

Received: 04.03.2022 / Accepted: 08.04.2022

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Możliwości zwalczania chwastów w uprawie buraka cukrowego po wycofaniu desmedifamu i ewentualnym niezatwierdzeniu do dalszego stosowania fenmedifamu i chlorydazonu

Possibilities of weed control in sugar beet crop after desmedipham withdrawn and possible non-approval of further use of phenmedipham and chloridazone

Wojciech Miziniak*

Streszczenie

Badania polowe przeprowadzono w latach 2019–2020, w buraku cukrowym odmiany Picobella. Celem pracy było opracowanie alternatywnego programu zwalczania chwastów z pominięciem fenmedifamu, desmedifamu oraz chlorydazonu. Badane mieszaniny zawierające metamitron, etofumesat, triflusulfuron metylowy i lenacyl stosowane w różnych kombinacjach łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC skutecznie zwalczały komosę białą (*Chenopodium album*) do fazy 1 pary liści właściwych (BBCH 12). Wyłączenie etofumesatu z mieszanin metamitronu (700 g/ha) i triflusulfuronu metylowego (15 g/ha) wpływa na pogorszenie efektywności zwalczania tego chwastu. W przypadku braku etofumesatu, polepszenie skuteczności działania uzyskano poprzez zwiększenie dawki metamitronu (1050 g/ha) oraz dodatek lenacylu (100 g/ha) do składu mieszaniny. Przeprowadzone badania dowiodły, że możliwa jest skuteczna ochrona upraw buraka przed komosą białą (*Ch. album*) po wycofaniu desmedifamu oraz po ewentualnym niezatwierdzeniu do dalszego stosowania fenmedifamu i chlorydazonu.

Słowa kluczowe: metamitron, etofumesat, triflusulfuron metylowy, lenacyl, adiuwant, chwasty

Abstract

The field research were carried out in 2019–2020, in Picobella sugar beet. The aim of the study was to develop an alternative weed control program without phenmedipham, desmedipham and chloridazone. The tested mixtures containing metamitron, ethofumesate, triflusulfuron-methyl, and lenacil used in various combinations together with the Atpolan BIO 80 EC adjuvant effectively controlled Fat hen (*Chenopodium album*) up to phase 1 of a pair of true leaves (BBCH 12). Excluding ethofumesate from mixtures of metamitron (700 g/ha) and triflusulfuron-methyl (15 g/ha) reduces the effectiveness of weed control. In the absence of ethofumesate, the effectiveness of the action is improved by increasing the dose of metamitron (1050 g/ha) and adding lenacil (100 g/ha) to the composition of the mixture. The conducted research proved that it is possible to effectively protect beet crops against Fat hen (*Ch. album*) after the desmedipham withdrawn and possible non-approval of phenmedipham and chloridazone.

Key words: metamitron, ethofumesate, triflusulfuron-methyl, lenacil, adjuvants, weeds

Wstęp / Introduction

Regulacja zachwaszczenia plantacji buraka cukrowego na przestrzeni kilkudziesięciu lat uległa znacznej modyfikacji. Pierwsze istotne zmiany wdrożono w latach 80-tych XX wieku poprzez upowszechnienie systemu dawek dzielonych. W latach 90-tych w USA pojawiła się rewolucyjna koncepcja stosowania mikrodawek, która w znacznym stopniu zredukowała ilość substancji czynnych stosowanych do ochrony plantacji buraka cukrowego. W obydwu systemach, zagwarantowanie plantacji wolnej od chwastów w okresie wegetacji roślin wiąże się z właściwym doбором substancji czynnych, terminowym wykonaniem poszczególnych aplikacji oraz zastosowaniem odpowiedniego adiuwanta (Wilson 1994; Paradowski i Adamczewski 2002; Woźnica i wsp. 2004; Domaradzki 2007; Krawczyk i wsp. 2007).

Do lipca 2020 roku herbicydy zawierające takie substancje czynne, jak: fenmedifam, desmedifam oraz etofumesat stanowiły podstawę, na której formułowano programy zwalczania chwastów w buraku cukrowym. W zależności od struktury zachwaszczenia oraz fazy rozwojowej chwastów wprowadzenie do mieszanki trzech wymienionych powyżej substancji, dodatkowo metamitronu lub triflusuifuronu metylowego ograniczało zachwaszczenie w stosunku do szerokiego spektrum chwastów (Krawczyk i wsp. 2007; Domaradzki 2011). Wysoka efektywność chwastobójcza mieszanin wynika przede wszystkim ze wspólnego uzupełniania się i wspomagania poszczególnych substancji czynnych (De Cauwer i wsp. 2018). Wzajemne dopełnienie ich działania odgrywa istotną rolę w zwalczaniu gatunków średnio wrażliwych na aplikowane substancje czynne. Z chwilą usunięcia desmedifamu uległa zredukowaniu ilość substancji czynnych zalecanych do zwalczania chwastów z rodziny szarłatowatych. Według zaleceń ochrony roślin, *Chenopodium album* jest wrażliwa na chlorydazon, lenacyl oraz metamitron, natomiast *Amaranthus retroflexus* można wyeliminować za pomocą etofumesatu, metamitronu oraz triflusuifuronu metylowego. Nie mniej jednak nie zakończono jeszcze przeglądu substancji czynnych rekomendowanych do regulacji zachwaszczenia w poszczególnych krajach Unii Europejskiej. Wobec możliwości niezatwierdzenia kolejnych substancji czynnych herbicydów, tj. fenmedifamu i chlorydazonu, zwalczanie chwastów w odmianach klasycznych będzie wymagało opracowania nowych rozwiązań.

Celem pracy było opracowanie alternatywnego programu opartego na mieszaninach etofumesatu, metamitronu, chinomeraku, triflusuifuronu metylowego oraz lenacylu aplikowanych w różnych zestawieniach.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania polowe przeprowadzono w latach 2019–2020, w buraku cukrowym odmiany Picobella. Buraki wysiano w pierwszej dekadzie kwietnia w ilości 1,25 j.s./ha (j.s. – jednostka siewna – 100 000 nasion). Przedplonem w obydwu latach była pszenica ozima. Doświadczenia prowadzono na glebie brunatnej, charakteryzującej się odczynem lekko kwaśnym (pH 5,8–6,3) oraz zawartością materii organicznej w przedziale od 0,91 do 2,26%. W okresie wegetacji roślin zastosowano 122 kg N/ha, 30 kg P₂O₅/ha, 75 kg K₂O/ha oraz standardową ochronę plantacji przeciwko agrofagom (choroby i szkodniki).

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 30,0 m². Obiektami badań były mieszaniny herbicydowe aplikowane w różnych zestawieniach, zawierające metamitron, chinomerak, etofumesat, lenacyl, chlopyralid oraz triflusuifuron metylowy. Wymienione substancje czynne, niezależnie od składu mieszaniny, stosowano łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC wykazującym działanie wielokierunkowe. Aplikację badanych środków przeprowadzono trzykrotnie, niezależnie od fazy buraka cukrowego, na chwasty w stadium liści. Zabiegi wykonano opryskiwaczem rowerowym typu Victoria, wyposażonym w rozpylacz TEEJET 110 02 VP. Ciśnienie robocze wynosiło 0,25 MPa, a wydatek cieczy opryskowej 200 l/ha.

Skuteczność zwalczania chwastów oceniano wizualnie, porównując stan zachwaszczenia poszczególnymi gatunkami na każdym poletku traktowanym herbicydem z odpowiednim poletkiem kontrolnym. Na kontroli, w czterech losowo wybranych miejscach określono liczbę roślin poszczególnych gatunków chwastów występujących na powierzchni 1,0 m² (4 × 0,25 m²). W ocenie zachwaszczenia brano pod uwagę liczbę chwastów, stopień pokrycia gleby oraz ich wysokość i wigor. Skuteczność zwalczania przedstawiono w skali procentowej, gdzie 100% oznacza całkowite zniszczenie, a 0% oznacza brak działania herbicydu. W okresie wegetacji roślin przeprowadzono systematyczne, wizualne oceny wrażliwości buraka cukrowego na zastosowane mieszaniny. Zbiór buraków przeprowadzono w fazie BBCH 49, z czterech środkowych rzędów o długości 5,6 m (10,08 m²). Masę korzeni uzyskaną z poszczególnych poletek przeliczono i wyrażono w t/ha. Analizę zawartości cukru i melasotworów w korzeniach przeprowadzono w certyfikowanym laboratorium, na automatycznej linii Venema w Kutnowskiej Hodowli Buraka Cukrowego Sp. z o.o. w Straszku. Analizie statystycznej poddano dane dotyczące skuteczności chwastobójczej, plonu korzeni, plonu technologicznego cukru, zawartości cukru oraz zawartości związków melasotwórczych. Wyniki poddano analizie wariancji, z wykorzystaniem programu ARM wersja 2021.0

dla doświadczenia jednoczynnikowego. Dane przetestowano pod kątem rozkładu normalnego testem Shapiro-Wilka. Istotne różnice (NIR) wyznaczano za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Efektywność działania herbicydów uzależniona jest od kilku istotnych czynników warunkujących ich optymalne działanie. Oprócz doboru do fazy rozwojowej chwastów odpowiedniej substancji oraz terminowego wykonania zabiegów, w regulacji zachwaszczenia istotną rolę odgrywają warunki atmosferyczne panujące w okresie aplikacji herbicydów. Optymalna temperatura powietrza dla działania herbicydów

oscyluje w przedziale od 10 do 25°C, natomiast wilgotność powietrza od 50 do 90% (Woźnica 2008).

W 2020 roku podczas wykonywania zabiegów odnotowano niską wilgotność względną powietrza oscylującą w zakresie od 35,0 do 46,1% w zależności od terminu aplikacji (tab. 1). Pomimo mało sprzyjających warunków atmosferycznych poziom redukcji *Ch. album* mieszaninami etofumesatu i metamitronu, stosowanymi łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC, nie różnił się od rezultatów uzyskanych w 2019 roku. Dla każdego wariantu badań opartego na wymienionych substancjach czynnych uzyskano 100% skuteczności działania. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono znaczącą rolę etofumesatu w regulacji zachwaszczenia. Brak tej substancji w mieszaninach z metamitronem i triflusufluronem metylowym powoduje

Tabela 1. Warunki meteorologiczne podczas aplikacji herbicydów w miejscowości Fałęcin

Table 1. Meteorological conditions during the application of herbicides in the village Fałęcin

Termin zabiegu Time of application	Data wykonania zabiegu Date of application	Temperatura podczas zabiegu Temperature during application [°C]	Wilgotność powietrza Air humidity [%]	Ilość pierwszego opadu po zabiegu Amount of first precipitation after application [mm]	Pierwszy opad po zabiegu First precipitation after application	Suma opadów w tygodniu po zabiegu Total precipitations in 1st week after application [mm]
2019						
A	07.05.2019	9,2	58,0	9,0	09.05.2019	1,0
B	20.05.2019	20,1	66,8	39,0	21.05.2019	1,0
C	03.06.2019	21,9	61,6	10,0	13.06.2019	15,0
2020						
A	27.04.2020	14,8	35,0	1,0	29.04.2020	0,6
B	07.05.2020	14,0	44,5	10,6	11.05.2020	15,0
C	21.05.2020	11,3	46,1	19,5	23.05.2020	1,7

Tabela 2. Temperatura powietrza i opady w poszczególnych latach badań w miejscowości Fałęcin

Table 2. Air temperature and precipitation during years of investigation in the village Fałęcin

Miesiąc Month	Warunki pogodowe w poszczególnych latach badań Weather conditions in the years of investigation			
	2019		2020	
	średnia temperatura average temperature [°C]	opad rainfall [mm]	średnia temperatura average temperature [°C]	opad rainfall [mm]
IV	10,6	4,0	8,7	1,6
V	12,4	81,0	11,4	31,4
VI	21,4	54,0	18,1	113,6
VII	18,7	41,0	17,7	86,3
VIII	20,5	41,0	19,7	46,1
IX	14,0	60,0	14,9	60,2
Suma – Sum	–	281,0	–	339,2

Tabela 3. Wpływ badanych mieszanin herbicydowych na zwalczanie chwastów
Table 3. Influence of tested herbicides mixture on weed control

Lp. No.	Obiekt Treatment	Dawka na ha Dose per ha [g/ha]	Termin aplikacji Time of application	Efektywność zniszczenia chwastów – Weed control [%]									
				<i>Chenopodium album</i>		<i>Brassica napus</i>		<i>Capsella bursa-pastoris</i>		<i>Thlaspi arvense</i>			
				2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020		
1.	kontrola*** – untreated check***	–	–	80,5	18,5	5,0	24,5	4,5	9,0	4,0	5,0		
2.	etofumesat + metamitron* ethofumesate + metamitron*	300 + 700	A, B, C	100,0 a	100,0 a	75,0 b	66,3 c	100,0	100,0	100,0	100,0		
3.	etofumesat + metamitron + triflusalifuron* ethofumesate + metamitron + triflusalifuron*	300 + 700 + 15	A, B, C	100,0 a	100,0 a	99,0 a	93,5 ab	100,0	100,0	100,0	100,0		
4.	etofumesat + metamitron + triflusalifuron + lenacil* ethofumesate + metamitron + triflusalifuron + lenacil*	300 + 700 + 15 + 100	A, B, C	100,0 a	100,0 a	99,0 a	99,5 a	100,0	100,0	100,0	100,0		
5.	metamitron + triflusalifuron* metamitron + triflusalifuron*	700 + 15	A, B, C	92,5 ab	90,0 b	93,5 a	87,5 b	100,0	100,0	100,0	100,0		
6.	metamitron + triflusalifuron + lenacil* metamitron + triflusalifuron + lenacil*	1050 + 15 + 100	A, B, C	98,8 a	100,0 a	98,5 a	98,8 a	100,0	100,0	100,0	100,0		
7.	metamitron + chinomerak + etofumesat + triflusalifuron* metamitron + chinomerak + ethofumesate + triflusalifuron*	787,5–1050** + 60–80** + 165 + 7,5	A, B, C	100,0 a	99,0 a	92,5a	88,8 b	100,0	100,0	100,0	100,0		
8.	fenmedifam + desmedifam phenmedipham + desmedipham	160 + 160	A, B, C	87,8 b	99,3 a	0,0 c	42,5 d	100,0	100,0	100,0	100,0		
NIR (0,05) – LSD (0,05)				8,85	3,85	9,07	8,36	–	–	–	–		

A, B, C – termin zabiegu – time of application

*w wariantach 2, 3, 4, 5, 6 – stosowano adiuwant Atpolan BIO 80 EC w dawce 1,0 l/ha

*in variants 2, 3, 4, 5, 6 – the adjuvant Atpolan BIO 80 EC was used at a dose of 1.0 l/ha

**w programie 7 aplikowano metamitron + chinomerak w dawce (I zabieg – 1050 + 80, II i III zabieg – 787,5 + 60 g/ha). Natomiast adiuwant Atpolan BIO 80 EC I zabieg – 0,7 l/ha, II zabieg – 1,0 l/ha, III zabieg – 1,5 l/ha

**in program 7 metamitron + chinomerak was applied at the dose (I treatment – 1050 + 80, II and III treatment – 787.5 + 60 g/ha). On the other hand, the adjuvant Atpolan BIO 80 EC I treatment – 0.7 l/ha, II treatment – 1.0 l/ha, III treatment – 1.5 l/ha

***dla kontroli podano liczbę chwastów [szt./m²]

***for untreated – number of weeds per sq. m

Tabela 4. Wpływ badanych mieszanin na plonowanie i wybrane cechy jakościowe buraka cukrowego
Table 4. Influence of tested mixtures on yield and selected quality characteristics of sugar beet

Lp. No.	Objekt Treatment	Dawka na ha Dose per ha [g/ha]	Termin aplikacji Time of application	Plon korzeni Yield of roots [t/ha]		Plon cukru Yield of sugar [t/ha]		Polaryzacja Sugar content in roots [%]		Zawartość związków melasotwórczych [mmol/1000 g miazgi] The content of molasses forming compounds [mmol/1000 g of pulp]					
				2019	2020	2019	2020	2019	2020	K+		Na+		N-α-NH ₂	
										2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	kontrola untreated check	–	–	3,7 c	12,52 c	0,56 c	1,53 d	17,2 b	14,02 d	32,2 a	34,55 a	4,8 a	5,10 a	12,8 a	8,55 a
2.	etofumesat + metamitron* ethofumesate + metamitron*	300 + 700	A, B, C	58,8 ab	73,58 ab	9,40 ab	9,62 bc	17,9 ab	14,96 abc	33,7 a	34,50 a	5,5 a	4,65 a	14,7 a	11,45 a
3.	etofumesat + metamitron + triflusulfuron* ethofumesate + metamitron + triflusulfuron*	300 + 700 + 15	A, B, C	57,0 ab	82,88 a	9,40 ab	11,25 a	18,3 a	15,36 ab	32,9 a	35,07 a	4,0 a	3,72 a	13,5 a	9,85 a
4.	etofumesat + metamitron + triflusulfuron + lenacyl* ethofumesate + metamitron + triflusulfuron + lenacyl*	300 + 700 + 15 + 100	A, B, C	62,0 ab	77,60 ab	10,14 ab	10,31 abc	18,2 ab	15,04 abc	33,1 a	33,07 a	4,1 a	4,40 a	14,8 a	8,42 a
5.	metamitron + triflusulfuron* metamitron + triflusulfuron*	700 + 15	A, B, C	56,1 ab	80,59 a	9,05 ab	11,03 ab	18,0 ab	15,45 a	33,4 a	33,57 a	4,6 a	3,42 a	13,6 a	9,95 a

Tabela 4. Wpływ badanych mieszanin na plonowanie i wybrane cechy jakościowe buraka cukrowego – cd.
Table 4. Influence of tested mixtures on yield and selected quality characteristics of sugar beet – continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6.	metamitron + triflusalufuron + lenacyl* metamitron + triflusalufuron + lenacyl*	1050 + 15 + 100	A, B, C	56,6 ab	76,20 ab	9,08 ab	9,87 abc	17,9 ab	14,67 bcd	32,5 a	32,57 a	3,9 a	4,75 a	13,7 a	8,00 a
7.	metamitron + chinomerak + etofumesat + triflusalufuron* metamitron + chinomerak + etofumesate + triflusalufuron*	787,5– 1050** + 60–80** + 165 + 7,5	A, B, C	66,81 a	80,75 a	10,84 a	10,12 abc	17,9 ab	14,42 cd	33,6 a	38,45 a	3,9 a	6,20 a	15,9 a	11,65 a
8.	fenmedifam + desmedifam phenmedipham + desmedipham	160 + 160	A, B, C	49,5 b	69,73 b	7,88 b	9,18 c	18,1 ab	14,78 abc	33,7 a	31,90 a	5,1 a	5,02 a	14,4 a	8,27 a
NIR (0,05) – LSD (0,05)		–	–	17,226	10,527	2,773	1,502	0,983	0,756	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

A, B, C – termin zabiegu – time of application

*w wariantach 2, 3, 4, 5, 6 – stosowano adiuwant Atpolan BIO 80 EC w dawce 1,0 l/ha

*in variants 2, 3, 4, 5, 6 – the adjuvant Atpolan BIO 80 EC was used at a dose of 1.0 l/ha

**w programie 7 aplikowano metamitron + chinomerak w dawce (I zabieg – 1050 + 80, II i III zabieg – 787,5 + 60 g/ha). Natomiast adiuwant Atpolan BIO 80 EC I zabieg – 0,7 l/ha, II zabieg – 1,0 l/ha, III zabieg – 1,5 l/ha

**in program 7 metamitron + quinomerac was applied at the dose (I treatment – 1050 + 80, II and III treatment – 787.5 + 60 g/ha). On the other hand, the adjuvant Atpolan BIO 80 EC I treatment – 0.7 l/ha, II treatment – 1.0 l/ha, III treatment – 1.5 l/ha

obniżenie skuteczności zwalczania *Ch. album*. Pewnym rozwiązaniem w tym przypadku jest zwiększenie dawki metamitronu (1050 g/ha) oraz zastosowanie lenacylu w dawce 100 g/ha. Efektywność tych mieszanin oscylowała w przedziale od 98,8 do 100%. W zaprezentowanych w tabeli 3. programach, sumaryczna dawka metamitronu wynosiła od 2100 do 3150 g/ha, w przypadku aplikacji bez etofumesatu. Biorąc pod uwagę występowanie biotypów *Ch. album* (De Cauwer i wsp. 2018; Adamczewski i wsp. 2019) oraz *Atriplex patula* (De Cauwer i wsp. 2018) odpornych na metamitron, najbardziej racjonalnym sposobem walki z chwastem po ewentualnym wykluczeniu fenmedifamu i chlorydazonu będzie aplikacja mieszanin etofumesatu i metamitronu.

Według Woźnicy i wsp. (2006, 2007) *Ch. album* jest jednym z najtrudniejszych gatunków chwastów do zwalczania na plantacjach buraka cukrowego. Wynika to przede wszystkim z możliwości zachwaszczania upraw w całym okresie wegetacji rośliny uprawnej. Autorzy wykazali, że łączne stosowanie obniżonych dawek fenmedifamu, desmedifamu, etofumesatu, triflusuifuronu metylowego i chlopyralidu, aplikowanych łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC ogranicza *Ch. album* o 90%. Dodanie do cieczy opryskowej lenacylu w ilości 100 g/ha polepsza efektywność zwalczania chwastu w zakresie od 95 do 98%. Podobne wnioski zaprezentował Idziak i wsp. (2009), natomiast Domaradzki (2011) silne ograniczanie zachwaszczenia, w tym także komosy białej uzyskał dodając chlorydazon. Zdaniem De Cauwer i wsp. (2018) system FAR składający się z obniżonych dawek F – fenmedifamu lub desmedifamu, A – aktywatora (etofumesat lub trialat) oraz R – substancji czynnej działającej poprzez glebę (metamitron lub lenacyl) aplikowanych łącznie z adiuwantem efektywnie zwalcza *Ch. album* oraz *A. patula*. Z kolei zdaniem Izadi-Darbandi i wsp. (2019) ograniczenie zachwaszczenia powodowanego przez omawiany gatunek można uzyskać stosując jednorazowo obniżone o 25% dawki mieszaniny zawierającej fenmedifam, desmedifam, etofumesat – 617,2 g/ha z adiuwantem Adigor (0,5 l/ha).

Wszyscy wymienieni powyżej autorzy stosowali programy herbicydowe oparte na fenmedifamie i desmedifamie. W badaniach własnych skuteczną ochronę plantacji buraka uzyskano aplikując mieszaninę etofumesatu, metamitronu, triflusuifuronu metylowego oraz lenacylu łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC. W obydwu latach prowadzenia badań polowych, badane mieszaniny wykazywały większą biologiczną efektywność redukcji nasilenia komosy białej niż preparat standardowy zawierający mieszaninę fenmedifamu (160 g/l) oraz desmedifamu (160 g/l).

Pomimo wysokiej skuteczności mieszanin etofumesatu i metamitronu w limitowaniu populacji *Ch. album*, *Capsella bursa-pastoris* i *Thlaspi arvense* odnotowano niezadowalającą efektywność zwalczania w stosunku do *Brassica napus*. Dodanie do mieszanin triflusuifuronu metylowego w zalecanej dawce 15 g/ha poprawiło efekt chwastobójczy. Najlepsze rezultaty odnotowano po zastosowaniu 3 miesza-

nin zawierających metamitron, etofumesat, triflusuifuron metylowy oraz lenacyl aplikowanych w różnych zestawieniach łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC (wariant 4, 6 i 7) (tab. 3).

W obydwu latach badań nie stwierdzono fitotoksycznego wpływu badanych mieszanin na wzrost i rozwój buraka cukrowego odmiany Picobella.

Plonowanie buraka cukrowego uzależnione było od warunków atmosferycznych panujących w okresie wegetacji. W 2019 roku zanotowano wyższe średnie dobowe temperatury powietrza oraz niższe opady w porównaniu do analogicznego okresu 2020 roku (tab. 2). W związku z powyższym, w dwóch kolejnych latach zaobserwowano różnicowany potencjał plonowania buraka cukrowego odmiany Picobella (tab. 4). W pierwszym roku, plony zebrane z kombinacji chronionych herbicydami zawierały się w przedziale od 49,5 do 66,8 t/ha, natomiast w drugim, były znacznie wyższe i wynosiły od 69,7 do 82,9 t/ha. Niezależnie od roku stwierdzono istotny przyrost plonu korzeni z wariantów traktowanych herbicydami w porównaniu do kontroli bezwzględnej. Natomiast w obrębie samej ochrony herbicydowej w większości ocenianych programów nie odnotowano znaczących różnic. Uzyskane relacje potwierdzają wnioski Woźnicy i wsp. (2007), Idziaka i wsp. (2009) oraz Domaradzkiego (2011).

Sposób ochrony plantacji nie miał istotnego wpływu na parametry jakościowe buraka cukrowego, tj. zawartość cukru oraz zawartość związków melasotwórczych – azotu α -aminowego, potasu i sodu. Jednakże w obydwu latach badań odnotowano duże wahania zawartości sacharozy w korzeniach (niższa zawartość w 2020 r.). Powyższe relacje zostały potwierdzone w badaniach Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). Buraki cukrowe w 2020 roku charakteryzowały się niską zawartością cukru – 15,4%, w porównaniu do 2019 roku, gdy wynosiła ona 17,8% (wartości średnie z danych COBORU – wzorzec plonowania) (COBORU 2021). Rother (1998), Hoffmann (2000), Hoffmann i Märlander (2001), Barłóg i Grzebisz (2004), Stępień i wsp. (2010) oraz Ciebień (2015) stwierdzili, że warunki pogodowe odgrywają znaczącą rolę w akumulacji sacharozy. Ciepłe lato oraz sucha i ciepła jesień sprzyjają akumulacji cukru w korzeniach buraków. Innym czynnikiem warunkującym zawartość cukru jest stanowisko (Hoffmann 2000; Hoffmann i Märlander 2001) oraz różnice odmianowe (Barłóg i Grzebisz 2004).

Wnioski / Conclusions

1. Badane mieszaniny zawierające metamitron, etofumesat, triflusuifuron metylowy oraz lenacyl, stosowane w różnych kombinacjach łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC, efektywnie zwalczają *Ch. album* od stadium kiełkowania do początku 1 pary liści właściwych.

2. Aplikacja mieszaniny metamitronu (700 g/ha) łącznie z triflusaluronem metylowym (15 g/ha) wpływa na pogorszenie efektywności zwalczania *Ch. album*.
3. W przypadku braku etofumesatu, polepszenie skuteczności działania uzyskano poprzez zwiększenie dawki metamitronu (1050 g/ha) oraz dodatek lenacylu (100 g/ha).
4. Przeprowadzone badania dowiodły, że możliwa jest skuteczna ochrona plantacji buraka cukrowego przed komosą białą po wycofaniu desmedifamu oraz po ewentualnym niezatwierdzeniu fenmedifamu i chlorydazonu.
5. W przeprowadzonych obserwacjach polowych nie stwierdzono fitotoksycznego wpływu testowanych mieszanin na wzrost i rozwój buraka cukrowego odmiany Picobella.
6. W wyniku zastosowania chemicznego zwalczania chwastów uzyskano istotny przyrost plonu korzeni oraz plonu cukru technologicznego w stosunku do kontroli.

Literatura / References

- Adamczewski K., Matysiak K., Kierzek R., Kaczmarek S. 2019. Significant increase of weed resistance to herbicides in Poland. *Journal of Plant Protection Research* 59 (2): 139–150. DOI: 10.24425/jppr.2019.129293
- Barłóg P., Grzebisz W. 2004. Plonotwórcza i diagnostyczna ocena nawożenia buraków cukrowych potasem z udziałem sodu i magnezu. Część II. Jakość korzeni i plon cukru. [Sugar beets fertilization with potassium, sodium and magnesium – yielding and diagnostic evaluation. Part III. Quality of roots and yield of sugar]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 234: 83–92.
- Ciebień M. 2015. Ocena oddziaływania warunków meteorologicznych na zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego na Zamojszczyźnie. [Assessment of the impact of meteorological conditions on the sugar content of sugar beet roots in the Zamość region]. *Annales UMCS LXX* (3) Sectio E, Agricultura/Agronomy Science 70 (3): 1–10. DOI: 10.24326/as.2015.3.1
- COBORU 2021. Lista Opisowa Odmian Roślin Rolniczych 2021. Burak. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka, 34 ss.
- De Cauwer B., Cardinael A., Claerhout S., Manderyck B., Reheul D. 2018. Differential sensitivity of *Atriplex patula* and *Chenopodium album* to sugar beet herbicides: a possible cause for the upsurge of *A. patula* in sugar beet fields. *Weed Research* 58 (2): 99–111. DOI: 10.1111/wre.12291
- Domaradzki K. 2007. Optymalizacja stosowania herbicydów w systemach chemicznej ochrony buraka cukrowego. [Optimisation of herbicide application in the sugar beet protection system]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (3): 64–73.
- Domaradzki K. 2011. Skuteczność mikrodawków herbicydów w systemach chemicznej ochrony buraka cukrowego. [Efficacy of reduced herbicide doses in chemical protection systems in sugar beet]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 51 (4): 1683–1689.
- Hoffman C. 2000. Technische Qualität bei Rübenach der Standort spielt eine Rolle! *Zuckerübe* 49 (5): 244–246.
- Hoffmann C., Märlander B. 2001. Perspektiven des Ertragspotenzials von Zuckerrüben-Einfluss von Witterung und Standort. *Impressum Südzucker AG, Mannheim, Germany*: 22–30.
- Idziak R., Woźnica Z., Cieślowski W. 2009. Odchwaszczanie buraka cukrowego z wykorzystaniem mikrodawków herbicydów. [Weed control in sugar beet with microrates of herbicides]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (1): 330–333.
- Izadi-Darbandi E., Aliverdi A., Anabestani M., Shamsabadi A. 2019. Adjuvants to improve phenmedipham + desmedipham + ethofumesate efficacy against weeds in sugar beet (*Beta vulgaris*). *Planta Daninha* 37: e019185430. DOI: 10.1590/S0100-83582019370100021
- Krawczyk R., Adamczewski K., Głowacki G. 2007. Wpływ mikrodawków herbicydów na zachwaszczenie buraka cukrowego. [Influence of herbicide micro-rates in sugar beet production on weed infestation and yield]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (3): 159–163.
- Paradowski A., Adamczewski K. 2002. Ocena wpływu zmiany technologii odchwaszczania buraka cukrowego na przestrzeni ostatnich 15 lat. [Evaluation of change of weed control technology in sugar beet in the last 15 years]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 222: 271–277.
- Rother B. 1998. Die technische Qualität der Zuckerrübe unter dem Einfluß verschiedener Anbaufaktoren. *Cuvillier Verlag Göttingen*: 15–45. ISBN 3-89712-27.
- Stępień A., Pawluczuk J., Adamiak J., Marks M., Buczyński G. 2010. Wpływ wybranych czynników klimatycznych Polski północno-wschodniej na jakość plonu korzeni buraka cukrowego. [Influence of meteorological conditions in north-eastern Poland on quality of sugar beets yields]. *Fragmenta Agronomica* 27 (1): 170–176.
- Wilson R.G. 1994. New herbicides for postemergence application in sugarbeet (*Beta vulgaris*). *Weed Technology* 8 (4): 807–811.
- Woźnica Z. 2008. *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. PWRiL, Poznań, 432 ss.
- Woźnica Z., Adamczewski K., Szeleźniak E. 2004. Stosowanie mikrodawków herbicydów w uprawie buraka cukrowego. [Application of herbicide micro-rates in sugar beet production]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 44 (1): 523–530.
- Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2006. Możliwość zastosowania mikrodawków herbicydów do odchwaszczania buraka cukrowego. [Possibilities of weed control in sugar beets with microrates of herbicides]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (2): 223–225.
- Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2007. Mikrodawki herbicydów – nowa opcja odchwaszczania buraków cukrowych. [Herbicide microrates – a new option of weed control in sugar beet]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (3): 310–315.