

BARBARA SAWICKAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Efekty stosowania herbicydów w uprawie *Helianthus tuberosus* L. Część II. Plon i struktura nadziemnych części roślin

The effects of application of herbicides in *Helianthus tuberosus* L. cultivation Part II. Yield and structure of aboveground parts of plants

Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym, przeprowadzonym w latach 1996–1998 na glebie o składzie piasku gliniastego lekkiego o kwaśnym odczynie, założonym metodą losowanych podbloków. Czynnikiem doświadczenia były trzy odmiany słonecznika bulwiastego (Biała Kulista IHAR, Czerwona Kulista IHAR, Swojecka Czerwona,) oraz 5 sposobów pielęgnacji (Linurex 50 WP w dawce 2,0 kg·ha⁻¹; Afalon 50 WP + Bładex 50 WP w ilości 1,5 l + 1,5 kg·ha⁻¹; Azogard 50 WP w dawce 3 kg·ha⁻¹; Afalon 50 WP + Command 480 EC w ilości 1 l + 0,2 l·ha⁻¹; obiekt kontrolny z pielęgnacją mechaniczną) na tle jednakowego nawożenia azotem, fosforem i potasem (100 kg N, 120 kg P₂O₅ i 180 kg K₂O·ha⁻¹) i 250 dt·ha⁻¹ obornika. Badane odmiany odmiennie reagowały na herbicydy. Dla odmian Biała Kulista IHAR i Czerwona Kulista IHAR najbardziej korzystną, ze względu na plon zielonej masy, była mieszanina herbicydów Afalon 50 WP + Bładex 50 WP, a dla plonu bulw — herbicyd Linurex 50 WP. Dla odmiany Swojecka Czerwona najlepszym herbicydem, z uwagi na plon zielonej masy, był Azogard 50 WP, zaś ze względu na plon bulw — mieszanina Afalon 50 WP + Bładex 50 WP.

Słowa kluczowe: herbicydy, odmiany, słonecznik bulwiasty, plon, struktura plonu

The experiment was carried out in 1996–1998 on the soil of light loamy sand type and acidic reaction by the method of randomized sub-blocks. Three varieties (Biała Kulista IHAR, Czerwona Kulista IHAR, Swojecka Czerwona) and five weeds control methods (sprays with: Linurex 50 WP dosed 2.0 kg·ha⁻¹; mixture of Afalon 50 WP + Bładex 50 WP dosed 1.5 l + 1.5 kg·ha⁻¹, respectively, Azogard 50 WP dosed 3 kg·ha⁻¹, mixture of Afalon 50 WP + Command 480 EC dosed 1 l + 0.2 l·ha⁻¹, respectively; mechanical tillage without herbicides as the control object) were the factors of the experiment. Soil was fertilized with 100 kg N, 120 kg P₂O₅ and 180 kg K₂O and 250 dt·ha⁻¹ of manure. The mixture of Afalon 50 WP and Bładex 50 WP was most effective but the Linurex 50 WP was the best herbicide limiting weed mass. The cultivars differently reacted to the herbicides. For the cultivars Biała Kulista IHAR and Czerwona Kulista IHAR mixture Afalon 50 WP + Bładex 50 WP was most effective for the yield of green matter and herbicide Linurex 50 WP — for the yield of tubers. For the

cultivar Swojecka Czerwona Azogard 50 WP was the best herbicide for the yield of green matter and mixture of Afalon 50 WP + Bladex 50 WP — for the yield of tubers.

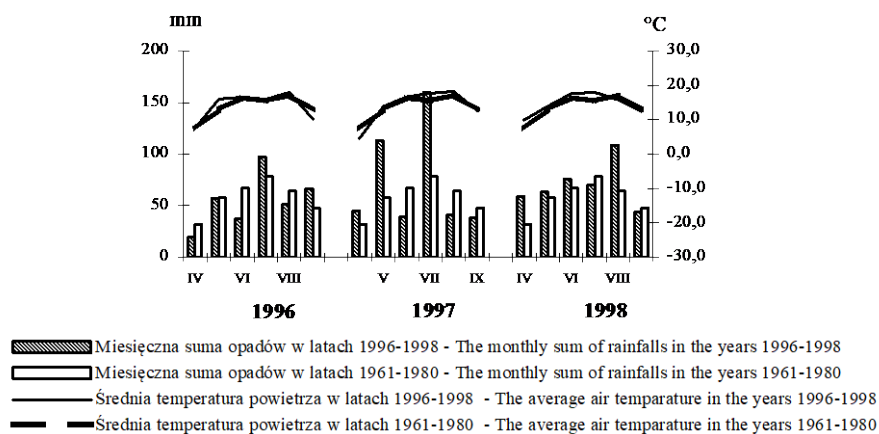
Key words: cultivars, herbicides, Jerusalem artichoke, structure of yield, yield

WSTĘP

Słonecznik bulwiasty *Helianthus tuberosus* L. zwany również bulwą lub topinamburem uważany jest za cenną roślinę o dużym potencjale produkcyjnym i wszechstronnym użytkowaniu. W ostatnich latach ponownie wzrasta zainteresowanie tym gatunkiem, co wynika z różnorodnego wykorzystywania bulw w żywieniu zwierząt i ludzi, jak też z zastosowania w przetwórstwie spożywczym oraz farmaceutycznym (Barta i in., 1991; Hag i Oftener, 1992; Szebiotko i in., 1995; Sawicka, 1998; Chrapkowska i in., 1995; Góral, 1997; 2000; Baraniak i Mróz, 2000; Cieślak i Filipiak-Florkiewicz, 2000). Z rolniczego punktu widzenia ważne jest przede wszystkim paszowe zastosowanie słonecznika bulwiastego. *Helianthus tuberosus* może być rośliną konkurencyjną dla innych roślin pastewnych, takich jak: ziemniak, buraki pastewne, mieszanki zbożowe (Sawicka, 1998 b). Na paszę mogą być wykorzystywane zarówno bulwy, jak i masa zielona *Helianthus tuberosus* w postaci świeżej lub kiszzonej (Tabin, 1961; Peters i Soltner, 1998; Hag i Oftener, 1992; Góral, 1997; Sawicka, 1998). Liście tego gatunku stanowią około 30% masy rośliny i zawierają praktycznie całą ilość karotenów (prowitaminy A) i witaminę C, stąd też stanowią one bardzo dobry komponent do produkcji koncentratów paszowych, w tym koncentratów białkowo-witaminowych (Chrapkowska i in. 1995; Baraniak i Mróz, 2000). Słonecznik bulwiasty należy, obok kukurydzy, buraka i niektórych traw, do roślin mających największy potencjał plonowania w naszej strefie klimatycznej. Kostaric i wsp. (1984) oceniając plony 36 odmian i rodów słonecznika bulwiastego, z różnych krajów, wykazali, że plony bulw mogą się wahać od 60 do 760 dt·ha⁻¹, a plony zielonej masy mogą być nawet dwukrotnie wyższe, zaś potencjalne plony biomasy tego gatunku ocenia się na 2000 dt·ha⁻¹. W Europie Zachodniej plony bulw *Helianthus tuberosus* kształtują się w granicach od 300 do 500 dt, zaś plony zielonej masy — 500-700 dt·ha⁻¹ (Peters i Soltner, 1988; Barta i in. 1991). W polskich warunkach klimatycznych uzyskiwano dotychczas plony bulw w zakresie od 170 do 340 dt, zaś zielonej masy — 120–360 dt·ha⁻¹ (Sienkiewicz, 1960; Tabin, 1961; Rudnicki i Jaskulski, 1993; Gutmański i Pikulik, 1994; Góral, 1998; Sawicka, 1998). Natomiast w badaniach genotypów słonecznika bulwiastego plony zielonej masy najlepszego klonu dochodzą do 757 dt, a bulw do 342 dt·ha⁻¹ (Góral, 1997). Zastosowanie herbicydów na plantacjach słonecznika bulwiastego ogranicza szkodliwe oddziaływanie chwastów, zwłaszcza w pierwszym okresie tuż po sadzeniu (Rudnicki i Jaskulski, 1993; Sawicka, 2000). Mało poznane jest jednak oddziaływanie tych związków na plon zielonej masy i bulw *Helianthus tuberosus* oraz na strukturę ich biomasy. Stosowanie herbicydów triazynowych, mocznikowych oraz z innych grup w uprawie tego gatunku może przyczynić się nie tylko do ograniczenia zachwaszczenia lecz również do modyfikacji rozwoju roślin, a w konsekwencji zmiany wartości paszy, stąd też określenie wpływu chemicznej ochrony przed chwastami na plon zielonej masy i bulw oraz ich strukturę jest obecnie ważnym zagadnieniem.

MATERIAŁ I METODY

Analizę oparto na wynikach doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1996–1998 w polowej stacji doświadczalnej w Parczewie na glebie o składzie piasku gliniastego lekkiego i lekko kwaśnym odczynie. Eksperyment wykonano metodą losowych podbloków w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany słonecznika bulwiastego: Biała Kulista IHAR, Czerwona Kulista IHAR, Swojecka Czerwona; czynnik II rzędu stanowiły sposoby pielęgnacji: (A) Linurex 50 WP w dawce $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; (B) Afalon 50 WP + Bładex 50 WP w ilości $1,5 \text{ l} + 1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; (C) Azogard 50 WP w dawce $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; (D) Afalon 50 WP + Command 480 EC w ilości $1 \text{ l} + 0,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$; (E) obiekt kontrolny z pielęgnacją mechaniczną. Nawożenie mineralne (100 kg N , $100 \text{ kg P}_2\text{O}_5$, $150 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$) i organiczne ($250 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$) było na stałym poziomie. Warunki prowadzenia doświadczenia i charakterystykę badanych regulatorów wzrostu podano w I części pracy (Sawicka, 2000).



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji *Helianthus tuberosus* w latach 1996–1998 wg IMGW we Włodawie

Fig. 1. Rainfalls and air temperature during *Helianthus tuberosus* vegetation period in the years 1996–1998, according to IMGW at Włodawa

Zbiór części nadziemnych wykonano w 20 września, a bulw 10 października. W czasie zbioru określono plon zielonej masy i jego strukturę oraz oznaczono plon bulw. Na podstawie plonu spod 10 roślin wyliczono: masę łodyg i liści na roślinie; liczbę liści na roślinie i masę jednego liścia; procentowy udział łodyg i liści w plonie; liczbę i masę bulw z jednej rośliny oraz średnią masę bulwy. Wyniki badań opracowano statystycznie wykonując analizy wariancji badanych cech. Istotność źródeł zmienności sprawdzano

testem „F” Fishera-Snedecora. Istotność różnic oceniano testem Tukeya (Domaradzki i in., 2001).

Przebieg warunków meteorologicznych w latach badań był zmienny, co ilustruje rysunek 1.

WYNIKI BADAŃ

Biologiczna reakcja roślin słonecznika bulwiastego na herbicydy

Słonecznik bulwiasty charakteryzuje się dużą zmiennością plonowania poszczególnych roślin, a nawet poszczególnych pędów, stąd też w pracy przeanalizowano zależności między czynnikami eksperymentu a masą łodyg i liści oraz ich liczbą, a także masą bulw i ich liczbą z jednej rośliny (tab. 1–2, 5–10).

Tabela 1

Wpływ herbicydów i lat na świeżą masę łodyg i liści *Helianthus tuberosus* w przeliczeniu na roślinę
The influence of herbicides and years on the fresh matter of stems and leaves of *Helianthus tuberosus*, per plant

Herbicydy Herbicides	Świeża masa łodyg Fresh matter of stems (g)				Świeża masa liści Fresh matter of leaves (g)			
	lata years							
	1996	1997	1998	średnia mean	1996	1997	1998	średnia mean
A	82	219	241	181	41	56	66	54
B	138	296	236	223	63	71	64	66
C	119	262	243	208	40	73	61	58
D	128	200	239	189	52	58	60	57
E	79	247	208	178	36	53	62	50
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$ □	64		42		18		11	
Średnia Mean	109	245	233	196	47	62	62	57
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	28				7			

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bładex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0.05$

Świeża masa łodyg i liści słonecznika bulwiastego wynosiła 253 g na roślinę, w tym łodygi stanowiły 196 g, a liście — 57 g (tab. 1, 2). Największą masę, tak łodyg jak i liści z rośliny, uzyskano w obiektach z mieszaniną preparatów: Afalon 50 WP + Bładex 50 WP i była ona istotnie wyższa niż w obiekcie kontrolnym z pielęgnacją mechaniczną oraz w kombinacji z preparatem Linurex 50 WP. Reakcja roślin na herbicydy zastosowane w pielęgnacji była jednak uzależniona od warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. Użycie mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Bładex 50 WP, dawało najwyższą masę łodyg w latach 1996–1997, charakteryzujących się bardzo wilgotnym okresem tuż po zastosowaniu herbicydów. Największą masę liści w tym obiekcie uzyskano tylko w 1996 roku i była ona istotnie wyższa niż w kombinacji kontrolnej i w obiektach z udziałem herbicydu Linurex 50 WP i Azogard 50 WP. W 1997 roku, najbardziej obfitym w opady,

ale najmniej korzystnie rozłożonych w czasie wegetacji, najwyższą masę liści otrzymano w obiekcie z preparatem Azogard 50 WP i tylko nieznacznie niższą w kombinacji z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, w porównaniu z obiektem kontrolnym. W 1998 roku, charakteryzującym się ponadnormatywną ilością opadów prawie we wszystkich miesiącach ważnych dla wegetacji roślin, różnice w masie łodyg i liści słonecznika bulwiastego między poszczególnymi sposobami pielęgnacji okazały się nieistotne. Reakcja odmian na sposoby pielęgnacji tego gatunku okazała się zróżnicowana. Odmiana Biała Kulista IHAR największą masę liści, a Czerwona Kulista IHAR najwyższą masę zarówno łodyg, jak i liści uzyskały w obiektach ze stosowaniem mieszaniny preparatów: Afalon 50 WP + Bladex 50 WP. Uwarunkowania genetyczne decydowały o masie liści z jednej rośliny, zaś nie różnicowały masy łodyg. Największym ulistnieniem cechowała się odmiana Biała Kulista IHAR, najmniejszym zaś — Swojecka Czerwona. Niezależnie od czynników eksperymentu warunki meteorologiczne w latach badań decydowały o wartościach tych parametrów.

Tabela 2

Wpływ herbicydów i odmian na świeżą masę łodyg i liści *Helianthus tuberosus* w przeliczeniu na roślinę
The influence of herbicides and cultivars on the fresh matter of stems and leaves of *Helianthus tuberosus*, per plant

Herbicydy Herbicides	Świeża masa łodyg Fresh matter of stems (g)			Świeża masa liści Fresh matter of leaves (g)		
	odmiany cultivars					
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	193	167	183	64	49	50
B	245	255	170	78	70	50
C	199	198	227	63	53	58
D	196	194	177	61	59	51
E	187	174	173	58	46	47
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	64			18		
Średnia Mean	204	197	186	65	55	51
NIR — LSD $\alpha \leq 0.05$	n*				7	

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0,05$

W strukturze plonu części nadziemnych słonecznika bulwiastego łodygi stanowiły przeciętnie 76,2%, a liście 23,8% (tab. 3–4). Tylko w 1996 roku, o największym niedoborze opadów w okresie wegetacji, sposoby pielęgnacji oddziaływały na strukturę plonu zielonej masy roślin. Najkorzystniejszą strukturę plonu uzyskano w obiekcie z preparatem Linurex 50 WP. Zastosowanie tego herbicydu pozwoliło na uzyskanie delikatnej paszy o wysokim udziale liści, a małym łodyg. Najlepszą strukturą plonu części nadziemnych słonecznika bulwiastego, tj. największym udziałem liści, a najmniejszym łodyg, cechowała się odmiana Biała Kulista IHAR, zaś najmniej korzystną — Swojecka Czerwona.

Tabela 3

Wpływ herbicydów i lat na udział łodyg i liści *Helianthus tuberosus*
The influence of herbicides and years on the share of stems and leaves of *Helianthus tuberosus*

Herbicydy Herbicides	Udział łodyg Share of stems (%)				Udział liści Share of leaves (%)			
	lata years							
	1996	1997	1998	Średnia Mean	1996	1997	1998	Średnia Mean
A	66,2	80,2	78,7	75,0	33,8	19,8	21,3	25,0
B	68,7	81,2	78,6	76,2	31,3	18,8	21,4	23,8
C	74,4	78,0	80,1	77,5	25,6	22,0	19,9	22,5
D	71,0	78,2	80,0	76,4	29,0	21,8	20,0	23,6
E	68,7	82,3	77,0	76,0	31,3	17,7	23,0	24,0
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	8,2		n*		5,2		1,6	
Średnia Mean	69,8	80,0	78,9	76,2	30,2	20,0	21,1	23,8
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	2,5				1,6			

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0,05$

Tabela 4

Wpływ herbicydów i odmian na udział łodyg i liści *Helianthus tuberosus*
The influence of herbicides and cultivars on the share of stems and leaves of *Helianthus tuberosus*

Herbicydy Herbicides	Udział łodyg Share of stems (%)			Udział liści Share of leaves (%)		
	odmiany cultivars					
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	72,1	75,3	77,8	27,9	24,7	22,2
B	74,7	77,4	76,3	25,3	22,6	23,7
C	74,5	78,6	79,4	25,5	21,4	20,6
D	75,3	76,0	77,8	24,7	24,0	22,2
E	74,8	76,8	76,5	25,2	23,2	23,5
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	8,2		n*			
Średnia Mean	74,3	76,8	77,6	25,7	23,2	22,4
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	2,5		1,6			

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0,05$

Oznacza to większą przydatność tej pierwszej jako paszy zielonej oraz surowca do produkcji koncentratów białkowych, ponieważ stosunek liści do łodyg był u tej odmiany korzystniejszy, a same łodygi delikatniejsze. Niezależnie od czynników eksperymentu warunki atmosferyczne w latach badań decydowały o partycypacji liści i łodyg w plonie pojedynczej rośliny. Najkorzystniejszą strukturę biomasy słonecznika bulwiastego uzyskano w 1996 roku, o najniższych opadach, ale najkorzystniej rozłożonych w okresie

wegetacji, zaś najmniej korzystną — w 1997 roku, o najwyższych opadach w tym okresie, ale również najniższym usłonecznieniu i temperaturze powietrza, co, jak należy przypuszczać, nie pozwoliło na efektywny przepływ produktów fotosyntezy z liści do bulw.

Tabela 5

Wpływ herbicydów i lat na masę i liczbę liści *Helianthus tuberosus*
The influence of herbicides and years on the weight and number of leaves of *Helianthus tuberosus*

Herbicydy Herbicides	Liczba liści Number of leaves				Masa liścia Weight of a leave (g)			
	lata years							
	1996	1997	1998	Średnia Mean	1996	1997	1998	Średnia Mean
A	40	34	19	31	1,04	1,86	3,59	2,16
B	62	25	18	35	1,03	2,75	3,58	2,45
C	41	25	17	28	0,99	2,92	3,61	2,51
D	52	25	20	32	1,00	2,42	3,00	2,14
E	42	25	19	29	0,85	2,10	3,23	2,06
NIR — $LSD \alpha \leq 0,05$	15				0,22			
Średnia Mean	47	27	19	31	0,98	2,41	3,40	2,26
NIR — $LSD \alpha \leq 0,05$	4				0,04			

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

Liczba liści na roślinie oraz masa pojedynczego liścia świadczy o bujności całej rośliny, jej potencjale plonowania, przydatności do celów paszowych oraz do przetwórstwa na koncentraty białkowe. Pojedyncza roślina *Helianthus tuberosus* wytwarzała przeciętnie 31 liści, o średniej masie 2,26 g (tab. 5, 6). Użycie herbicydów w uprawie tego gatunku istotnie różnicowało liczbę i masę liści. Wytwarzaniu największej ich liczby najbardziej sprzyjało stosowanie w uprawie słonecznika bulwiastego mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, zaś użycie preparatu Azogard 50 WP oraz mechaniczne odchwaszczanie istotnie ograniczało liczbę liści. Pozostałe herbicydy nie wywierały istotnego wpływu na wartość tej cechy, w porównaniu do obiektu kontrolnego. Reakcja roślin na herbicydy zależała od warunków meteorologicznych w okresie wegetacji. W najbardziej skąpym w opady 1996 roku największą liczbę liści wytwarzały rośliny w kombinacji z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP. W roku 1997, o nadmiernych opadach w okresie wegetacji, obserwowano jedynie tendencję do tworzenia większej liczby liści w pielęgnacji z udziałem herbicydu Linurex 50 WP, natomiast w 1998 roku, o ponadnormatywnych opadach, sposoby pielęgnacji nie wywarły ukierunkowanego wpływu na wartość tej cechy. Z kolei zwiększaniu masy pojedynczego liścia w latach 1997–1998 najbardziej sprzyjało stosowanie herbicydu Azogard 50 WP, a 1996 roku, o niedostatecznym zaopatrzeniu w wodę — obiekt z preparatem Linurex 50 WP oraz kombinacja z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną. Pod względem ulistnienia badane odmiany wykazały dużą różnorodność. Najbardziej ulistnione rośliny i jednocześnie o największej masie

pojedynczych liści wytworzyła odmiana Biała Kulista IHAR, najsłabiej zaś ulistnione — Swojecka Czerwona.

Tabela 6

Wpływ herbicydów i odmian na masę i liczbę liści *Helianthus tuberosus*
The influence of herbicides and cultivars on the weight and number of leaves *Helianthus tuberosus*

Herbicydy Herbicides	Liczba liści Number of leaves			Masa liścia Weight of a leave (g)		
	odmiany cultivars					
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	40	26	27	1,84	2,43	2,22
B	41	38	27	2,71	2,42	2,22
C	28	26	29	2,63	2,63	2,27
D	30	31	36	2,41	2,43	1,56
E	31	28	28	2,22	1,84	2,13
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	15			0,22		
Średnia Mean	34	30	29	2,36	2,35	2,08
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	4			0,04		

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

Tabela 7

Wpływ herbicydów i lat na masę i liczbę bulw *Helianthus tuberosus* w przeliczeniu na roślinę
The influence of herbicides and years on the weight and number of tubers *Helianthus tuberosus*, per plant

Herbicydy Herbicides	Masa bulw Weight of tubers (kg)				Liczba bulw Number of tubers			
	lata years							
	1996	1997	1998	Średnia Mean	1996	1997	1998	Średnia Mean
A	0,86	0,81	0,74	0,80	22	29	24	25
B	0,98	0,86	0,63	0,82	21	26	24	24
C	0,75	0,78	0,78	0,77	23	31	25	26
D	0,50	0,69	0,64	0,61	23	30	25	26
E	0,70	0,68	0,50	0,63	24	34	29	29
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	0,24		0,08		n*		3	
Średnia Mean	0,76	0,77	0,66	0,73	23	30	25	26
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	0,05				2			

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0,05$

Tabela 8

Wpływ herbicydów i odmian na masę i liczbę bulw *Helianthus tuberosus* w przeliczeniu na roślinę
The influence of herbicides and cultivars on the weight and number of tubers *Helianthus tuberosus*, per plant

Herbicydy Herbicides	Masa bulw Weight of tubers [kg]			Liczba bulw Number of tubers		
	odmiany cultivars					
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	0,74	0,87	0,80	22	25	28
B	0,79	0,88	0,81	19	26	27
C	0,70	0,83	0,78	23	28	29
D	0,49	0,66	0,68	23	27	28
E	0,65	0,61	0,62	25	28	33
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	0,24			n*		
Średnia Mean	0,67	0,77	0,74	22	27	29
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	0,05			2		

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP +

Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0.05$

Z jednej rośliny słonecznika bulwiastego uzyskano przeciętnie 26 bulw o masie 0,73 kg (tab. 7–8). Masę bulw pojedynczej rośliny, jak i ich liczbę determinowały w największym stopniu sposoby pielęgnacji roślin. Największą masę bulw z jednej rośliny, ale jednocześnie najmniejszą ich liczbę uzyskano w obiektach z użyciem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, w porównaniu tak z obiektem kontrolnym, jak i kombinacją z mieszaniną herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC. Masa bulw z jednej rośliny zależała również od oddziaływania herbicydów w konkretnych warunkach siedliskowych. Tylko w latach 1996 i 1998 odnotowano istotny wpływ sposobów pielęgnowania łąnu słonecznika bulwiastego na tę cechę. W 1996 roku, o najniższych opadach w okresie wegetacji, największą masę bulw uzyskały rośliny w obiektach z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, zaś najniższą w kombinacji z udziałem mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC. W roku 1998, o nadmiernie wilgotnym okresie wegetacji, największą masę bulw zanotowano w obiektach z udziałem preparatu Azogard 50 WP, natomiast najmniejszą w kombinacji kontrolnej. Masa bulw z jednej rośliny okazała się również uzależniona od reakcji odmian na sposoby pielęgnacji. Odmiany Kulista Biała i Czerwona Kulista IHAR największą wartość tej cechy uzyskały w obiektach pielęgnowanych mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP oraz herbicydem Linurex 50 WP. Zmienność genetyczna decydowała tak o masie, jak i liczbie bulw z pojedynczej rośliny. Największą masą bulw z jednej rośliny cechowała się odmiana Czerwona Kulista IHAR, zaś największą ich liczbą — odmiana Swojecka. Zmienność warunków siedliskowych modyfikowała również wartość tych parametrów. Największą masę i liczbę bulw wytworzyły rośliny w 1997 roku, o najobfitszych opadach, zaś najmniejszą ich liczbę — w 1996 roku, najuboższym w opady, a masę bulw — w 1998 roku.

Przeciętna masa jednej bulwy wynosiła 29 g (tab. 9–10). Mieszanina herbicydów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP oraz preparat Linurex 50 WP i Azogard 50 WP przyczyniły się do uzyskania większej masy jednostkowej bulwy niż stosowanie pielęgnacji mechanicznej czy mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC; przy czym zależność taką stwierdzono jedynie w latach 1996 i 1997.

Tabela 9

Wpływ herbicydów i lat na masę jednej bulwy *Helianthus tuberosus*
The influence of herbicides and years on the weight of a single tuber of *Helianthus tuberosus*

Herbicydy Herbicides	Średnia masa bulwy Average weight of a tuber (g)			
	lata years			
	1996	1997	1998	średnia mean
A	39	28	31	33
B	48	33	27	36
C	34	25	31	30
D	22	23	25	23
E	31	21	17	23
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		12		4
Średnia Mean	35	26	26	29
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		2		

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

Tabela 10

Wpływ herbicydów i odmian na masę jednej bulwy *Helianthus tuberosus*
The influence of herbicides and cultivars on the weight of a single tuber *Helianthus tuberosus*

Herbicydy Herbicides	Średnia masa bulwy Average weight of a tuber (g)		
	odmiany cultivars		
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	35	34	30
B	42	34	32
C	33	30	28
D	21	24	25
E	27	22	19
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	n*		
Średnia Mean	32	29	27
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		2	

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0.05$

W nietypowym, pod względem opadów, jak i usłonecznienia 1998 roku, najwyższą masę bulwy zanotowano równorzędnie w obiektach z preparatem Linurex 50 WP oraz z

herbicydem Azogard 50 WP, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Uwarunkowania genetyczne modyfikowały również masę pojedynczej bulwy. Bulwy o największej masie jednostkowej wytworzyła odmiana Biała Kulista IHAR, o najmniejszej zaś — Swojecka Czerwona. W suchszych warunkach rośliny wytworzyły znacznie mniej bulw niż w warunkach wyższej wilgotności.

Efekty produkcyjne zastosowania herbicydów

Średni plon zielonej masy roślin *Helianthus tuberosus* w doświadczeniu był wysoki i wynosił średnio 545 dt·ha⁻¹ (tab. 11–12). Sposoby pielęgnacji roślin z użyciem herbicydów, z wyjątkiem preparatu Linurex 50 WP, powodowały istotny wzrost wartości tej cechy, w porównaniu z obiektem kontrolnym, wpływ ten jednak był uzależniony od warunków meteorologicznych w okresie wegetacji. W 1996 roku, najuboższym w opady, najwyższy plon części nadziemnych uzyskano w obiektach z preparatem Azogard 50 WP; w 1997 roku, o wysokich, acz nierównomiernie rozłożonych opadach w okresie wegetacji — w obiektach pielęgnowanych mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, zaś w roku 1998, o ponadnormatywnych opadach we wszystkich okresach ważnych dla rozwoju roślin — w obiekcie kontrolnym z pielęgnacją mechaniczną. Cechy genetyczne badanych odmian w istotny sposób kształtowały plon biomasy. Najplenniejszą okazała się odmiana Czerwona Kulista IHAR (590 dt·ha⁻¹), zaś najmniej plenną — Biała Kulista IHAR (500 dt·ha⁻¹).

Tabela 11

Wpływ herbicydów i lat na plon zielonej masy i bulw *Helianthus tuberosus* w dt·ha⁻¹
The influence of herbicides and years on the yield of green matter and tubers
of *Helianthus tuberosus*, in dt·ha⁻¹

Herbicydy Herbicides	Plon zielonej masy The yield of green matter				Plon bulw The yield of tubers			
	lata years							
	1996	1997	1998	średnia mean	1996	1997	1998	średnia mean
A	389	791	334	504	340	328	184	284
B	548	851	387	595	314	306	233	284
C	555	838	366	586	287	282	251	273
D	460	777	362	533	198	213	222	211
E	350	741	428	506	245	235	148	209
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	40			18	18			9
Średnia Mean	460	799	375	545	277	273	208	252
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	12				6			

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

Badane odmiany wykazały odmienną reakcję na herbicydy stosowane w pielęgnacji słonecznika bulwiastego (tab. 12). Odmiany Biała Kulista IHAR i Czerwona Kulista IHAR najwyższy plon części nadziemnych uzyskały w obiektach, gdzie zachwaszczenie zwalczano przy użyciu mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, jednakże wysoki plon zielonej masy uzyskały te odmiany również w kombinacjach z preparatem

Azogard 50 WP, a odmiana Kulista Czerwona ponadto w obiektach z mieszaniną herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC. Odmiana Swojecka Czerwona najwyższy plon biomasy uzyskała w kombinacji z preparatem Azogard 50 WP i niewiele niższy w obiektach z mieszaniną herbicydów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, w porównaniu z preparatem Linurex 50 WP oraz kombinacją kontrolną. Największy wpływ na plon zielonej masy *Helianthus tuberosus* wywarły jednak warunki atmosferyczne w latach badań. Najwyższy plon uzyskano w 1997 roku, najobfitszym w opady, ale jednocześnie o najwyższej liczbie godzin słonecznych w okresie wegetacji, decydujących o fotosyntezie, a tym samym o akumulacji plonu; najniższą zaś wartość tej cechy zanotowano w 1998 roku, charakteryzującym się wprowadzie wysokimi opadami, we wszystkich miesiącach ważnych dla wegetacji tego gatunku, ale również najniższym usłonecznieniem.

Tabela 12

Wpływ herbicydów i odmian na plon części nadziemnych i bulw *Helianthus tuberosus* w dt·ha⁻¹
The influence of herbicides and cultivars on the yield of green matter and tubers of *Helianthus tuberosus*, in dt·ha⁻¹

Herbicydy Herbicides	Plon zielonej masy The yield of green matter			Plon bulw The yield of tubers		
	odmiany cultivars					
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	501	539	473	269	311	272
B	559	642	585	247	307	299
C	543	615	601	227	308	285
D	485	607	507	161	254	218
E	410	550	559	221	210	197
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	40			18		
Średnia Mean	500	590	545	225	278	254
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	12			6		

A — Linurex 50 WP; B — Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; C — Azogard 50 WP; D — Afalon 50 WP + Command 480 EC; E — Obiekt kontrolny; Control object

Średni plon bulw *Helianthus tuberosus* w doświadczeniu wynosił 252 dt·ha⁻¹ (tab. 11–12). Wszystkie sposoby pielęgnacji z użyciem herbicydów, z wyjątkiem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC, powodowały istotny wzrost wartości tej cechy, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Oddziaływanie herbicydów na wielkość plonu było jednak uzależnione od warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. W latach 1996 i 1997 najwyższy plon bulw otrzymano w obiektach pielęgnowanych z udziałem preparatów Linurex 50 WP oraz Afalon 50 WP + Bladex 50 WP, zaś w roku 1998 — w kombinacji z użyciem herbicydu Azogard 50 WP oraz Afalon 50 WP + Bladex 50 WP. Wielkość plonu bulw w istotny sposób kształtował czynnik genetyczny. Najplenniejszą okazała się odmiana Czerwona Kulista IHAR, najmniej plenną zaś — Biała Kulista IHAR. Badane odmiany reagowały odmiennie na stosowane sposoby pielęgnacji. I tak w przypadku odmiany Kulista Biała i najkorzystniejszą, z uwagi na plon bulw, okazała się pielęgnacja z użyciem preparatu Linurex 50 WP, najmniej korzystną zaś — pielęgnacja

mechaniczna. W przypadku odmiany Czerwona Kulista IHAR aż 3 sposoby pielęgnacji z użyciem herbicydów okazały się równorzędne i lepsze od kombinacji kontrolnej, tj. preparat Linurex 50 WP, Afalon 50 WP + Bładex 50 WP i Azogard 50 WP. W przypadku odmiany Swojeczka Czerwona najwyższy efekt, w postaci zwyczajki plonu bulw, uzyskano w pielęgnacji z użyciem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Bładex 50 WP, w stosunku do kombinacji kontrolnej, ale równocześnie dwa inne sposoby pielęgnacji przy użyciu herbicydów, tj. z preparatem Linurex 50 WP oraz Azogard 50 WP nie różniły się istotnie od tej pierwszej. Najwyższy plon bulw, podobnie jak i zielonej masy, uzyskano w obfitym w opady, ale jednocześnie najbardziej słonecznym 1997 roku, zaś najniższy w najuboższym w opady 1996 roku, o najmniej słonecznym czerwcu i lipcu.

DYSKUSJA

Stosowanie herbicydów w uprawie słonecznika bulwiastego nie zawsze oddziaływało korzystnie na plon bulw i części nadziemnych oraz ich strukturę. Przeciętnie najwyższy efekt plonotwórczy uzyskano w obiektach pielęgnowanych z udziałem mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Bładex 50 WP, co przyczyniło się do wzrostu plonu bulw o 35,8% i plonu zielonej masy o 17,6%. Stosowanie mieszaniny tych preparatów w pielęgnacji roślin pozwoliło również uzyskać rośliny o największej liczbie liści i największej masie łodyg. Wyższość mieszanin nad pojedynczym herbicydem podkreśla Gauvrit (1996), który dowiódł, iż mieszaniny herbicydów zwalczają szersze spektrum gatunków chwastów niż pojedynczy herbicyd. Według Ceglarka i wsp. (1990) pielęgnacja z użyciem herbicydu Afalon 50 WP, zapewnia większe plony bulw i skutecznie zwalcza chwasty.

Preparat Azogard 50 WP, którego substancją aktywną jest prometryna, w dotychczasowych badaniach wykazał dobrą skuteczność w zwalczaniu chwastów w słoneczniku bulwiastym (Rudnicki i Jaskulski, 1993; Sawicka, 2000). Jego efektywność plonotwórcza była tylko nieco niższa niż mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Bładex 50 WP i wyrażała się wzrostem plonu zielonej masy o 30,6%, a bulw — o 15,9%. Stosowanie tego preparatu przyczyniło się również do uzyskania najniższego udziału liści poprzez zmniejszenie ich liczby w plonie pojedynczej rośliny, ale jednocześnie pozwoliło osiągnąć najwyższą masę jednostkową liści. Główny mechanizm działania fitocydalnego herbicydów triazynowych, do których należy herbicyd Azogard 50 WP, polega bowiem na fotoutlenianiu fotosyntetyzujących błon tylakoidów w chloroplastach, które hamują przepływ elektronów, przeciwdziałając przemianie energii świetlnej w energię elektrochemiczną (Moreland, 1967; Kirkwood 1991; Gauvrit, 1996).

Preparat Linurex 50 WP, którego substancją aktywną jest linuron, we wcześniejszych badaniach (Sawicka, 2000) najlepiej ograniczał tak świeżą, jak i suchą masę chwastów, przyczynił się również do wzrostu plonu bulw o 35,6%, poprzez zwiększenie plonu bulw z jednej rośliny, ale równocześnie obniżył o 0,3% plon zielonej masy słonecznika bulwiastego. W badaniach Rudnickiego i Jaskulskiego (1993) użycie tego preparatu spowodowało wzrost plonu bulw o 7,4% i plonu zielonej masy o 5,8%. Moreland (1967), Scalla (1990), a także Kirkwood (1991) sugerują, iż substancje aktywne tej grupy

preparatów hamują proces fotosyntezy w jego początkowej fazie, blokując fotolizę wody, zaś w fazie świetlnej fotosyntezy, działają jako inhibitory transportu elektronów umożliwiając powstawanie aktywnych form tlenu, reagujących z lipidoproteinowymi składnikami błon plazmatycznych, co w efekcie uszkadza strukturę chloroplastów. Mechanizmy działania fitocydalnego oddziałują na różne mechanizmy życiowe roślin toteż ustąpienie zmian fitocydalnych, wywołanych stosowaniem tego herbicydu należy zawdzięczać krótkotrwałemu oddziaływaniu stresu i wczesnej fazie wzrostu roślin, w której szybciej zachodzą procesy restytucji. Ważne jest także, iż słonecznik bulwiasty jest gatunkiem polikarpicznym o dużej vitalności roślin, co ułatwia procesy restytucji.

Z kolei efekt plonotwórczy mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC, która wprawdzie powodowała największe uszkodzenia chwastów, jedno- i dwuliściennych (Sawicka, 2000), okazał się niewielki, gdyż zwiększała ona jedynie plon zielonej masy o ok. 5,3%, natomiast wzrost plonu bulw okazał się nieistotny, co wynikało z ujemnego jej wpływu na masę pojedynczego liścia i liczbę bulw z rośliny. Spowodowane to było przejściowym zahamowaniem początkowego wzrostu roślin *Helianthus tuberosus* pod wpływem mieszaniny tych preparatów. Zmiany te wprawdzie ustąpiły po 6 tygodniach, ale należy przypuszczać, iż mogły wywołać nieodwracalne uszkodzenia aparatu asymilacyjnego. Substancja aktywna preparatu Command 480 EC — chlomazone, hamuje bowiem biosyntezę pigmentów (Tomlin, 1997). W dostępnej literaturze brak jest danych na temat stosowania preparatu Command 480 EC w uprawie słonecznika bulwiastego. Rola i wsp. (1999) donoszą, że herbicyd ten, często stosowany w krajach Unii Europejskiej, ma lepszą skuteczność w niszczeniu chwastów w mieszkankach z innymi herbicydami. W ich opinii zarówno Command 480 EC, jak i Command 360 CS (nowa formuła w postaci zawiesiny kapsułek w cieczy) nie wywierają ujemnego wpływu na plonowanie roślin uprawnych. Takie preparaty jak Afalon 50 WP, czy Linurex 50 WP (z grupy mocznikowych), których substancją biologicznie aktywną jest linuron — inhibitor fotosyntezy i transportu elektronów, można mieszać, zdaniem Tomlina (1997) i Pruszyńskiego i wsp. (2000), z innymi herbicydami m.in. z preparatem Command 480 EC. W opinii Rudnickiego i Jaskulskiego (1993) preparaty te stosowane oddzielnie nie wpływają w istotny sposób na wysokość roślin, plon części nadziemnych jak i bulw. W opinii Domańskiej (1991), system mechaniczno-chemicznej pielęgnacji roślin uprawnych z zastosowaniem herbicydów skuteczniej zwalcza chwasty i zapewnia wyższe plony bulw i masy nadziemnej niż pielęgnacja mechaniczna. Wyższość mieszanin nad pojedynczym herbicydem podkreśla również Hess (1985), Kirkwood (1991), Rola i wsp. (1999). Autorzy ci dowodzą, iż mieszaniny herbicydów zwalczają szersze spektrum gatunków chwastów niż pojedynczy herbicyd. Odmienne zdania są Masztakov i wsp. (1971), którzy twierdzą, iż uszkodzenia rośliny uprawnej powodują obniżkę plonu bulw oraz, że przyczyniają się do jego zdrobnienia.

Zależności w obrębie cech plonu i jego struktury, pomiędzy przebiegiem pogody, a reakcją roślin na herbicydy wskazują, że determinowana w dużej mierze czynnikami genetycznymi, jak i warunkami siedliska, potencjalna zdolność plonowania roślin może ulec zmniejszeniu po zastosowaniu herbicydów w niesprzyjających warunkach meteorologicznych. Spostrzeżenia te potwierdza Moreland (1967), Masztakov i wsp. (1971) oraz

Gauvrit (1996). Zdaniem Domańskiej (1991) zwiększone ujemne oddziaływanie herbicydów na rośliny *Helianthus tuberosus* może wystąpić w latach mokrych i chłodnych, gdy rośliny są mniej odporne na niekorzystne warunki atmosferyczne. W opinii Vanowej i Benada (1983) niskie temperatury i małe opady mogą stworzyć w glebie gorsze warunki do rozkładu herbicydów i również zwiększyć ich fitotoksyczność. Z kolei duża ilość opadów w okresie sadzenia, wschodów i silnego wzrostu masy vegetatywnej rośliny uprawnej wzmacnia ich wrażliwość na herbicydy.

Zróżnicowane reakcje badanych odmian na zastosowane herbicydy i ich mieszaniny stwierdzono w przypadku prawie wszystkich badanych cech. Wiadomo, że herbicydy mogą przemieszczać się z liści i łodyg do owoców, nasion, bulw i akumulując się w nich zmieniać fizjologiczne, biochemiczne i konsumpcyjne właściwości plonu roślin uprawnych. Pod ich działaniem odmiany wrażliwe mogą reagować trwałymi zmianami morfologicznymi, które mogą doprowadzić do obniżenia plonów (Masztakov i in., 1971; Hess, 1985; Kirkwood, 1991; Gauvrit, 1996). Zmiany te są wynikiem zakłócenia procesów fizjologiczno-biochemicznych, a zwłaszcza zróżnicowania intensywności fotosyntezy oraz zawartości biologicznie czynnych substancji (Masztakov i in. 1971; Scalla, 1990; Hess, 1996). Badania fizjologiczno-biochemiczne wykazały, że różnice między odpornymi i wrażliwymi na herbicyd roślinami, czy odmianami danego gatunku polegają na tempie przyswajania i rozkładania herbicydu w tkankach (Gauvrit, 1996).

Właściwości odmianowe *Helianthus tuberosus* wpływały decydująco na wielkość plonu i jego strukturę, co potwierdzają liczne badania Tabina (1961), Sienkiewicz (1960); Górala (1998, 2000), Sawickiej (1998, 2000). Zaistniałe różnice w plonie bulw i masy nadziemnej roślin *Helianthus tuberosus* oraz ich struktury wynikały ze zmienności fenotypowej odmian słonecznika bulwiastego, która jest łącznym efektem zmienności genetycznej i środowiskowej, co potwierdza Tabin (1961), Gutmański i Pikulik (1994), Sawicka (1997) oraz Góral (1998, 1999). Obok zmienności genetycznej występuje równolegle zmienność środowiskowa. Do najważniejszych przyczyn tej zmienności można zaliczyć: jakość sadzeniaków (zdrowotność, wielkość, sposób przechowywania); niejednorodność środowiska glebowego; błędy w agrotechnice; niejednorodną powierzchnię przypadającą na jedną roślinę (niewschody, sąsiedztwo roślin chorych); różnorodność wpływu warunków meteorologicznych, takich jak: temperatura, światło (długość fali, intensywność i czas trwania), zaopatrzenie roślin w wodę. Jasiewicz i wsp. (1999) sugerują, iż warunki stresowe (np. długotrwała susza lub nadmiar opadów) mogą powodować dezorganizację membran chloroplastów, co bezpośrednio wpływa na obniżenie wydajności fotosystemu PS II, który jest najbardziej czułym wskaźnikiem działania różnorodnych czynników stresowych na rośliny. Zróżnicowanie środowiska w jakim znajdują się rośliny *Helianthus tuberosus* powoduje modyfikację procesów regulacji wewnętrznej zarówno w obrębie rośliny, jak i poszczególnych pędów. Może zatem wystąpić zmienność łodyg w obrębie rośliny, zmienność roślin w redlinie, zmienność roślin na poletku, związana z latami, jak i miejscowościami (Ubysz-Borucka, 1977; Sawicka, 1997). Poznanie zmienności fenotypowej odmian *Helianthus tuberosus* i wydzielenie z niej zmienności genetycznej i środowiskowej ułatwiłoby typowanie do uprawy odmian o największej stabilności pożądanej cechy.

WNIOSKI

1. Herbicydy i ich mieszaniny wywarły zróżnicowany wpływ na plon bulw i części nadziemnych *Helianthus tuberosus* oraz ich strukturę:
 - największy wzrost plonu bulw (o 35,6%) i części nadziemnych *Helianthus tuberosus* (o 17,6%), dzięki największej liczbie i masie liści oraz masie łodyg z rośliny, uzyskano w obiektach pielęgnowanych z udziałem mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP;
 - efektywność plonotwórcza preparatu Azogard 50 WP, była tylko nieco niższa niż mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP i wyrażała się wzrostem plonu zielonej masy o 15,9%, a bulw — o 30,6%. Stosowanie tego herbicydu przyczyniło się również do uzyskania najniższego udziału liści w plonie;
 - preparat Linurex 50 WP zwiększył plon bulw o 35,6%, ale nie oddziaływał istotnie na plon zielonej masy;
 - stosowanie mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC nie powinno być polecane w pielęgnacji słonecznika bulwiastego, z uwagi na brak wyraźnego efektu plonotwórczego, a jednocześnie na ujemne oddziaływanie na strukturę plonu.
2. Istniejąca zależność, w obrębie cech plonu i jego struktury, pomiędzy przebiegiem pogody, a reakcją roślin na herbicydy wskazuje, że potencjalna zdolność plonowania roślin słonecznika bulwiastego może ulec zmniejszeniu po zastosowaniu herbicydów w niesprzyjających warunkach meteorologicznych.
3. Reakcja badanych odmian na herbicydy okazała się odmienna:
 - największą efektywność herbicydów, w postaci plonu zielonej masy, odmiany: Biała Kulista IHAR i Swojecka Czerwona uzyskały w kombinacjach z mieszaniną herbicydów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP oraz z preparatem Azogard 50 WP; Czerwona Kulista IHAR — w tych samych kombinacjach, a ponadto w obiekcie z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC;
 - najwyższy plon bulw odmiana Biała Kulista IHAR wydała w obiektach pielęgnowanych przy użyciu preparatu Linurex 50 WP, Czerwona Kulista IHAR — równorzędnie w obiektach z preparatem Linurex 50 WP, Azogard 50 WP i z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP; zaś Swojecka Czerwona — w kombinacjach z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Bladex 50 WP oraz z preparatem Azogard 50 WP.
4. Odmiana Czerwona Kulista IHAR odznaczała się największym plonem zielonej masy i bulw, lecz najkorzystniejszą strukturą plonu zielonej masy cechowała się Biała Kulista IHAR, co predestynuje ją do produkcji koncentratów białkowo-witaminowych.

LITERATURA

- Baraniak B., Mróz D. 2000. Chosen functional properties of protein concentrates obtained from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) juice. Pol. J. Food Nutr. Sci., 7/48 (2) (S): 92 — 95.
- Barta J., Goin B., Torok S. 1991. Natural foods from Jerusalem artichoke tubers. Acta Alimentaria, 20 (1): 72 — 73.
- Ceglarek F., Jabłońska-Ceglarek R., Dąbrowska K. 1990. Uproszczenia w pielęgnowaniu ziemniaka. Cz. I. Sposoby pielęgnacji a zachwaszczenie i plonowanie ziemniaków. Rocz. Nauk Rol., A-108 (4): 9 — 23.
- Cieślak E., Filipiak-Florkiewicz A. 2000. Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) — wykorzystanie do produkcji żywności funkcjonalnej. Żywność, 1 (22), 74 — 81.
- Chrapkowska K. J., Piasecki M., Góral S. 1995. Liście *Helianthus tuberosus* L. (topinambur) jako surowiec do otrzymania koncentratów białkowo-witaminowych. Mat. Konf. Nauk. nt.: Osiągnięcia i perspektywy technologii żywności. Łódź 12–13 września: 51.
- Domańska H. 1991. Herbicydy. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Domaradzki K., Badowski M., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kieloch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerbny T. 2001. Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Cz. I. Doświadczenia polowe. Wyd. IUNG, Wrocław.
- Gauvrit C. 1996. Efficacité et sélectivité des herbicides. INRA, Paris.
- Góral S. 1997. Topinambur — słonecznik bulwiasty — *Helianthus tuberosus* L. W: Nowe rośliny uprawne. E. Nalborczyk (red.). Wyd. SGGW, Warszawa.
- Góral S. 1998. Zmienność morfologiczna i plonowanie wybranych klonów słonecznika bulwiastego — topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Hodowla Roślin i Nasiennictwo, 2: 6 — 10.
- Góral S. 2000. Wartość użytkowa topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 468: 17 — 30.
- Gutmański I., Pikulik R. 1994. Porównanie wartości użytkowej kilku biotypów topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Biul. IHAR, 189: 91 — 100.
- Hag R. K. M., Ofter N. W. 1992. *Helianthus tuberosus* as an alternative forage crop for cool maritime regions, a preliminary study of the yield and nutritional quality of shoot fissures from perennial stands. J. Sci. Food Agric., 60 (2): 213 — 221.
- Hess D. 1985. Weed Physiology. In: Herbicide physiology. Duke S. (ed.) ERC Press Inc., London: 181 — 214.
- Jasiewicz C., Rapacz M., Antonkiewicz J. 1999. Wpływ metali ciężkich na uszkodzenia błon komórkowych i aparatu fotosyntetycznego oraz plon topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 469: 403 — 410.
- Kirkwood R. C. 1991. Target sites for herbicide Action. Plenum Press, New York.
- Kostaric N., Cosentino G.P., Wieczorek A., Duvnjak Z. 1984. The Jerusalem artichoke as an agricultural crop. Biomass, 5: 1 — 36.
- Masztafov S., Diejeva W., Wołyniec A. 1971. Działanie herbicydów na rośliny. PWRiL, Warszawa.
- Moreland D. E. 1967. Mechanism of action of herbicides. Ann. Rev. Plant Physiol. 18: 365 — 378.
- Peters R., Soltner H., 1988. Erste Erfahrungen mit der Lege- und Erntetechnik bei Topinambur. Kartoffelbau, 39 (12): 369 — 398.
- Pruszyński S.(red.) 2000. Zalecenia ochrony roślin na lata 2000/01. Cz. II. Rośliny rolnicze. Wyd. IOR, Poznań.
- Rola H., Franek M., Wierski K., Grzbiela M. 1999. Badania nad zastosowaniem nowej formuacji chlomazonu (Command 360 CS) do zwalczania chwastów w rzepaku ozimym i jarym. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 39 (2): 613 — 615.
- Rudnicki F., Jaskulski D. 1993. Efekty zastosowania niektórych herbicydów w uprawie bulwy *Helianthus tuberosus*. Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz, 181 (33): 127 — 130.
- Sawicka B. 1997. Zmienność fenotypowa niektórych biopierwiastków w bulwach *Helianthus tuberosus* L. W: Biopierwiastki w naszym środowisku. Wyd. Poli ART. Studio s.c., Lublin: 110 — 117.
- Sawicka B. 1998. Wartość pastewna słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.) w warunkach intensywnego nawożenia azotem. Annales UMCS, E, 53 (12), 97 — 108.
- Sawicka B. 2000. Efekty stosowania herbicydów w uprawie *Helianthus tuberosus* L. Cz. I. Wzrost roślin i zachwaszczenie. Biul. IHAR 215: 305 — 322.

- Scalla R. 1990. Les herbicides. Mode d'action et principes d'utilisation. INRA, Paris.
- Sienkiewicz 1960. Uprawa bulwy w świetle niektórych doświadczeń w Polsce. Nowe Rol. 7: 35 — 37.
- Szebiotko K., 1995. Genotypy *Helianthus tuberosus* L. jako surowiec do produkcji składników paszowych oraz produktów spożywczych. Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego KBN. AR, Poznań: 1 — 42.
- Tabin S., 1961. Plon i zawartość składników pokarmowych w bulwie (*Helianthus tuberosus* L.) w zależności od terminu jej zbioru. Roczn. Nauk Rol. A-4, 82: 1 — 26.
- Tomlin C.D.S. 1997. The pesticide manual. British Crop Protection Council, Farnham, Surrey.
- Ubysz-Borucka L. 1977. Fenotypowa zmienność ziemniaka. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol., 191: 283 — 285.
- Vanova M., Benada J. 1983. Vliv terminu aplikace herbicidu na fitotoxicitu a odrudovou citlivost ozime pšenice. Ochr. Rostl. 19: 225 — 234.