

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-033 Lublin, Poland

Barbara Sawicka

Jakość bulw *Helianthus tuberosus* L. w warunkach stosowania herbicydów

Quality of *Helianthus tuberosus* L. tubers in conditions of using herbicides

ABSTRACT. The experiment was carried out in 1996–1998 on the soil of light loamy sand type acidic reaction by means of randomized sub-blocks. Three cultivars (Kulista Biała IHAR, Kulista Czerwona IHAR, Swojecka Czerwona) and five weeds control methods (sprays with: Linurex 50 WP dosed 2.0 kg ha⁻¹; mixture of Afalon 50 WP + Bladex 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. The soil was fertilized with 100 kg N, 52.4 kg P and 149.4 kg K and 25 t ha⁻¹ of manure. The contents of dry matter, inuline, total and specific protein, crude fibre and ash were determined in the tubers with generally accepted methods. The highest contents of dry matter, fructose, specific protein and ash were found in the control objects, without herbicides. Linurex herbicide caused an increase of inuline concentration in tubers. The contents of ash and specific protein was decreased by the mixtures of Afalon + Command, and fructose concentration – by the mixture of Afalon + Bladex. The content of total protein and crude fibre was not significantly determined by the examined herbicides.

KEY WORDS: Jerusalem artichoke, chemical composition, herbicides, cultivars

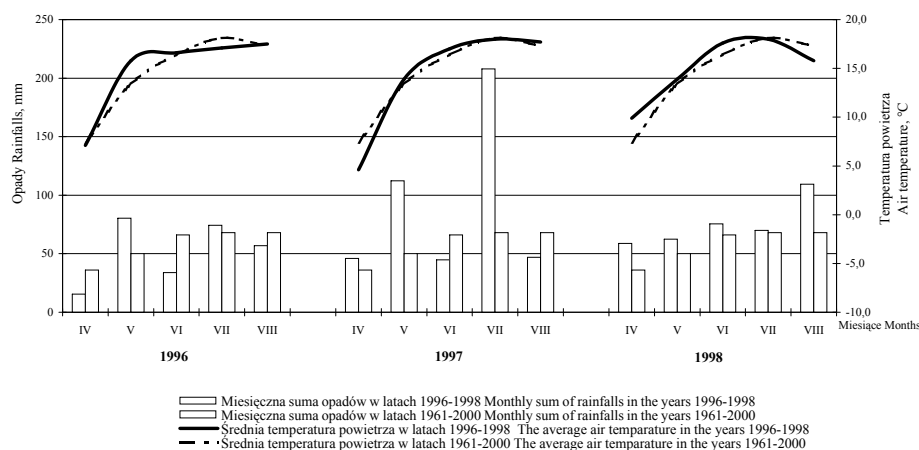
Słonecznik bulwiasty *Helianthus tuberosus* L., zwany również bulwą lub topinamburem, uważany jest za cenną roślinę o dużym potencjale produkcyjnym i wszechstronnym użytkowaniu. W ostatnich latach znacznie wzrosło zainteresowanie tym gatunkiem, gdyż opracowano inne, niekonwencjonalne sposoby

jego wykorzystania w porównaniu z obecnie stosowanymi [Tabin 1961; Barta, Fuchs 1990; Bobrownik 1990; Barta i in. 1991; Hag, Offer 1992; Góral 1997, 2000; Bergerhoffer, Reiter 1997; Sawicka 1995, 1999; Baraniak, Mróz 2000; Cieślak, Filipiak-Florkiewicz 2000]. Za szerszym rozpropagowaniem *Helianthus tuberosus* przemawia również jego wysoka odporność zarówno na wysokie, jak i niskie temperatury, niewielkie wymagania glebowe, jak również wysoka odporność na choroby i szkodniki, a także bardzo wysoki potencjał produkcyjny [Gutmański, Pikulik; 1994; Szebioto 1995; Góral, 1997, 1998, 2000; Sawicka 1999]. W warunkach intensywnej technologii uprawy rośliny *Helianthus tuberosus* narażone są jednak na oddziaływanie wielu stresowych warunków, uniemożliwiających realizację procesów fizjologicznych na poziomie potencjalnych możliwości tego gatunku [Sawicka 2000a]. Stosowanie w uprawie herbicydów triazynowych, mocznikowych i z innych grup może przyczynić się nie tylko do ograniczenia zachwaszczenia, lecz również do modyfikacji rozwoju roślin, a w konsekwencji zmiany wartości technologicznej surowca. Wiadome jest, że herbicydy mogą przemieszczać się z liści i łodyg do bulw, a akumulując się w nich zmieniać fizjologiczne, biochemiczne i konsumpcyjne właściwości żywności [Gauvrit 1996]. Do najbardziej aktywnych biologicznie należą herbicydy układowe, pochodne mocznika oraz pochodne kwasu fenoksyoctowego [Domańska 1991; Kirkwood 1991; Pruszyński i in. 2002]. W Polsce prowadzi się niewiele badań dotyczących wpływu herbicydów na rośliny słonecznika bulwiastego. Stąd też zwrócenie uwagi na jakość bulw *Helianthus tuberosus* w aspekcie oddziaływania herbicydów.

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 losowanych podbloków w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany słonecznika bulwiastego: Kulista Biała IHAR, Kulista Czerwona IHAR, Swojecka Czerwona; czynnik II rzędu stanowiły herbicydy: (A) Linurex 50 WP w dawce $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$; (B) Afalon 50 WP + Bładex 50 WP w ilości $1,5 \text{ l} + 1,5 \text{ kg ha}^{-1}$; (C) Azogard 50 WP w dawce 3 kg ha^{-1} ; (D) Afalon 50 WP + Command 480 EC w ilości $1 \text{ l} + 0,2 \text{ l ha}^{-1}$; (E) obiekt kontrolny z pielęgnacją mechaniczną. Nawożenie mineralne (100 kg N ; $52,4 \text{ kg P}$; $149,4 \text{ kg K ha}^{-1}$) i organiczne (25 t ha^{-1}) było na stałym poziomie. Powierzchnia poletek przy założeniu doświadczenia wynosiła 25 m^2 , a do zbioru 15 m^2 .

Spośród herbicydów użytych w doświadczeniu Azogard 50 WP należy do IV klasy toksyczności o LD_{50} 3150–3750. Substancją biologicznie czynną tego herbicydu jest prometryna. Bladex 50 WP należy do III klasy toksyczności o LD_{50} 182. Substancją czynną tego preparatu jest cyjanazyna. Azogard 50 WP i Bladex 50 WP należą do grupy herbicydów triazynowych. Linurex 50 WP i Afalon 50 WP występują w grupie herbicydów pochodnych mocznika o LD_{50} 400. Substancją biologicznie czynną tych herbicydów jest linuron. Command 480 EC należy do herbicydów z różnych grup chemicznych o LD_{50} 1369–2077, IV klasy toksyczności. Substancją biologicznie czynną tego preparatu jest clomazon.



Rycina 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji *H. tuberosus* w latach 1996–1998 wg Stacji IMGW we Włodawie

Figure 1. Rainfalls and air temperature during Jerusalem artichoke vegetation period in the years 1996–1998, according to IMGW at Włodawa

Bulwy sadzono corocznie wiosną w rozstawie 62,5 × 40 cm. W obiektach z herbicydami po sadzeniu przeprowadzono dwukrotne obredlanie połączone z bronowaniem, a tuż przed wschodami roślin zastosowano herbicydy i później nie stosowano już żadnych zabiegów pielęgnacyjnych. W obiekcie kontrolnym zabiegi pielęgnacyjne polegały na dwukrotnym obredlaniu i bronowaniu przed wschodami roślin oraz dwukrotnym opielaniu po wschodach roślin. Do oznaczeń laboratoryjnych pobrano w czasie zbioru (połowa października) po 50 bulw różnej wielkości. W świeżej masie bulw oznaczono: suchą masę, inulinę, fruktozę i glukozę, białko ogółem, białko właściwe, włókno surowe i popiół. Skład chemiczny bulw oznaczano bezpośrednio po zbiorze następującymi metodami:

suchą masę – metodą suszarkową; zawartość cukrów – przy użyciu techniki HPLC z zastosowaniem chromatografu cieczowego typu LC-5A; białko ogółem – metodą Kjeldahla; białko właściwe wg Bernsteina; włókno – metodą Scharra i Kürschnera przy użyciu kwasów: octowego i TCA; popiół – metodą spalania w temperaturze 550°C. Statystyczne opracowanie wyników badań wykonano za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności sprawdzono testem Fishera-Snedecora. Istotność różnic oceniono testem Tukeya. Przebieg pogody w latach badań był zróżnicowany, co ilustruje rycina 1.

Rok 1996 był posuszny. Przebieg pogody w okresie wegetacji 1997 roku był nietypowy. Suma opadów w okresie wegetacji znacznie przekraczała normę z wielolecia, a jednocześnie w niektórych miesiącach był niedobór wody. Rok 1998 cechował się optymalnym rozkładem opadów we wszystkich miesiącach ważnych dla wegetacji słonecznika bulwiastego.

WYNIKI

Większość składników chemicznych bulw *Helianthus tuberosus* była uzależniona od stosowanych herbicydów (tab. 1). Największą zawartość suchej masy, fruktozy, białka właściwego i popiołu uzyskano w bulwach pochodzących z obiektów kontrolnych, bez herbicydów. Najwyższą koncentracją inuliny odznaczały się bulwy w kombinacjach z preparatem Linurex, glukozy – w obiektach chronionych mieszaniną preparatów Afalon + Command. W przypadku białka właściwego stosowanie preparatów: Linurex, Afalon + Bladex, Azogard nie różnicowało istotnie tego składnika, zaś pogorszenie wartości tej cechy, w porównaniu z obiektem kontrolnym, bez herbicydów, wywoływała mieszanina herbicydów Afalon + Command. Zawartość popiołu obniżało istotnie stosowanie mieszaniny herbicydów Afalon + Command, a stężenie fruktozy – mieszanina Afalon + Bladex. Zawartość białka ogółem i włókna surowego nie zależała istotnie od stosowanych herbicydów.

Największą wartością odżywczą, z uwagi na wysoką zawartość suchej masy, białka ogółem i białka właściwego oraz włókna surowego i popiołu, odznaczały się bulwy odmiany Swojecka Czerwona IHAR (tab. 2). Zbliżoną wartość posiadały bulwy odmiany Czerwona Kulista IHAR, z uwagi na zawartość suchej masy, inuliny, białka ogółem i właściwego. Z kolei bulwy odmiany Kulista Biała IHAR cechowały się największym stężeniem oznaczanych cukrów. Reakcja badanych odmian słonecznika bulwiastego na herbicydy okazała się odmienna w przypadku zawartości suchej masy, inuliny, białka właściwego i włókna surowego (tab. 3–4). Wszystkie zastosowane herbicydy obniżały zawartość suchej

Tabela 1. Wpływ herbicydów na zawartość składników chemicznych w świeżej masie bulw *Helianthus tuberosus* (średnio lat 1996–1998), %

Table 1. The influence of herbicides on the content of chemical composition in the fresh mass of *Helianthus tuberosus* tubers (mean for 1996–1998), %

Herbicyd Herbicide	Sucha masa Dry matter	Inulina Inuline	Fruktoza Fructose	Glukoza Glucose	Białko ogólne Total protein	Białko właściwe Specific protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół Ash
A	25,36	16,20	12,37	3,83	1,94	1,20	1,36	1,96
B	25,43	15,08	11,74	3,34	1,95	1,18	1,42	2,02
C	25,14	16,00	12,46	3,54	1,92	1,23	1,55	2,03
D	25,48	15,99	12,00	3,99	1,91	1,10	1,47	1,93
E	26,86	15,84	12,64	3,20	2,04	1,23	1,49	2,09
NIR LSD $\alpha=0,05$	0,76	0,34	0,37	0,03	ni ns*	0,07	ni ns	0,13
Średnio Mean	25,65	15,82	12,24	3,58	1,95	1,19	1,46	2,01

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 $\alpha 0,05$ Not significant at $\alpha 0.05$

Tabela 2. Wpływ odmian na zawartość składników chemicznych w świeżej masie bulw *Helianthus tuberosus* (średnio lat 1996–1998), %

Table 2. The influence of the cultivars on the content of chemical composition in the fresh mass of *Helianthus tuberosus* tubers (mean for 1996–1998), %

Odmiana Cultivar	Sucha masa Dry matter	Inulina Inuline	Fruktoza Fructose	Glukoza Glucose	Białko ogólne Total protein	Białko właściwe Specific protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół Ash
Biała Kulista IHAR	25,20	16,07	12,34	3,73	1,70	1,10	1,38	1,86
Czerwona Kulista IHAR	25,84	15,60	11,99	3,61	2,14	1,23	1,37	1,96
Swojecka Czerwona	25,91	15,80	12,40	3,40	2,03	1,23	1,62	2,20
NIR LSD $\alpha=0,05$	0,50	0,20	0,22	0,02	0,12	0,05	0,07	0,09

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

masy w bulwach odmiany Czerwona Kulista IHAR. Azogard oraz mieszanina preparatów: Afalon + Command zmniejszyły istotnie zawartość suchej masy w bulwach odmiany Swojecka Czerwona, zaś w przypadku odmiany Biała Kulista IHAR żaden z badanych sposobów chemicznego ograniczania zachwaszczenia nie różnicował istotnie wartości tej cechy w bulwach. Zawartość inuliny uległa zwiększeniu jedynie w bulwach odmiany Biała Kulista IHAR pod wpły-

Tabela 3. Wpływ herbicydów i odmian na zawartość suchej masy i inuliny w bulwach *Helianthus tuberosus*, %Table 3. The influence of herbicides and cultivars on the dry matter & inulin in *Helianthus tuberosus* tubers, %

Herbicyd Herbicide	Sucha masa Dry mass			Inulina Inuline		
	odmiany cultivars					
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	24,87	24,99	26,22	16,46	15,91	16,23
B	26,14	24,44	25,70	15,79	14,85	14,59
C	24,68	25,51	25,21	16,58	15,10	16,32
D	25,58	25,50	25,37	16,00	16,21	15,76
E	24,74	28,77	27,06	15,51	15,91	16,09
NIR LSD $\alpha=0,05$	1,63			0,8		

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 4. Wpływ herbicydów i odmian na zawartość białka właściwego i włókna surowego w świeżej masie bulw *Helianthus tuberosus*, %Table 4. The influence of herbicides and cultivars on the specific protein and crude fibre in the fresh mass of *Helianthus tuberosus* tubers, %

Herbicyd Herbicide	Białko właściwe Specific protein, %			Włókno surowe Crude fibre, %		
	odmiany cultivars					
	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona	Biała Kulista IHAR	Czerwona Kulista IHAR	Swojecka Czerwona
A	1,19	1,15	1,25	1,30	1,30	1,47
B	1,01	1,16	1,36	1,38	1,22	1,67
C	1,10	1,41	1,18	1,42	1,61	1,61
D	1,00	1,13	1,17	1,39	1,30	1,73
E	1,19	1,30	1,21	1,42	1,43	1,62
NIR LSD $\alpha=0,05$	0,15			0,22		

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

wem preparatu Linurex. Pozostałe odmiany reagowały istotnym spadkiem koncentracji tego składnika jedynie w kombinacjach z mieszaniną herbicydów Afalon + Bladex w porównaniu z obiektem kontrolnym. Odmiany Biała Kulista IHAR i Czerwona Kulista IHAR reagowały istotnym zmniejszeniem akumulacji białka właściwego na stosowanie mieszaniny herbicydów Afalon + Command,

a pierwsza z nich również na mieszaninę preparatów Afalon + Bladex. Odmiana Kulista Czerwona obniżyła ponadto istotnie zawartość tego składnika w bulwach pod wpływem preparatu Linurex. Z badanych odmian jedynie Swojecka Czerwona zwiększyła akumulację włókna surowego pod wpływem herbicydu Azogard. Pozostałe odmiany nie wykazały istotnych zmian w zawartości włókna surowego pod wpływem stosowanych herbicydów.

Zawartość suchej masy, glukozy, białka ogółem i właściwego, włókna surowego i popiołu w bulwach *Helianthus tuberosus* okazała się zmienna w latach badań (tab. 5). Największą koncentracją suchej masy i glukozy odznaczały się

Tabela 5. Wpływ lat na zawartość składników chemicznych w świeżej masie bulw *Helianthus tuberosus*, %

Table 5. The influence of the content of chemical composition in the fresh mass of *Helianthus tuberosus*, %

Rok Year	Sucha masa Dry matter	Inulina Inuline	Fruktoza Fructose	Glukoza Glucose	Białko ogólne Total protein	Białko właściwe Specific protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół Ash
1996	24,86	15,78	12,24	3,54	1,54	1,24	1,16	1,32
1997	25,95	15,78	12,20	3,58	2,67	1,33	1,91	2,94
1998	26,15	15,91	12,30	3,61	1,65	0,98	1,31	2,01
NIR LSD $\alpha=0,05$	0,50	ni ns*	ni ns	0,02	0,12	0,05	0,07	0,09

* nieistotne przy poziomie $\alpha 0,05$ not significant at $\alpha 0,05$

Tabela 6. Wpływ herbicydów i lat na zawartość suchej masy, inuliny i białka ogółem w świeżej masie bulw *Helianthus tuberosus*, %

Table 6. The influence of herbicides and years on the dry mass, inuline and total protein in the fresh mass of *Helianthus tuberosus* tubers, %

Herbicyd Herbicide	Sucha masa Dry mass			Białko ogółne Total protein			Białko właściwe Specific protein		
	lata years								
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998
A	24,82	25,68	25,57	1,37	2,79	1,66	1,17	1,41	1,00
B	24,78	25,67	25,82	1,51	1,67	1,67	1,21	1,39	0,94
C	24,12	25,37	25,92	1,61	2,47	1,68	1,22	1,54	0,93
D	24,54	25,96	25,95	1,55	2,67	1,51	1,21	1,14	0,95
E	26,02	27,07	27,48	1,65	2,75	1,73	1,41	1,20	1,09
NIR LSD $\alpha=0,05$	1,63			0,40			0,10		

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

bulwy w 1998 roku, o optymalnym rozkładzie opadów w ciągu wegetacji, zaś największą zawartością białka ogółem i właściwego oraz włókna surowego i popiołu cechowały się bulwy w najbardziej obfitym w opady, roku 1997.

Oddziaływanie herbicydów na zawartość suchej masy, białka ogółem i właściwego było uzależnione od warunków atmosferycznych w latach badań (tab. 6). W latach 1996 i 1997 zmniejszenie zawartości suchej masy w bulwach spowodowało stosowanie preparatu Azogard, zaś w roku 1998, o korzystnie rozłożonych opadach – herbicydu Linurex. Zawartość białka ogółem istotnie zmniejszyła się pod wpływem mieszaniny herbicydów Afalon + Bładex jedynie w mokrym, roku 1997. Zróżnicowaną reakcję na herbicydy obserwowano w przypadku białka właściwego. W latach o niższej ilości opadów w zasadzie wszystkie preparaty i ich mieszanki obniżały akumulację tego składnika w bulwach, jedynie w mokrym, roku 1997, poza stosowaniem mieszaniny Afalon + Command, wszystkie herbicydy przyczyniły się do wzrostu zawartości tego składnika.

DYSKUSJA

Stosowanie herbicydów w uprawie słonecznika bulwiastego nie zawsze oddziaływało korzystnie na jakość bulw. Wszystkie herbicydy i ich mieszaniny przyczyniły się do zmniejszenia zawartości suchej masy w bulwach *Helianthus tuberosus* w stosunku do obiektu kontrolnego. Użycie mieszaniny herbicydów Afalon + Bładex istotnie obniżyło stężenie inuliny w bulwach, zaś stosowanie mieszaniny preparatów Afalon + Command przyczyniło się do zmniejszenia koncentracji w nich fruktozy i białka właściwego. Z badań własnych [Sawicka 2000a, 2000b] wynika, że mogło to być spowodowane 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 – clomazone, hamuje bowiem biosyntezę pigmentów [Tomlin 1997]. Rola i in. [1999] donoszą, że herbicyd ten, często stosowany w krajach Unii Europejskiej, ma lepszą skuteczność w niszczeniu chwastów w mieszankach z innymi herbicydami. W ich opinii zarówno Command 480 EC, jak i Command 360 CS (nowa formacja w postaci zawiesiny kapsułek w cieczy) nie wywierają ujemnego wpływu na plonowanie roślin uprawnych. Gauvrit [1996] podkreślił z kolei wyższość mieszanin nad pojedynczym herbicydem. Dowiódł on, iż mieszaniny herbicydów zwalczają szersze spektrum gatunków chwastów niż pojedynczy herbicyd.

Azogard przyczynił się do zwiększenia stężenia glukozy w bulwach, ale jednocześnie nie obserwowano istotnego wpływu tego herbicydu na pozostałe składniki suchej masy *Helianthus tuberosus*. Główny mechanizm działania fitocydalnego herbicydów triazynowych, do których należy preparat Azogard, 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].

Linurex, którego substancją aktywną jest linuron, stosowany w chemicznej pielęgnacji słonecznika bulwiastego, wpływał korzystnie na powstawanie inuliny i glukozy, ale ograniczał akumulację suchej masy i popiołu w bulwach. 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 witalności roślin, co ułatwia procesy restytucji.

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 in. [2002], 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 plon bulw. Według opinii Domańskiej [1991] system mechaniczno-chemicznej pielęgnacji roślin uprawnych z zastosowaniem herbicydów skuteczniej zwalcza chwasty i zapewnia wyższe plony bulw niż pielęgnacja mechaniczna. Wyższość mieszanin nad pojedynczym herbicydem podkreślają również Hess [1985], Kirkwood [1991], Rola i in. [1999]. Autorzy ci dowodzą, iż mieszaniny herbicydów zwalczają szersze spektrum gatunków chwastów niż pojedynczy herbicyd. Odmiennego zdania są Masztakov i in. [1971], którzy twierdzą, iż uszkodzenia rośliny uprawnej powodują obniżkę plonu bulw oraz przyczyniają się do jego zdrobnienia.

Zależności w obrębie cech składu chemicznego bulw pomiędzy przebiegiem pogody a reakcją roślin na herbicydy wskazują na to, że determinowana w dużej

mierze czynnikami genetycznymi, jak i warunkami siedliska, potencjalna zdolność akumulowania składników chemicznych bulw może ulec zmniejszeniu po zastosowaniu herbicydów w niesprzyjających warunkach meteorologicznych. Spostrzeżenia te potwierdzają Moreland [1967], Masztakov i in. [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 niewielkie opady mogą stworzyć w glebie gorsze warunki rozkładu herbicydów i również zwiększyć ich fitotoksyczność. Z kolei duża ilość opadów w okresie sadzenia, wschodów i silnego wzrostu masy wegetatywnej rośliny uprawnej wzmacnia ich wrażliwość na herbicydy.

Przeprowadzone badania pozwoliły na wykazanie zmienności porównywalnych odmian słonecznika bulwiastego pod względem zawartości w bulwach podstawowych składników pokarmowych, zależnie od cech genetycznych oraz sposobów pielęgnacji. Otrzymane zawartości suchej masy, inuliny, fruktozy, glukozy, białka ogólnego, włókna surowego i popiołu są porównywalne z wynikami uzyskanymi przez innych autorów [Tabin 1961; Barta, Fuchs 1990; Heinz, Vogel 1991; Schwarz, Hemmes 1991; Sawicka 1995; Szebiotko 1995; Cieślak, Filipiak-Florkiewicz 2000]. Zdaniem Sawickiej [1995] istniejące różnice w składzie chemicznym są podyktowane zmiennością fenotypową odmian słonecznika bulwiastego, która jest łącznym efektem zmienności genetycznej i środowiskowej. Jasiewicz i in. [1999] sugerują, iż warunki stresowe (np. długotrwała susza lub nadmiar opadów) mogą powodować dezorganizację membran chloroplastów, co bezpośrednio wpływa na obniżenie wydajności fotosytemu PS II, który jest najbardziej czułym wskaźnikiem działania na rośliny różnorodnych czynników stresowych. Zróżnicowanie środowiska, w jakim znajdują się rośliny *Helianthus tuberosus*, powoduje modyfikację procesów regulacji wewnętrznej zarówno w obrębie rośliny, jak i poszczególnych pędów. Poznanie zmienności fenotypowej odmian *Helianthus tuberosus* i wydzielenie z niej zmienności genetycznej i środowiskowej ułatwiłoby typowanie do uprawy odmian o największej stabilności pożądaney cechy

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 bulw i akumulując się w nich zmieniać fizjologiczne, biochemiczne i konsumpcyjne właściwości roślin uprawnych. Pod ich działaniem odmiany wrażliwe mogą w sposób trwały zmienić wygląd zewnętrzny, co może doprowadzić do obniżenia nie tylko wielkości plonu, lecz również jego jakości [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 Gauvrita [1996] wykazały, że różnice między odpornymi i wrażliwymi na herbicyd roślinami czy odmianami danego gatunku polegają na tempie przyswajania i rozkładania herbicydu w tkankach.

WNIOSKI

1. Herbicydy i ich mieszaniny wywarły zróżnicowany wpływ na skład chemiczny bulw *Helianthus tuberosus* poprzez: zwiększenie zawartości inuliny pod działaniem preparatu Linurex, zmniejszenie koncentracji fruktozy w bulwach pod wpływem mieszaniny preparatów Afalon +Bladex; wzrost stężenia glukozy, a jednocześnie obniżenie zawartości białka właściwego i popiołu w bulwach po zastosowaniu mieszaniny preparatów Afalon + Command.

2. Odmiana Biała Kulista IHAR, z uwagi na wyższą zawartość inuliny w bulwach, może być przydatna dla przemysłu przetwórczego, zaś wysoka wartość odżywcza odmian Swojocka Czerwona i Kulista Czerwona IHAR predestynuje je bardziej do celów konsumpcyjnych.

3. Badane odmiany wyróżniały się odmienną reakcją na herbicydy stosowane w uprawie słonecznika bulwiastego, co może świadczyć o tym, iż stresowe oddziaływania w środowisku roślin (herbicydy) mogą powodować dezorganizację membran chloroplastów, co wpływa na obniżenie wydajności fotosystemu PS II, a tym samym na modyfikację procesów regulacji wewnętrznej.

4. Potencjalna zdolność akumulowania składników chemicznych przez bulwy *Helianthus tuberosus* może ulec zmniejszeniu po zastosowaniu herbicydów w niesprzyjających warunkach meteorologicznych.

PIŚMIENNICTWO

- Baraniak B., Mróz D. 2000. Chosen functional properties of protein concentrates obtained from topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) juice. Pol. J. Food Nutr. Sci. 7 (48), 92–95.
- Barta J., Fuchs A. 1990. Jerusalem artichoke as a multipurpose raw material for food products of high fructose or inulin content. Precedings of 8th Conf. on Food Science, Budapest, 10–11 V, 14–15.
- Barta J., Goin B., Torok S. 1991. Natural foods from Jerusalem artichoke tubers. Acta-Altimentaria 20 (1), 72–73.

- Berghofer E., Reiter E. 1997. Production and functional properties of Jerusalem artichoke powder. Proceedings of 4th International Workshop on Carbohydrates as Organic Raw Materials. Vienna, 20–21 III, 53.
- Bobrownik L.D. in. 1990. Promising directions for using Jerusalem artichoke in the food industry. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Pishchevaya Tekhnologiya 4, 12–13.
- Cieślak E., Filipiak-Florkiewicz A. 2000. Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) – wykorzystanie do produkcji żywności funkcjonalnej. Żywność 1, 74–81.
- Domańska H. 1991. Herbicydy. Wyd. SGGW, Warszawa.
- 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.). Hod. Rośl. i Nas. 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., Offer 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, 213–221.
- Heinz F., Vogel M. 1991. Verfahren zur Herstellung eines glucose-, fructose- and saccharosearmen Inulosaccharid-Produktes. German Federal Republic Patent.
- 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.
- Masztakov 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.
- Pruszyński S. i in. 2002. Zalecenia ochrony roślin na lata 2002/03. Cz. II. Rośliny rolnicze. Wyd. IOR, Poznań.
- Rola H., Franek M., Widerski K., Grzbiela M. 1999. Badania nad zastosowaniem nowej formułacji chlomazonu (Command 360 CS) do zwalczania chwastów w rzepaku ozimym i jarym. Post. Ochr. Rośl. 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., 1995. Skład chemiczny bulw *Helianthus tuberosus* L. w warunkach stosowania wysokiego nawożenia azotem. Mat. Konf. Nauk. nt.: Osiągnięcia i perspektywy technologii żywności. Łódź 12–13 IX, 106.
- Sawicka B. 1999. Możliwości wykorzystania słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.) jako warzywa. Proceedings of the VIII Scientific Horticulture Plant Breeding Symposium. Lublin, 04–05 II, 95–98.

- Sawicka B. 2000a. Stres roślin *Helianthus tuberosus* L. wywołany stosowaniem herbicydów triazynowych i moczniakowych. Zesz. Nauk. PAN, Lublin 1, 100–101.
- Sawicka B. 2000b. Efekty stosowania herbicydów w uprawie *Helianthus tuberosus* L. Cz. II. Wzrost roślin i zachwaszczenie. Biul. IHAR 215, 305–322.
- Scalla R. 1990. Les herbicides. Mode d'action et principes d'utilisation. INRA, Paris.
- Szebiotko K. 1995. Genotypy *Helianthus tuberosus* L. jako surowiec do produkcji składników paszowych oraz produktów spożywczych. Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego KBN, AR w Poznaniu, 1–42.
- Schwarz E., Hemmes W.P. 1991. Der Einsatz von Inulase produzierenden Hefen bei der Herstellung von Topinamburbranntweinen. Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel 13, 70–75.
- Tabin S. 1961. Plon i zawartość składników pokarmowych w bulwie (*Helianthus tuberosus* L.) w zależności od terminu jej zbioru. Roczn. Nauk Rol. 82, Ser. A, 4, 1–26.
- Tomlin C.D.S. 1997. The pesticide manual. British Crop Protection Council, Farnham, Surrey.
- Vanova M., Benada J. 1983. Vliv terminu aplikace herbicidu na fitotoxicitu a odrudovou citlivost ozime pšenice. Ochr. Rostl. 19, 225–234.

