,8
Wskaźnik kształtu <i>Shape index</i>	1,4	<0,1	1,8	10,2	5,8	80,7
Długość ogonków <i>Petiole length</i>	16,8	<0,1	0,4	26,7	5,5	50,5
Charakterystyka koszyczków — <i>Head character</i>						
Powierzchnia całkowita <i>Total surface</i>	3,1	0,1	29,2	0,6	7,1	59,9
Powierzchnia części płonnej <i>Sterile surface</i>	2,7	<0,1	0,6	17,7	6,0	73,0
Udział części płonnej <i>Share of sterile surface</i>	3,7	<0,1	3,0	17,6	6,7	69,0
Stopień pochylenia <i>Attitude degree</i>	3,0	<0,1	0,5	16,3	5,8	74,4

Tabela 3

Wysokość słonecznika w różnych terminach pomiarów w zależności od poziomu analizowanych czynników — *Sunflower height in different measurement time depending on the level of analysed factors*

Czynniki doświadczenia <i>Experimental factors</i>	Wysokość roślin — <i>Plant height [cm]</i>				
	7–11.06	21–25.06	5–9.07	19–22.07	2–6.08
<i>Lata — Years</i>					
1997	19,8	62,4	132,9	162,9	162,0
1998	26,8	75,3	125,5	138,2	137,0
1999	32,1	87,1	156,1	182,8	179,7
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,38	0,71	0,77	0,92	0,96
<i>Nawożenie [kg/ha] — Fertilization</i>					
60	26,4	75,2	138,4	162,1	159,4
120	26,1	74,7	138,0	160,4	159,7
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	–	–	–	0,75	–
<i>Zagęszczenie [tys. szt./ha] — Plant density</i>					
50	25,2	68,8	128,8	149,0	146,5
75	26,1	75,1	139,9	163,5	162,0
100	27,6	81,0	145,8	171,2	170,1
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,38	0,71	0,77	0,92	0,96

Tabela 4

Charakterystyka łodyg w zależności od poziomu analizowanych czynników
Stem character depending on the level of analysed factors

Czynniki doświadczenia <i>Experimental factors</i>	Długość całkowita <i>Total length [cm]</i>	Średnica u podstawy <i>Foot diameter [mm]</i>	Średnica pod koszyczkiem <i>Top diameter [mm]</i>	Zbieżność (wskaźnik) <i>Ratio foot to top diameter</i>	Ulistnienie <i>Leaves number [szt.]</i>
<i>Lata — Years</i>					
1997	163,1	25,8	13,8	1,95	22,8
1998	135,1	21,7	13,8	1,63	25,2
1999	177,8	24,6	13,4	1,93	24,8
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,85	0,32	0,27	0,038	0,21
<i>Nawożenie [kg/ha] — Fertilization</i>					
60	159,5	23,7	13,4	1,84	24,4
120	157,8	24,4	13,9	1,82	24,2
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,70	0,26	0,22	–	0,17
<i>Zagęszczenie [tys. szt./ha] — Plant density</i>					
50	146,3	26,5	15,7	1,74	24,5
75	160,9	24,0	13,4	1,86	24,1
100	168,8	21,7	11,9	1,90	24,2
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,85	0,32	0,27	0,038	0,21

liście osiągnęły największe wymiary, a najmniejsze były w suchym 1999 roku. Najkrótsze ogonki liściowe oraz najmniejszy wskaźnik kształtu blaszki zaobserwowano w drugim roku badań (tab. 5).

Tabela 5

Charakterystyka środkowych liści w zależności od poziomu analizowanych czynników
Character of central leaves depending on the level of analysed factors

Czynniki doświadczenia <i>Experimental factors</i>	Długość blaszki <i>Blade length</i> [cm]	Szerokość blaszki <i>Blade width</i> [cm]	Wskaźnik powierzchni <i>Surface index</i> [cm ²]	Wskaźnik kształtu <i>Shape index</i>	Długość ogonków <i>Petiole length</i> [cm]
<i>Lata — Years</i>					
1997	23,6	24,9	609,4	0,96	15,4
1998	22,7	24,4	565,0	0,94	12,3
1999	22,6	23,8	549,2	0,96	15,3
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,26	0,30	12,38	0,008	0,22
<i>Nawożenie [kg/ha] — Fertilization</i>					
60	22,5	23,9	553,1	0,95	14,4
120	23,4	24,9	596,0	0,95	14,4
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,21	0,24	10,11	—	—
<i>Zagęszczenie [tys. szt./ha] — Plant density</i>					
50	25,2	27,1	696,7	0,94	14,5
75	22,9	24,2	564,2	0,95	14,6
100	20,9	21,8	462,7	0,97	14,1
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,26	0,30	12,38	0,008	0,22

Spośród 4 kontrolowanych czynników doświadczenia powierzchnia całego kwiatostanu zmieniała się najsilniej pod wpływem zagęszczenia roślin. Na wielkość i udział części płonnej w koszycku wyraźnie oddziaływały odmiany, które różnicowały również stopień pochylenia kwiatostanów. Natomiast nawożenie azotowe nie miało praktycznie wpływu na żadną z badanych cech koszycków, a wpływ warunków środowiskowych był słaby (tab. 2). Warunki glebowe i pogodowe najkorzystniej wpłynęły na wielkość kwiatostanów w roku 1997. Natomiast dwa lata później organy te były najmniejsze. Niestety także w roku 1997 odnotowano największą powierzchnię części płonnej i jej udział w powierzchni całego koszycku. Obie te cechy były najmniejsze rok później. Kwiatostany cechowały się najmniejszym pochyleniem w roku 1998, a największym w następnym sezonie wegetacyjnym. Zwiększenie zagęszczenia roślin na poletku powodowało zmniejszenie powierzchni koszycku i jego części płonnej, natomiast wzrastał procentowy jego udział. Na stopień pochylenia kwiatostanu cecha ta nie wpływała w sposób jednoznaczny (tab. 6).

Tabela 6

Charakterystyka koszyczków w zależności od poziomu analizowanych czynników
Plant capitulum character depending on the level of analysed factors

Czynniki doświadczenia <i>Experimental factors</i>	Powierzchnia całkowita <i>Total surface</i> [cm ²]	Powierzchnia części płożnej <i>Barren part surface</i> [cm ²]	Udział części płożnej <i>Barren part share</i> [%]	Stopień pochylenia <i>Attitude degree</i> [1–6]
<i>Lata — Years</i>				
1997	232,7	19,4	9,77	4,13
1998	228,4	13,8	6,46	3,97
1999	201,3	16,1	8,92	4,22
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	6,45	1,25	0,632	0,054
<i>Nawożenie [kg/ha] — Fertilization</i>				
60	218,8	16,5	8,50	4,11
120	222,8	16,4	8,27	4,10
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	—	—	—	—
<i>Zagęszczenie [tys. szt./ha] — Plant density</i>				
50	275,5	17,3	6,67	4,05
75	216,5	17,1	8,81	4,16
100	170,4	14,9	9,67	4,11
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	6,45	1,25	0,632	0,054

Dyskusja

Zależność między latami obserwacji i miejscem prowadzenia doświadczeń a długością pędów, średnicą łodygi i liczbą liści podobnie jak w doświadczeniu własnym obserwowali Derco i Vrtalik (1975) oraz Liang Guo-Zhen (1988). Ten ostatni zauważył ponadto, że zmieniała się wtedy również wielkość kwiatostanu. Także Todorow i in. (1987) oraz Pirani (1981) odnotowali wpływ miejsca prowadzenia badań na wysokość roślin. Salera i Baldini (1998a) zauważyli, że środowisko w istotny sposób kształtowało tę cechę oraz wskaźnik powierzchni liścia. Natomiast Tanimu i in. (1988) wykazali, że warunki siedliskowe nie wpływały na nie. W innej swej pracy Salera i Baldini (1998b) oraz Cadeac (1988) odnotowali, że środowisko w znaczący sposób kształtowało średnicę kwiatostanu i jego części płożnej. Maruthi i in. (1998) oceniając powierzchnię wszystkich liści na roślinie, stwierdzili, że zmieniała się ona w zależności od lat prowadzenia doświadczeń i fazy rozwoju. Goyne i Hammer (1982) wykazali, że długość dnia i temperatura kształtowały liczbę liści i długość łodyg. Granier i Tardieu (2000) zauważyli, że na wielkość liści wpływają warunki termiczne, ilość dostępnej wody w glebie oraz

promieniowanie świetlne. Krausko i Krauskova (1995) stwierdzili, że rozmiar kwiatostanów był kształtowany przez warunki środowiskowe, w szczególności przebieg pogody. Jaimand i Rezaee (1996) zauważyli, że słoneczniki reagowały na brak opadów i wysokie temperatury, ograniczając wymiary tej cechy, a także swoją wysokość (Kotowska 1987 oraz Georgiew i in. 1990b). Natomiast Sadras i in. (1993) zaobserwowali, że deficyt wodny nie wpływał na wielkość koszyczków.

Toboła i in. (1991) wykazali, że najniższy słonecznik Wielkopolski wyrósł przy gęstości siewu 50 tys./ha. Ponadto zaobserwowali oni taki sam wpływ tego czynnika na zwiększenie się wartości większości wyżej wymienionych cech pędów, co potwierdzili także Goksoy i in. (1998) oraz Chalermponne-Sampet i in. (1988). Do takich samych wniosków dotyczących długości łodyg doszli Miller i in. (1984) uzupełniając, że w warunkach suszy wielkość ta ulegała zmniejszeniu, Ahmad i Quresh (2000), którzy poza tym zauważyli, że różnice te ujawniały się dopiero przy pełni kwitnienia i dojrzewaniu oraz Robinson i in. (1980). Ci ostatni autorzy dostrzegli także wpływ wzrostu zagęszczenia roślin na zmniejszenie się średnicy koszyczka. Potwierdziły to także wykonane doświadczenia własne oraz innych autorów (Thompson i Fenton 1979, Majid i Schneiter 1987, Chalermponne-Sampet i in. 1988, Goksoy i in. 1998, Toboła i in. 1991, Ahmad i Quresh 2000). Radenovic (1983) stwierdził, że przy małym zagęszczeniu (31 tys./ha) większe wymiary osiągała średnica pędu, a liczba liści nie była bezpośrednio skorelowana z gęstością siewu, natomiast średnica kwiatostanu była wtedy największa, ale najmniejsze wymiary osiągała przy obsadzie około 50 tys./ha, a nie najwyższej gęstości, wynoszącej 67 tys./ha. Ponadto zaobserwował on podobny wpływ tego czynnika na wysokość łodyg. Również Ionescu i Draghicioiu (1989) zauważyli, że średnica u podstawy pędu i średnica koszyczka były największe przy najmniejszej gęstości, lecz według nich wysokość roślin najsłabiej reagowała na takie zmiany. To potwierdzili także Hussein i in. (1980) oraz Wantana-Waratanakun (1984), który jednocześnie zaobserwował, że wielkość kwiatostanu nie wykazywała istotnych różnic przy zmiennym zagęszczeniu. Według badań Rebancoś'a i in. (1989) wysokość roślin i wskaźnik powierzchni liści były pozytywnie skorelowane z gęstością siewu, a średnica koszyczka negatywnie. Jedynie Tenebe i in. (1996) zauważyli, że ze wzrostem zagęszczenia malała wysokość roślin. Terbea i Stoenescu (1984) oraz Kovacevic (1988) analizowali oddziaływanie gęstości siewu na efektywną powierzchnię liści. Doszli do wniosku, podobnego jak w badaniach własnych, że im było ono większe tym malała ich wielkość. Karami (1980) zauważył, że zwiększenie liczby niełupiek w gnieździe powodowało wzrost wysokości roślin i spadek wymiarów koszyczka. W innej pracy ten autor (Karami 1977) stwierdził, że długość pędów zmniejszała się wraz z wydłużeniem interwałów nawadniania i zmniejszeniem gęstości siewu, a średnica koszyczka wtedy malała. Inni autorzy (Ortegon i Diaz 1997, Lukacs i Hargitay 1991) zauważyli, że wzrost zagęszczenia powodował zmniejszenie się średnicy łodygi, lecz powięk-

szenie powierzchni koszyczka. Ci drudzy autorzy badali też liczbę liści, na którą nie oddziaływało zwiększenie tego czynnika. Jednakże ich powierzchnia asymilacyjna ulegała wtedy redukcji. Potwierdzili to Dusanic i Crnobarac (1995) oraz Dusanic i in. (1999) dodając, że wzrósł wówczas wskaźnik ich powierzchni. Miller i Roath (1982) badali wpływ wielkości strat słończników w różnych fazach rozwoju na średnicę koszyczka. Ubytek roślin w łanie powodował jej wzrost. Terbea i Stoenescu (1984) zaobserwowali, że im było większe zagęszczenie roślin, tym wzrastała powierzchnia części płonnej, lecz w badaniach własnych wyciągnięto wniosek przeciwny.

Toboła i in. (1993) zauważyli, że podanie dawki azotu w wysokości 60 kg/ha wpłynęło na zmniejszenie wysokości roślin, a jej zwiększenie nie wywoływało zmian średnicy koszyczka. Natomiast Muśnicki i in. (1980) zaobserwowali, że wzrost poziomu tego nawożenia, w zależności od rodzaju gleby, wywoływał zwiększenie długości pędów i średnicy koszyczka, albo utrzymywały się one na stałym poziomie. Podanie nawozu azotowego powodowało wzrost średnicy łodyg u swej podstawy (Hussein i in. 1980, Cadeac 1988), co potwierdziły też badania własne. Zauważyli to też Toboła i in. (1996), lecz nie stwierdzili oni korelacji między wzrostem poziomu nawożenia a wysokością roślin i rozmiarem kwiatostanu. Do takich samych wniosków dotyczących koszyczka doszli Lozanovic i Stanojevic (1988). Cadeac (1988) zauważył, że wzrost dawki azotu powodował zmniejszenie się średnicy koszyczka, Kamel i in. (1980) oraz Akhtar i in. (1992) odnotowali skutek odwrotny. Ci ostatni autorzy spostrzegli, że zwiększały się wtedy całkowita powierzchnia liści (największe wymiary osiągnęła ona w ósmym tygodniu po siewie) i długość pędów, co zaobserwowali również Tenebe i in. (1996) oraz Karami (1980), który zauważył także, że wzrost dawki azotu z 0 do 50 kg/ha spowodował powiększenie rozmiaru średnicy koszyczka. Hefni i in. (1985) stwierdzili, że użycie nawozów azotowych i fosforowych też zwiększało tę cechę. Podobnie oddziaływało nawożenie NPK i wapnowanie (Kadar i Vass 1988). Singh i in. (1987) stwierdzili, że wysokość roślin i średnica łodygi wzrastały liniowo, lecz podobnie jak w badaniach własnych, nie miało to wpływu na liczbę liści. Według Ayub'a i in. (1998) te trzy cechy były najwyższe przy bardzo wysokich dawkach azotu. Lozanovic i Stanojevic (1988) nie stwierdzili interakcji nawożenia z długością pędów. Steer i Hocking (1983) zaobserwowali, że przy niskim zaopatrzeniu w azot rozwój liści nie zmieniał się, ale spadała szybkość ich tworzenia się. Końcowa liczba tych organów była mniejsza przy małych dawkach tego pierwiastka. Zmniejszenie udziału części płonnej Federowska (1972) osiągnęła poprzez zwiększenie dawki nawozów. W tej samej pracy autorka zauważyła, iż bardzo istotny był również kształt koszyczka, gdyż wpływał on na wykształcenie owoców. Jeśli słończnik charakteryzował się lekko wypukłym kwiatostanem, to więcej pełnych niełupek zawiązało się w jego części centralnej.

Hussein i in. (1980) oraz Samui i Ghosh (1988) zauważyli, że obniżenie gęstości i wzrost dawki azotu powodowało powiększenie średnicy koszyczka. Zwiększenie ilości tego pierwiastka w jednym roku badań powodowało spadek powierzchni części płonnej, a w następnym sezonie obszar ten powiększył się. Interakcja między gęstością roślin a poziomem nawożenia azotowego wykazała, że największe kwiatostany uzyskano w kombinacji najniższego zagęszczenia z najniższą bądź najwyższą dawką azotu.

Wnioski

1. Pomierzone cechy morfologiczne łodyg, liści i koszyczków zmieniały się bardzo silnie pod wpływem czynników losowych uwarunkowanych zmiennością osobniczą słoneczników rosnących na polu doświadczalnym.
2. Spośród badanych czynników największy wpływ na wysokość łodyg miał genotyp zbiorowiska roślin, zwłaszcza w późniejszych stadiach ich rozwoju, przy malejącym udziale warunków środowiska, a także zmienności osobniczej.
3. Wyraźny był wpływ czynnika odmianowego w kształtowaniu, oprócz wysokości roślin, także obfitości ich ulistnienia, długości ogonków liściowych, wielkości części płonnej w koszyczku i zbieżności łodyg u roślin dojrzewających.
4. Spośród dwóch podstawowych czynników agrotechniki na cechy morfologiczne roślin w małym stopniu wpływało nawożenie azotowe, a w znacznie większym zagęszczenie roślin, zwłaszcza przy porównaniu grubości łodyg, wielkości liści i powierzchni koszyczka.
5. Spośród zmieniających się czynników siedliskowych, na większość obserwowanych cech morfologicznych silniej oddziaływał typ gleby niż warunki pogodowe w latach doświadczeń.

Conclusion

1. Measured morphological traits of stems, leaves and heads changed very strongly under random factors influence which were conditioned by individual variability of plants growing on experimental field.
2. Among studied environmental-agronomic factors the greatest influence on stem height had the genotype of plant population, especially at later developmental stages, at decreasing share of environmental conditions and individual variability.
3. Variety factor was additionally distinct in formation of foliage abundance, length of leaf stalk, dimension of sterile part in head and ratio top to foot stem diameter of maturing plants.

4. Among two basic agronomic factors, morphological traits were changed by nitrogen fertilization in small degree whereas the influence of plant density was greater, especially in comparison of foot stem diameter, leaf size and head surface.
5. Observed morphological features were changed more by soil type than by weather conditions in the years of study.

Literatura

- Ahmad G., Quresh Z. 2000. Plant population of sunflower under different planting dates. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 3 (11): 1820-1821.
- 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.
- 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. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 1 (4): 348-350.
- 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.
- Chalermpon-Sampet, Songchao-Insomphun, Anand-Isarasenee 1988. Crop physiological studies on growth and yields of hybrid sunflower. *J. Agric.*, 4 (1): 19-29.
- Derco M., Vrtalik A. 1975. Studium vhodnosti odrod a hybridov slnecnice olejnjatej. *Rostl. Vyroba*, 21 (9): 1013-1020.
- Dusanic N., Crnobarac J. 1995. Uticaj gustine biljaka u usevu suncokreta na razvoj lisne površine i prinosa zrna. W: Beric B. – red. 36 Savetovanje Proizvodnja i Prerada Uljarica, Budva. *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: Turkulov J. – red. 40 Savetovanje Proizvodnja i Prerada Uljarica. *Zb. Rad.*, Novi Sad, Yugoslavia: 291-296.
- Fabry A. – red. 1992. Olejniny. Ministerstvo Zemedelstvi CR, Praha.
- Federowska B. 1972. Wplyw stopnia dojrzalosci slonecznika oleistego na wlasciwosci techniczne i technologiczne nielupek. Czesc II. *Hod. Rośl. Aklim. Nasienn.*, 16 (1): 21-35.
- Georgiew S., Zdravkova I., Tanew T., Wasilewa K. 1990b. Izpitwane na njakoi sortowe i chibridi slynczogled. *Rasteniew. Nauki*, 27 (10): 29-33.
- 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.
- 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.
- Hefni S.H.M., Shokr E., El-Ahmar B.A., El-Deepah H.R.A., El-Emam M. A. 1985. Effect of P and N fertilizers on yield and its components of sunflower under Noubaria conditions (Egypt). *Zagazig J. Agric. Res.*, 12 (1): 157-182.
- Horodyski A., Mušnicki Cz. 1985. Problemy związane z wprowadzeniem slonecznika oleistego do uprawy w Polsce w swietle wynikow doświadczeń. *Nowe Roln.*, 11-12: 4-6.

- 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- u. Pflanzenb., 149 (2): 148-156.
- 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.
- Jaimand K., Rezaee M.B. 1996. Variability in seed composition due to plant population and capitula zones of sunflower. Agrochimica, 40 (1): 48-54.
- Kadar I., Vass E. 1988. Fertilizing and liming sunflower on acid sandy soil. Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia: 242-246.
- Kamel M.S., Shabana R., Kandil-Ahmed A., El-Mohandes S.I. 1980. Response of an exotic hybrid and a local sunflower cultivar to N application under irrigation in Egypt. Z. Acker- u. Pflanzenb., 149 (2): 227-234.
- Karami E. 1977. Effect of irrigation and plant population on yield and yield components of sunflower. Indian J. Agric. Sci., 47 (1): 15-17.
- Karami E. 1980. Effect of nitrogen rate and the density of plant population on yield and yield components of sunflower. Indian J. Agric. Sci., 50 (9): 666-670.
- Kotowska N. 1987. Prouczwane na njakoi sortowe i chibridi slynczogled w centralna sewerna Bylgarija. Rasteniew. Nauki, 24 (8): 65-68.
- Kovacevic M. 1988. 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. Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia: 395.
- Krausko A., Krauskova T. 1995. Analiza hybridov slnecnice z hladiska niektorych urodotvornych prvkov. Acta Fytotech., 51: 41-48.
- Liang Guo-Zhen 1988. Confectionery sunflower in China and agronomic characters of main cultivar. Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia: 337-341.
- Lozanovic M., Stanojevic D. 1988. Effet of increasing nitrogen doses on important quantitative, biological, and morphological traits of sunflower. Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia: 274-275.
- Lukacs P., Hargitay L. 1991. A tosurites hatasa a napraforgonal. Olaj, Szappan, Kozmetika, 40 (1): 1-5.
- Majid H.R., Schneiter A.A. 1987. Yield and quality of semidwarf and standard-height sunflower hybrids grown at five plant populations. Agron. J., 79 (4): 681-684.
- Maruthi V., Subba R.G., Vanaja M. 1998. Evaluation of sunflower genotypes under late sown rainfed conditions. Helia, 21 (28): 97-106.
- Miller B.C., Oplinger E.S., Rand R., Peters J., Weis G. 1984. Effect of Planting date and plant population on sunflower performance. Agron. J., 76 (4): 511-515.
- Miller J.F., Roath W.W. 1982. Compensatory response of sunflower to stand reduction applied at different plant growth stages. Agron. J., 74 (1): 119-121.
- Muśnicki Cz. 1999. Rośliny oleiste. W: Jasińska Z., Kotecki A. – red. Szczegółowa uprawa roślin, WAR, Wrocław: 363-493.
- Muśnicki Cz., Dembińska H., Gruszczyński S. 1980. Reagowanie słonecznika oleistego na wzrastające dawki nawozów azotowych. Roczn. AR Poznań 118: 63-73.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. Rośliny Oleiste, XVIII (2): 269-278.
- 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.

- 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.
- Pustowojt W. S. – red. 1975. Podsołniecznik. Kolos, Moskwa.
- Radenovic B. 1983. Uticaj sklopa biljaka na morfoloske i biosloske osobine suncokreta N-S-H-26 RM u agroekoloskim uslovima Kosova. Poljopriv. Znan. Smotra, 61: 197-213.
- Radomski Cz. 1987. Agrometeorologia. PWN, Warszawa.
- 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. Philippine J. Crop Sci., 14 (1): 14.
- Robinson R.G., Ford J.H., Lueschen W.E., Rabas D.L., Smith L.J., Warnes D.D., Wiersma J.V. 1980. Response of sunflower to plant population. Agron. J., 72 (6): 869-871.
- Sadras V.O., Connor D.J., Whitefield D.M. 1993. Yield, yield components and source-sink relationships in water-stressed sunflower. Field Crops Res., 31 (1-2): 27-39.
- Salera E., Baldini M. 1998a. Performance of high and low oleic acid hybrids of sunflower under different environmental conditions. Note I. Helia, 21 (28): 41-54.
- Salera E., Baldini M. 1998b. Performance of high and low oleic acid hybrids of sunflower under different environmental conditions. Note II. Helia, 21 (28): 55-68.
- Samui R.C., Ghosh A. 1988. Effect of nitrogen, phosphorus and plant population on sunflower and subsequent residual effect on mung and rice crops. Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia: 277-283.
- 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.
- 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.
- Tanimu B., Ado S.G., Kaigama B.K. 1988. Agronomic performance and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the Nigerian savanna. Proc. 12 Int. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia: 356-360.
- 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., Stoenuescu F. 1984. Variatia elementelor de productivitate la floarea-soarelui cultivata la diferite densitati. Probl. Agrofitoteh. Teor. Apl., 6 (2): 171-179.
- Thompson J.A., Fenton I.G. 1979. Influence of plant population on yield and yield components of irrigated sunflower in southern New South Wales. Aust. J. Exper. Agric. Anim. Husb., 19 (100): 570-574.
- 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.
- Toboła P., Muśnicki Cz., Jodłowski M. 1993. Wpływ różnych sposobów nawożenia na plonowanie słonecznika Wielkopolski. Post. Nauk Roln., 6: 127-133.
- Toboła P., Muśnicki Cz., Muśnicka B. 1996. Reakcja dwóch odmian słonecznika oleistego o zróżnicowanym genotypie na nawożenie azotem. Rośliny Oleiste, XVII (2): 423-428.
- Todorow T.C., Dakowa D., Wylkanow V.C., Dimitrow S. 1987. Prouczwane na njakoi sortowe i chibridi slynczogled v uslovijata na seweroiztozna Bylgarija. Rasteniew. Nauki, 24 (8): 69-72.
- Wantana-Waratanakun 1984. An investigation on plant spacing of sunflower. Kasetsart Univ., Bangkok, Thailand.