PROGRESS IN PLANT PROTECTION
66 (3): 101–109, 2026
eISSN 2084-4883

DOI: 10.14199/ppp-2026-010
Published online: 03.09.2026

Received: 24.06.2026 / Accepted: 23.08.2026

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Wpływ łącznego stosowania foramsulfuronu i tienkarbazonu metylowego (Conviso One) z adiuwantami na efektywność zwalczania chwastów w buraku cukrowym

Effect of combined use of foramsulfuron and tiencarbazone-methyl (Conviso One) with adjuvants on effectiveness of weed control in sugar beet

Wojciech Miziniak*

Streszczenie

Badania polowe przeprowadzono w latach 2024–2025, w buraku cukrowym odmiany KWS Smart Perla. Celem pracy było określenie wpływu redukcji dawek foramsulfuronu (25 g) i tienkarbazonu metylowego (15 g) poprzez ich łączne stosowanie z adiuwantami na efektywność chwastobójczą oraz plon buraka cukrowego. Rozkład temperatur może decydować o biologicznej skuteczności zwalczania *Chenopodium album*, natomiast nie ma wpływu na zwalczanie pozostałych gatunków chwastów – *Echinochloa crus-galii*, *Viola arvensis* oraz *Galium aparine*. Dawka substancji czynnych obniżona o 33% (16,7 g + 10 g) aplikowana łącznie z estrami metylowymi kwasów tłuszczowych, olejem rzepakowym lub mineralnym skutecznie zwalcza *Ch. album* oraz inne gatunki chwastów na poziomie pełnej dawki herbicydu stosowanego z estrami metylowymi kwasów tłuszczowych. W niższych temperaturach powietrza mieszanina zredukowanej dawki herbicydu z olejem mineralnym pochodzenia ropopochodnego SAE 10/95 wykazuje istotnie mniejszą skuteczność zwalczania *Ch. album*. Przeprowadzone analizy statystyczne wykazały brak istotnych różnic w polaryzacji oraz plonowaniu korzeni, cukru biologicznego i technologicznego pomiędzy wariantami badań, w których aplikowano badane mieszaniny herbicydowe.

Słowa kluczowe: *Chenopodium album*, foramsulfuron, tienkarbazon metylowy, adiuwant

Abstract

The field research were carried out in 2024–2025, in KWS Smart Perla sugar beet. The aim of the study was to determine the effect of reducing the doses of foramsulfuron (25 g) and thiencarbazone-methyl (15 g) through combined use with adjuvants on herbicidal effectiveness and sugar beet yield. Temperature distribution may determine the biological effectiveness of *Chenopodium album* control, but it does not influence the control of other weed species – *Echinochloa crus-galii*, *Viola arvensis* and *Galium aparine*. The dose of active substances reduced by 33% (16.7 g + 10 g) applied together with fatty acid methyl esters, rapeseed oil or mineral oil effectively controls *Ch. album* and other weed species at the level of the full dose of the herbicide used with fatty acid methyl esters. At lower air temperatures, a mixture of a reduced dose of the herbicide with petroleum-derived mineral oil SAE 10/95 demonstrated significantly lower efficacy in controlling *Ch. album*. Statistical analyses showed no significant differences in polarization and yield of roots, biological sugar, and technological sugar between the study variants in which the tested herbicide mixtures were applied.

Keywords: *Chenopodium album*, foramsulfuron, thiencarbazone-methyl, adjuvant

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Terenowa Stacja Doświadczalna w Toruniu
ul. Pigwowa 16, 87-100 Toruń
* corresponding author: w.miziniak@iorpib.poznan.pl

Wstęp / Introduction

Wycofanie kolejnych substancji czynnych, tj. desmedifamu i triflusulfuronu metylowego w tradycyjnej uprawie buraka cukrowego sprawia, że innowacyjna technologia Conviso Smart wzbudza coraz większe zainteresowanie. Opiera się na dwóch filarach – odmianie buraka cukrowego odpornej na foramsulfuron i tienkarbazon metylowy oraz dołączonego w pakiecie środka chwastobójczego. Technologia ta jest owocem kilkunastoletniej współpracy dwóch firm, nasiennej KWS oraz chemicznej Bayer Crop Science. Spośród 1,5 miliarda roślin znaleziono jedną odporną na inhibitory ALS. Cecha ta pojawiła się spontanicznie w środowisku naturalnym. Stosując tradycyjne metody hodowli, wyselekcjonowano rośliny odporne na inhibitory ALS – syntetazy acetylomleczanowej (Wegener i wsp. 2015), które umożliwiają stosowanie foramsulfuronu i tienkarbazonu metylowego w uprawie buraka cukrowego (Löbmann i wsp. 2019). Podobnie, jak w przypadku tradycyjnych odmian buraka, efektywność chwastobójcza tej technologii wiąże się z fazą rozwojową chwastów, w tym szczególnie komosy białej (*Chenopodium album*). Według danych literaturowych (Balgheim i wsp. 2016; Wendt i wsp. 2016; Götze i wsp. 2018) gatunek ten powinien mieć maksymalnie cztery liście właściwe.

Skuteczność działania środków chwastobójczych w dużej mierze uzależniona jest od warunków atmosferycznych. Optymalna temperatura powietrza dla działania herbicydów oscyluje w przedziale od 10 do 25°C, natomiast wilgotność powietrza od 50 do 90% (Woźnica 2008). Wysokie temperatury oraz okresowe niedobory wody stymulują wytwarzanie wosku kutykularnego, co bezpośrednio przekłada się na finalną efektywność chemicznej regulacji zachwaszczenia (Krähmer i wsp. 2021; Placido i wsp. 2022).

Herbicyd Conviso One jest produkowany w formulacji OD – zawiesiny olejowej do rozcieńczania wodą. Pomimo zawartości nośnika olejowego – wprowadzonego na etapie produkcji – wykazuje on niezadowalającą skuteczność chwastobójczą w stosunku do *Ch. album*. Biologiczna aktywność stosowanych herbicydów może być zwiększona poprzez ich łączne stosowanie z odpowiednio dobranymi adiuwantami. Główną ich funkcją jest obniżenie napięcia powierzchniowego cieczy użytkowej, dzięki czemu następuje lepsze zwilżenie powierzchni opryskiwanych roślin, a w konsekwencji zwiększa się ilość pobranej substancji czynnej. Jednakże nieumiejętne ich stosowanie w skrajnych przypadkach prowadzi do obniżenia efektywności działania herbicydu. Według badań przeprowadzonych przez Nalewaję i wsp. (1995) efektywność zwalczania włośnicy sinej (*Setaria glauca*) ściśle korespondowała z rodzajem zastosowanego surfaktanta i zawierała się w przedziale od 10 do 92%.

Technologia Conviso Smart nie jest panaceum na obecne problemy z ograniczaniem zachwaszczenia buraka cukrowego. Podobnie, jak tradycyjna technologia ma swoje ograniczenia dotyczące występowania na polach uprawnych biotypów chwastów odpornych na herbicydy (Kucharski 2005; Adamczewski 2014; Adamczewski i wsp. 2019).

Celem pracy było określenie wpływu redukcji dawek foramsulfuronu i tienkarbazonu metylowego poprzez ich łączne stosowanie z adiuwantami na efektywność chwastobójczą oraz plon buraka cukrowego.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania polowe przeprowadzono w miejscowości Falęcin (województwo kujawsko-pomorskie) (53°13′54″N, 18°32′52″E) podczas sezonu wegetacyjnego 2024 i 2025. Doświadczenia założono w uprawie buraka cukrowego odmiany Smart Perla KWS. Siew rośliny uprawnej wykonano w kwietniu, w ilości 1,25 jednostki siewnej na ha. W zależności od stanu uwilgotnienia gleby była to III (2024 r.) lub II (2025 r.) dekada miesiąca. Przedplonem w obydwu latach badań była pszenica ozima. Doświadczenia prowadzono na glebie brunatnej klasy bonitacyjnej IIIb, charakteryzującej się odczynem lekko kwaśnym (pH 6,2–6,7), zawartością węgla organicznego w przedziale od 0,78 do 1,71%, wysoką zawartością fosforu oraz średnią potasu i magnezu.

W okresie wegetacji roślin zastosowano nawożenie mineralne, w ilości 126 kg/ha N, 30 kg/ha P_2O_5, 105 kg/ha K_2O oraz standardową ochronę plantacji przeciwko agrofagom (chwościk buraka, pchełki, mszyca trzmielinowo-burakowa).

Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 30,0 m^2. W przeprowadzonych badaniach polowych herbicyd Conviso One stosowano w zalecanej dawce (25,0 g + 15,0 g) samodzielnie lub łącznie z estrami metylowymi kwasów tłuszczowych (Atpolan BIO 80 EC Premium) oraz w dawce obniżonej o 33% (16,7 g + 10,0 g) w mieszaninach z: estrami metylowymi kwasów tłuszczowych (Atpolan BIO 80 EC Premium, Mero 842 EC), estrami metylowymi kwasów tłuszczowych z wbudowanym silikonem (Partner+), olejem mineralnym parafinowym (Atpolan 80 EC), olejem mineralnym pochodzenia ropopochodnego SAE 10/95 (Olemix 84 EC) oraz olejem rzepakowym (Olejan 85 EC).

Aplikacje badanych mieszanin przeprowadzono dwukrotnie. Pierwszą wykonano w fazie 2. liści właściwych buraka cukrowego, natomiast drugą – w zależności od roku badań – po upływie 10–14 dni po pierwszej aplikacji. Zabiegi wykonano opryskiwaczem rowerowym typu Victoria, wyposażonym w rozpylacze Turbo TeeJet 110 02. Ciśnienie robocze wynosiło 0,3 MPa, a wydatek cieczy użytkowej 200 l/ha. Skuteczność zwalczania chwastów oceniano wizualnie, porównując stan zachwaszczenia poszczególnymi gatunkami na każdym poletku traktowanym herbicydem

z odpowiednim poletkiem kontrolnym. 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. Ocenę efektywności działania herbicydów wykonano 14 dni po zakończeniu stosowania herbicydów oraz przed zbiorem buraka cukrowego. W okresie wegetacji roślin przeprowadzano systematyczne, wizualne oceny wrażliwości buraka cukrowego na zastosowane mieszaniny. Intensywność i zakres występowania uszkodzeń roślin wyrażono w procentach (0% – brak symptomów fitotoksycznego działania herbicydu, 100% – całkowite zniszczenie roślin). Zbiór buraka cukrowego przeprowadzono w fazie BBCH 49, z czterech środkowych rzędów o długości 5,6 m (10,08 m^2). Masę korzeni uzyskaną z poszczególnych poletek przeliczono i wyrażono w t/ha. Analizę zawartości cukru i melasotworów w korzeniach buraka cukrowego przeprowadzono w certyfikowanym laboratorium, na automatycznej linii Venema w Kutnowskiej Hodowli Buraka Cukrowego Sp. z o.o. w Straszkowie.

Analizie statystycznej poddano dane dotyczące skuteczności chwastobójczej, plonu korzeni, polaryzacji, plonu biologicznego oraz plonu technologicznego cukru. Wyniki poddano analizie wariancji, z wykorzystaniem programu ARM wersja 2021.0 dla doświadczenia jednoczynnikowego. Istotne różnice (NIR) wyznaczano za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Efektywność środków chwastobójczych uzależniona jest między innymi od: doboru odpowiednich substancji czynnych do struktury zachwaszczenia, terminowego wykonania zabiegów, zastosowanej agrotechniki gwarantującej optymalny wzrost siewek buraka cukrowego, obecności na plantacji gatunków średnio wrażliwych oraz biotypów odpornych. Oprócz wymienionych powyżej czynników znaczącą rolę w ograniczaniu populacji chwastów odgrywają warunki atmosferyczne występujące w okresie wegetacji roślin. Według Woźnicy (2008) temperatura powietrza pomiędzy 10 a 25°C oraz wilgotność powietrza oscylująca w przedziale od 50 do 90%, gwarantują uzyskanie wysokiej efektywności zwalczania chwastów. Powyższy pogląd podzielają Kieloch i Domaradzki (2008), wykazując pogorszenie efektywności zwalczania komosy białej (*Ch. album*) w warunkach niskiej wilgotności względnej powietrza.

W obydwu latach badań warunki termiczne i wilgotnościowe w trakcie wykonywania aplikacji były optymalne (tab. 1). Sezony wegetacyjne różniły się rozkładem temperatur po wykonaniu pierwszego zabiegu nalistnego (tab. 2, 3, 4). W 2024 roku po pierwszej aplikacji odnotowano wyższe wartości temperatur (maksymalna, minimalna oraz średnia dobowa) niż w 2025 roku. Warunki termiczne w pierwszym roku badań nie wpłynęły na efektywność chwastobójczą mieszaniny foramsulfuronu oraz tienkarbazonu metylowego. Niezależnie od wariantu badań, sam herbicyd lub zaaplikowany łącznie z adiuwantem (ester metylowy kwasów tłuszczowych) ograniczył populację *Ch. album* w zakresie od 97,5% (sam herbicyd) do 100% (mieszanina z adiuwantem).

W 2025 roku odnotowano odmienne relacje. Brak adiuwanta w cieczy użytkowej zawierającej foramsulfuron i tienkarbazon metylowy wpłynął na istotny spadek efektywności zwalczania chwastu (tab. 5). Według Wendta i wsp. (2016) warunki pogodowe (niskie temperatury podczas aplikacji), faza chwastów (mniejszy metabolizm starszych roślin), jak i dawka herbicydu mają decydujące znaczenie w efektywności zwalczania *Ch. album*, *Matricaria chamomilla* oraz *Polygonum convolvulus*. W przypadku *Ch. album* wymienieni autorzy uzyskali 95% skuteczność

Tabela 1. Warunki meteorologiczne panujące podczas aplikacji oraz w pierwszym tygodniu po oprysku
Table 1. Meteorological conditions during application and in the first week after spraying

Termin zabiegu Time of application	Data wykonania zabiegu Date of application	Temperatura podczas zabiegu Temperature during application [°C]	Wilgotność powietrza Air humidity [%]	Data pierwszego opadu po zabiegu Date 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]
2024						
A	29.04.2024	20,0	63,5	30.04.2024	5,6	0
B	09.05.2024	13	64,0	10.05.2024	0,1	31,5
2025						
A	13.05.2025	15,9	70,0	15.05.2025	11,0	32,0
B	27.05.2025	20,9	64,0	28.05.2025	13,0	20,0

Tabela 2. Temperatury powietrza w okresie 14 dni po aplikacji preparatów – 1. zabieg
Table 2. Air temperature during14 days after first application – first spraying

Lp. No.	Rok badań – Year of investigation					
	2024			2025		
	temperatura powietrza air temperature [°C]			temperatura powietrza air temperature [°C]		
	maksymalna maximum	minimalna minimum	średnia dobowa average daily	maksymalna maximum	minimalna minimum	średnia dobowa average daily
1	22,7	11,3	16,18	20,7	4,1	10,5
2	21,4	12,6	16,17	9,6	0,1	6,7
3	27,3	11,2	19,55	12,9	6,2	7,5
4	27,4	14,4	20,35	10,5	4,7	6,5
5	19,5	15,2	17,07	14,6	5,2	7,5
6	22,7	13,6	17,21	12,5	3,8	10,2
7	25,7	11,1	18,93	22,5	6,0	15,5
8	26,8	14,1	20,61	22,6	8,6	16,0
9	27,6	14,8	22,30	18,3	6,9	13,0
10	28,7	13,3	20,28	14,7	4,3	9,7
11	22,5	14,6	17,68	17,6	3,2	11,5
12	25,7	12,9	18,65	20,5	5,1	13,7
13	25,6	13,8	18,95	20,7	4,1	10,5
14	27,8	13,1	19,18	9,6	0,1	6,7
Średnia Mean	25,10	13,29	18,79	16,24	4,46	10,39

Tabela 3. Temperatury powietrza w okresie 14 dni po aplikacji preparatów – 2. zabieg
Table 3. Air temperature during14 days after second application – second spraying

Lp. No.	Rok badań – Year of investigation					
	2024			2025		
	temperatura powietrza air temperature [°C]			temperatura powietrza air temperature [°C]		
	maksymalna maximum	minimalna minimum	średnia dobowa average daily	maksymalna maximum	minimalna minimum	średnia dobowa average daily
1	21,8	14,1	17,5	22,3	9,4	16,0
2	22,2	12,3	17,1	19,7	7,3	13,0
3	24,5	11,7	17,9	20,0	6,4	15,2
4	20,9	11,3	15,7	24,1	11,5	17,7
5	18,6	8,8	14,4	25,4	9,5	18,0
6	22,9	9,9	17,3	22,0	14,8	17,7
7	20,2	12,9	16,4	23,6	10,9	17,2
8	21,7	9,5	13,9	27,3	11,8	20,5
9	18,3	10,0	13,9	25,5	14,2	19,0
10	19,6	8,0	13,7	21,3	14,1	16,5
11	18,2	7,5	14,8	21,9	13,2	16,5
12	19,7	5,1	18,4	20,1	12,3	15,2
13	25,5	9,0	16,4	22,3	9,4	16,0
14	19,7	12,6	16,4	19,7	7,3	13,0
Średnia Mean	20,99	10,19	15,99	22,51	10,86	16,54

Tabela 4. Temperatura powietrza i opady w poszczególnych latach badań
Table 4. Air temperature and precipitation during years of investigation

Miesiąc Month	Warunki pogodowe w poszczególnych latach badań Weather conditions in the years of investigation			
	2024		2025	
	średnia temperatura average temperature [°C]	opad rainfall [mm]	średnia temperatura average temperature [°C]	opad rainfall [mm]
Kwiecień – April	10,23	47,3	9,75	10,0
Maj – May	16,94	54,5	10,82	64,0
Czerwiec – June	18,12	91,1	17,06	84,0
Lipiec – July	19,96	91,9	18,71	187,0
Sierpień – August	19,93	27,5	17,65	41,0
Wrzesień – September	17,14	34,4	15,0	103,0
Październik – October	9,58	49,1	8,37	82,0
Suma – Sum	–	395,8	–	571

zwalczania. Dla porównania, w badaniach własnych odnotowano znacznie gorszy rezultat, gdyż ograniczenie populacji chwastu oscylowało w zakresie 55%. Powyższych zależności nie odnotowano w stosunku do *Echinochloa crus-galii*, *Viola arvensis* oraz *Galium aparine*.

Zdaniem Woźnicy i wsp. (2006, 2007) *Ch. album* jest jednym z najtrudniejszych chwastów do zwalczania na plantacjach buraka cukrowego. W związku z tym jej efektywne wyeliminowanie jest kluczowe do uzyskania wysokich plonów buraka cukrowego.

W 2024 roku redukcja dawki o 33% herbicydu aplikowanego w mieszaninie z adiuwantami nie wpłynęła negatywnie na poziom ochrony buraka cukrowego. Niezależnie od rodzaju zastosowanego adiuwanta olejowego uzyskano wysoki efekt chwastobójczy w stosunku do *Ch. album*, *E. crus-galii*, *V. arvensis* oraz *G. aparine*.

W drugim roku badań zauważono zróżnicowane relacje. Dodatek estru metylowego kwasów tłuszczowych (warianty 5, 9) lub oleju mineralnego (wariant 4) do obniżonej dawki herbicydu wykazywał efektywność eliminacji *Ch. album* na poziomie pełnej dawki preparatu (wariant 3) stosowanej z adiuwantem. W pozostałych wariantach badań odnotowano pogorszenie efektywności zwalczania tego gatunku chwastu. W przypadku oleju rzepakowego (wariant 6) lub estru metylowego kwasów tłuszczowych z wbudowanym silikonem (wariant 8) uzyskano nieistotne obniżenie efektywności zwalczania.

Natomiast zastosowanie adiuwanta opartego na oleju mineralnym SAE 10/95 (wariant 7) istotnie obniżyło skuteczność działania w porównaniu do pełnej dawki środka stosowanego z adiuwantem. Według Grzanki i wsp. (2023) technologia Conviso Smart pozwala na efektywne zniszczenie *Ch. album* w porównywalnym zakresie, jak substancje czynne zalecane do odmian tradycyjnych.

Skuteczność działania foramsulfuronu i tienkarbazonu metylowego uzależniona jest od fazy rozwojowej danego gatunku chwastu. Zdaniem Götze i wsp. (2018) *Ch. album* w chwili wykonywania zabiegu powinna mieć maksymalnie cztery liście właściwe. Przeprowadzone badania własne potwierdzają powyższe stwierdzenie. Krähmer i wsp. (2021) oraz Placido i wsp. (2022) stwierdzili, że przekroczenie optymalnej fazy rozwojowej dla tego gatunku chwastu wpływa na zwiększenie grubości wosku, co przekłada się na obniżenie efektywności jego zwalczania.

Rozkład opadów w 2025 roku stymulował plonowanie buraka cukrowego (tab. 6). Niezależnie od wariantu badań, masa korzeni zebrana z poszczególnych wariantów była wyższa od plonów uzyskanych w roku poprzednim i wyniosła odpowiednio od 63,6 do 70,9 t/ha (2024 r.) oraz od 73,2 do 78,1 t/ha (2025 r.). Odmiennie kształtowała się zawartość cukru w korzeniach. Niższe temperatury powietrza w sierpniu i wrześniu 2025 roku wpłynęły na mniejszą polaryzację, która wynosiła od 15,57 do 16,54%, dla porównania zawartość cukru w korzeniach w roku poprzednim oscylowała w zakresie od 15,6 do 16,6%. Powyższe relacje są zgodne z rezultatami uzyskanymi przez Rother (1998), Hoffmann (2000), Hoffmann i Märländer (2001), Barłóg i Grzebisz (2004), Stępień i wsp. (2010) oraz Ciebień (2015). Według tych autorów ciepła i sucha jesień sprzyja akumulacji cukru w korzeniach buraka cukrowego.

Rodzaj zastosowanego adiuwanta nie miał istotnego wpływu na plonowanie buraka cukrowego, zawartość cukru w korzeniach oraz na plon biologiczny i technologiczny cukru. Podobne relacje opisali Woźnica i wsp. (2007), Idziak i wsp. (2009, 2022), Domaradzki (2011) oraz Waniorek i wsp. (2011) stosując mieszaniny herbicydowe w standardowych odmianach buraka cukrowego. Jedynie w 2025 roku zastosowanie samego herbicydu skutkowało niską efektywnością zwalczania *Ch. album*. W konsekwencji uzyskano istotne obniżenie plonowania korzeni buraka oraz plonu cukru biologicznego i technologicznego

Tabela 5. Wpływ badanych mieszanin herbicydowych na zwalczanie chwastów
Table 5. Influence of tested herbicide mixtures on weed control

Lp. No.	Obiekt Treatment	Dawka Dose [g/ha]	Termin zabiegu Time of application	Efektywność zniszczenia chwastów – Weed control [%]							
				Chenopodium album		*Echinochloa crus-galii*		*Viola arvensis*		*Galium aparine*	
				2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
1.	kontrola – untreated check	–	–	29,2	19,5	30,7	22,2	4,2	4,0	4,0	4,7
2.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) foramsulfuron + thiencarbazone-methyl	25 + 15	A, B	97,5 b	55 c	100 a	99,7 a	100	100	100	100
3.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego 800 g/l foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil fatty acid methyl esters	25 + 15 + 1200	A, B	100 a	100 a	100 a	98,7 a	100	100	100	100
4.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + olej parafinowy SN 80% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + paraffin oil SN	16,7 + 10,0 + 1200	A, B	100 a	97,5 a	100 a	99 a	100	100	100	100
5.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego 800 g/l foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil fatty acid methyl esters	16,7 + 10,0 + 1200	A, B	100 a	98 a	100 a	97,7 a	100	100	100	100
6.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + olej rzepakowy pochodzenia naturalnego 85% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil of natural origin	16,7 + 10,0 + 1275	A, B	100 a	96,5 ab	100 a	97,7 a	100	100	100	100
7.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + olej mineralny SAE 10/95 (destylat ropy naftowej zawierający węglowodory parafinowe) 84% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + mineral oil SAE 10/95 (petroleum distillate containing paraffinic hydrocarbons)	16,7 + 10,0 + 1260	A, B	99,7 a	90 b	100 a	98,2 a	100	100	100	100
8.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego 82,5% z wbudowanym silikonem foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil fatty acid methyl esters, with built-in silicone	16,7 + 10,0 + 825	A, B	99,7 a	96,5 ab	100 a	98,7 a	100	100	100	100
9.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe oleju rzepakowego 81,44% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil methyl esters	16,7 + 10,0 + 814	A, B	99,7 a	97 a	100 a	99,2 a	100	100	100	100
NIR (0,05) – LSD (0.05)		–	–	2,03	6,8	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

A, B – patrz tabela 1. – see table 1
r.n. – różnica nieistotna – the difference is not significant
Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie ($p < 0,05$) – Numbers followed by the same letter are not statistically different ($p < 0.05$)

Tabela 6. Wpływ badanych mieszanin herbicydowych na plonowanie buraka cukrowego
Table 6. Influence of tested herbicide mixtures on sugar beet yield

Lp. No.	Obiekt Treatment	Dawka Dose [g/ha]	Fitotoksyczność Phytotoxicity [%]		Plon korzeni Yield of roots [t/ha]		Polaryzacja Sugar content in roots [%]		Plon biologiczny cukru Yield of sugar [t/ha]		Plon technologiczny cukru Yield of sugar [t/ha]	
			2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
1.	kontrola – untreated check	–	0	0	18,2 b	16,0 c	16,4 a	16,06 a	3,0 b	2,6 b	2,9 b	2,3 b
2.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) foramsulfuron + thiencarbazone-methyl	25 + 15	0	0	64,2 a	27,7 b	16,6 a	15,83 a	10,6 a	4,3 b	9,3 a	3,8 b
3.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego 800 g/l foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil fatty acid methyl esters	25 + 15 + 1200	0	0	70,9 a	75,7 a	15,6 a	16,54 a	11,1 a	12,5 a	9,5 a	11,1 a
4.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + olej parafinowy SN 80% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + paraffin oil SN	16,7 + 10,0 + 1200	0	0	68,6 a	73,2 a	16,5 a	15,85 a	11,3 a	11,6 a	9,9 a	10,2 a
5.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego 800 g/l foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil fatty acid methyl esters	16,7 + 10,0 + 1200	0	0	69,3 a	78,1 a	16,3 a	15,73 a	11,3 a	12,3 a	9,8 a	10,7 a
6.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + olej rzepakowy pochodzenia naturalnego 85% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil of natural origin	16,7 + 10,0 + 1275	0	0	68,4 a	76,2 a	16,5 a	15,57 a	11,3 a	11,9 a	9,8 a	10,3 a
7.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + olej mineralny SAE 10/95 (destylat ropy naftowej zawierający węglowodory parafinowe) 84% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + mineral oil SAE 10/95 (petroleum distillate containing paraffinic hydrocarbons)	16,7 + 10,0 + 1260	0	0	70,8 a	74,9 a	16,5 a	15,83 a	11,7 a	11,8 a	10,2 a	10,4 a
8.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego 82,5% z wbudowanym silikonem foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil fatty acid methyl esters, with built-in silicone	16,7 + 10,0 + 825	0	0	63,6 a	73,8 a	16,5 a	15,87 a	10,5 a	11,7 a	9,2 a	10,4 a
9.	foramsulfuron 50 g/l (4,86%) + tienkarbazon metylowy 30 g/l (2,92%) + estry metylowe oleju rzepakowego 81,44% foramsulfuron + thiencarbazone-methyl + rapeseed oil methyl esters	16,7 + 10,0 + 814	0	0	65,7 a	76,0 a	16,4 a	15,93 a	10,8 a	12,1 a	9,4 a	10,7 a
NIR (0,05) – LSD (0.05)		–	–	–	r.n.	11,64	r.n.	r.n.	r.n.	1,955	r.n.	1,76

r.n. – różnica nieistotna – the difference is not significant
Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie ($p < 0,05$) – Numbers followed by the same letter are not statistically different ($p < 0.05$)

w porównaniu do pozostałych wariantów, w których aplikowano mieszaniny.

Wnioski / Conclusions

1. Rozkład temperatur może decydować o biologicznej skuteczności zwalczania *Ch. album*, natomiast nie ma wpływu na pozostałe gatunki chwastów, tj. *E. crus-galii*, *V. arvensis* oraz *G. aparine*.
2. Dodanie estru metylowego kwasów tłuszczowych do zalecanej dawki foramsulfuronu oraz tienkarbazonu metylowego (25,0 g + 15,0 g) istotnie polepsza efektywność zwalczania *Ch. album*.
3. W warunkach optymalnych dla działania herbicydów dodatek adiuwantów do zredukowanej dawki foramsulfuronu i tienkarbazonu metylowego (16,7 g + 10,0 g) skutecznie zwalcza *Ch. album*.
4. Dodanie estru metylowego kwasów tłuszczowych lub oleju mineralnego do obniżonej dawki foramsulfuronu i tienkarbazonu metylowego w okresie niższych temperatur skutecznie ogranicza populację *Ch. album*.
5. Zastosowanie oleju rzepakowego lub estru metylowego z wbudowanym silikonem w warunkach niższych temperatur powietrza w mieszaninie ze zredukowaną dawką herbicydu nieznacznie pogarsza efektywność niszczenia *Ch. album*. Natomiast użycie oleju mineralnego pochodzenia ropopochodnego SAE 10/95 istotnie ją obniża.
6. Testowane mieszaniny nie wpływają fitotoksycznie na wzrost i rozwój buraka cukrowego odmiany KWS Smart Perla.
7. Przeprowadzone analizy statystyczne wykazały brak istotnych różnic w polaryzacji oraz plonowaniu korzeni, cukru biologicznego i technologicznego pomiędzy wariantami badań, w których aplikowano badane mieszaniny herbicydowe niezależnie od roku badania.

Literatura / References

Adamczewski K. 2014. Odporność chwastów na herbicydy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 276 ss. ISBN 978-83-01-17596-2.

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

Balgheim N., Wegener M., Mumme H., Stibbe C., Holtschulte B. 2016. CONVISO® SMART – ein neues System zur erfolgreichen Kontrolle von Ungräsern und Unkräutern in ALS-toleranten Zuckerrüben. [CONVISO® SMART – a new solution to control monocotyledonous and dicotyledonous weeds in ALS-tolerant sugar beets]. Julius–Kühn–Archiv 452: 327–334. DOI: 10.5073/jka.2016.452.043

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 II. Quality of roots and yield of sugar]. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 234: 83–92. DOI: 10.37317/biul-2004-0011

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

Domaradzki K. 2011. Skuteczność mikrodawek 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.

Götze P., Kenter C., Wendt M.J., Ladewig E. 2018. Übersicht zu Wirksamkeitsversuchen von Conviso® One in Zuckerrüben. [Survey of efficacy trials for Conviso® One in sugar beet]. Julius Kühn-Archiv 458: 497–499. DOI: 10.5073/jka.2018.458.074

Grzanka M., Sobiech Ł., Idziak R., Filipczak A., Skrzypczak G. 2023. Impact of chemical weed management in sugar beet (*Beta vulgaris*) on productivity, quality and economics. Journal of Plant Protection Research 63 (4): 459–467. DOI: 10.24425/jppr.2023.146878

Hoffman C. 2000. Technische Qualität bei Rübenach der Standort spielt eine Rolle! Zuckerübe 49 (5): 244–246.

Hoffmann C., Märländer B. 2001. Perspektiven des Ertragspotenzials von Zuckerrüben-Einfluss von Witterung und Standort. Fortschritte im Zuckerrübenanbau, Impressum Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt: 22–30.

Idziak R., Sobczak A., Szuba V. 2022. Wpływ adiuwantów wielofunkcyjnych na skuteczność działania herbicydów oraz plon korzeni buraka cukrowego. [Impact of multifunctional adjuvants on activity of herbicides and sugar roots yield]. Progress in Plant Protection 62 (3): 159–166. DOI: 10.14199/ppp-2022-018

Idziak R., Woźnica Z., Cieślicki W. 2009. Odchwaszczanie buraka cukrowego z wykorzystaniem mikrodawek herbicydów. [Weed control in sugar beet with microrates of herbicides]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 49 (1): 330–333.

Kieloch R., Domaradzki K. 2008. Czynniki abiotyczne wpływające na skuteczność herbicydów. [The abiotic factors affecting the effectiveness of herbicides]. Fragmenta Agronomica 25 (2): 61–71.

Krähmer H., Walter H., Jeschke P., Haaf K., Baur P., Evans R. 2021. What makes a molecule a pre- or a post-herbicide – how valuable are physicochemical parameters for their design? Pest Management Science 77 (11): 4863–4873. DOI: 10.1002/ps.6535

Kucharski M. 2005. Odporność chwastów na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy PSII na polach uprawnych południowo-zachodniej Polski. Monografie i Rozprawy Naukowe 14. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy, 103 ss. ISBN 83-89576-72-4.

Löbmann A., Christen O., Petersen J. 2019. Development of herbicide resistance in weeds in a crop rotation with acetolactate synthase-tolerant sugar beets under varying selection pressure. Weed Research 59 (6): 479–489. DOI: 10.1111/wre.12385

Nalewaja J.D., Praczyk T., Matysiak R. 1995. Surfactans and oil adiuvants with nicosulfuron. Weed Technology 9 (4): 689–695.
Placido H.F., Santos R.F., Oliveira Júnior R.S., Marco L.R., Silva A.F.M., Barroso A.A.M., Albrecht A.J.P., Victoria Filho R. 2022. Morphological characterization of the foliar surface in glyphosate-resistant tall windmill grass. Agronomy Journal 114 (1): 641–650. DOI: 10.1002/agj2.20893
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. [Infuence of meteorological conditions in north-eastern Poland on quality of sugar beets yields]. Fragmenta Agronomica 27 (1): 170–176.
Waniorek W., Woźnica Z., Idziak R. 2011. Odchwaszczanie buraka cukrowego obniżonymi dawkami herbicydów w różnych systemach uprawy roli. [Weed control in sugar beet with herbicides applied at reduced rates in various soil tillage systems]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 51 (3): 1393–1397.
Wegener M., Balgheim N., Klie M., Stibbe C., Holtschulte B. 2015 CONVISO® SMART – ein innovativer Ansatz der Unkrautkontrolle in Zuckerrüben. [CONVISO® SMART – an innovative approach of weed control in sugar beet]. Göttinger Zuckerrübentagung 2015/Sugar Industry 141 (8) (2016): 517–524.
Wendt M.J., Wegener M., Ladewig E., Märländer B. 2016. Efficacy of foramsulfuron plus thiencarbazone-methyl towards different development stages of weed spieces in sugar beet cultivation. Zuckerindustrie. Sugar Industry 141 (7): 436–445. DOI: 10.36961/si17567
Woźnica Z. 2008. Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 432 ss. ISBN 978-83-09-99007-9.
Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2006. Możliwość zastosowania mikrodawek 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.