

Received: 30.05.2023 / Accepted: 14.07.2023

ARTYKUŁ ORYGINALNY

## Możliwości zwalczania *Chenopodium album* oraz innych chwastów w uprawie buraka cukrowego po ewentualnym niezatwierdzeniu lenacylu

### Possibilities of weed control of *Chenopodium album* and other weeds in sugar beet crop after possible non-approval of lenacil

Wojciech Miziniak\* 

#### Streszczenie

Badania polowe przeprowadzono w latach 2021–2022, w buraku cukrowym odmiany Mariza. Celem pracy było opracowanie alternatywnego programu zwalczania chwastów z pominięciem lenacylu. Badane mieszaniny zawierające metamitron, etofumesat, triflusaluron metylowy, chlopyralid, dimetanamid-P oraz chinomerak, stosowane w różnych kombinacjach łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC Premium, skutecznie zwalczały komosę białą (*Chenopodium album*) do fazy 1 pary liści właściwych (BBCH 11). Brak etofumesatu w składzie mieszaniny lub zastosowanie metamitronu (1050 g/ha) z triflusaluronem metylowym (15 g/ha) wpłynęło na pogorszenie efektywności zwalczania komosy białej (*Ch. album*). Dodanie dimetanamidu-P oraz chinomeraku do mieszaniny metamitronu, etofumesatu i chlopyralidu dało niejednoznaczne wyniki. W zależności od roku badań uzyskano porównywalną efektywność zwalczania, oscylującą w zakresie mieszaniny metamitronu z etofumesatem lub nieistotne polepszenie działania. Przeprowadzone badania dowiodły, że wycofanie lenacylu wpłynie na pogorszenie efektywności zwalczania komosy białej (*Ch. album*).

**Słowa kluczowe:** *Chenopodium album*, metamitron, etofumesat, triflusaluron metylowy, dimetanamid-P, chinomerak, lenacil, adiuwant

#### Abstract

The field research were carried out in 2021–2022, in Mariza sugar beet cultivar. The aim of the study was to develop an alternative weed control program without lenacil. The tested mixtures containing metamitron, ethofumesate, triflusaluron-methyl, clopyralid, dimethanamid-P and quinomerac, used in various combinations together with the Atpolan BIO 80 EC Premium adjuvant, effectively controlled *Chenopodium album* up to phase 1 of the true leaf pair (BBCH 11). The absence of ethofumesate in the composition of mixtures or the use of metamitron (1050 g/ha) with triflusaluron-methyl (15 g/ha) results in a deterioration in the effectiveness of combating *Ch. album* indensive results. The addition of dimethanamide-P and quinomerac to the mixture of metamitron, ethofumesate and clopyralid gave inconclusive results. Depending on the year of the study, comparable control efficiency was obtained, oscillating in the range of the mixture of metamitron with ethofumesate, or a negligible improvement. The conducted research proved that the withdrawal of lenacil affect the deterioration of the effectiveness of combating *Ch. album*.

**Key words:** *Chenopodium album*, metamitron, ethofumesate, triflusaluron-methyl, dimethanamid-P, quinomerac, lenacil, 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

Opracowane u schyłku dwudziestego wieku strategie ochrony plantacji buraka cukrowego przed chwastami (dawki dzielone i mikrodawki) są powszechnie stosowane do dnia dzisiejszego. W obu rozwiązaniach, utrzymanie plantacji w czystości w ciągu sezonu wegetacyjnego wiąże się z właściwym doбором substancji czynnych, terminowym wykonaniem zabiegów, odpowiednią agrotechniką stymulującą optymalny wzrost rośliny uprawnej oraz stosowaniem adiuwantów (Idziak i wsp. 2009, 2022; Górski i wsp. 2022; Miziniak 2022).

Według zaleceń, komosa biała (*Chenopodium album*) jest wrażliwa na lenacyl, etofumesat oraz metamitron. Do lipca 2020 roku ochrona buraka cukrowego opierała się na współdziałaniu trzech substancji czynnych: fenmedifamu, desmedifamu oraz etofumesatu. Zastosowanie tej mieszaniny gwarantowało uzyskanie wysokiej efektywności zwalczania w stosunku do występującego zachwaszczenia. Niemniej jednak w uprawie buraka cukrowego może występować kilkadziesiąt gatunków chwastów. Dodanie do cieczy opryskowej metamitronu lub triflusufluronu metyloвого znacznie poszerzało spektrum zwalczania chwastów. Niezawodność ówczesnych rozwiązań jest szeroko udokumentowana w literaturze naukowej i była przedmiotem badań prowadzonych przez Wilsona (1994), Paradowskiego i Adamczewskiego (2002), Woźnicę i wsp. (2004), Domaradzkiego (2007), Krawczyka i wsp. (2007) oraz De Cauwera i wsp. (2018).

Po wycofaniu desmedifamu dzisiejsza perspektywa ochrony odmian klasycznych w dużej mierze opiera się na mieszaninach fenmedifamu, etofumesatu oraz metamitronu (Korbas i wsp. 2020). Według De Cauwera i wsp. (2018) system ten obejmujący aplikacje wzajemnie uzupełniających się substancji czynnych – FAR: F – fenmedifam lub desmedifam, A (aktywator) – etofumesat lub trialat oraz R (substancja czynna działająca poprzez glebę) – metamitron lub lenacyl, aplikowane łącznie z adiuwantem efektywnie zwalczają komosę białą (*Ch. album*) oraz łobodę rozłożystą (*Atriplex patula*). Należy w tym miejscu nadmienić, że spośród wyszczególnionych powyżej substancji czynnych wycofano już dwie – desmedifam oraz trialat.

W najbliższym czasie nowoczesne rolnictwo czeka kolejne wyzwania. Trwający od kilku lat w Unii Europejskiej przegląd substancji czynnych, perspektywa niezatwierdzenia kolejnych substancji czynnych (fenmedifam oraz lenacyl), przyjęta strategia „Od pola do stołu” czy występowanie biotypów odpornych w znacznym stopniu pogorszą możliwości chemicznego zwalczania chwastów.

Celem pracy było opracowanie alternatywnego programu zwalczania chwastów w buraku cukrowym z pominięciem lenacylu.

## Materiały i metody / Materials and methods

Badania polowe przeprowadzono w latach 2021–2022, w buraku cukrowym odmiany Mariza. Buraki wysiano w pierwszej dekadzie kwietnia w ilości 1,25 jednostki siewnej na ha. Przedplonem w obydwu latach była pszenica ozima. Doświadczenia prowadzono na glebie brunatnej, charakteryzującej się w zależności od roku badań odczynem lekko kwaśnym (pH 5,8–6,3) oraz zawartością węgla organicznego w przedziale od 0,74 do 0,78%. W okresie wegetacji roślin zastosowano nawożenie mineralne: N – 122 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30 kg/ha, K<sub>2</sub>O – 75 kg/ha oraz standardową ochronę plantacji przeciwko agrofagom (choroby i szkodniki).

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 30,0 m<sup>2</sup>. Obiektami badań były mieszaniny herbicydowe aplikowane w różnych zestawieniach, zawierające: metamitron, etofumesat, triflusufluron metyloвого, chlopyralid, dimetanamid-P oraz lenacyl. Wymienione substancje czynne, niezależnie od składu mieszaniny, stosowano łącznie z adiuwantem wykazującym działanie wielokierunkowe (Atpolan BIO 80 EC Premium). Aplikację badanych środków przeprowadzono trzykrotnie, niezależnie od fazy rozwojowej buraka, na chwasty w stadium liścieni (BBCH 10). Zabiegi wykonano opryskiwaczem rowerowym typu Victoria, wyposażonym w rozpylacze typu 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. 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 m<sup>2</sup>). 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, polaryzacji oraz zawartości związków melasotwórczych. 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 wynika z kilku wzajemnie uzupełniających się czynników. Oprócz doboru substancji czynnej odpowiedniej do struktury zachwaszczenia i terminowego wykonania zabiegów, znaczącą rolę w regulacji zachwaszczenia odgrywają warunki atmosferyczne panujące w okresie ich aplikacji. Według danych zawartych w literaturze, optymalna temperatura powietrza dla działania herbicydów oscyluje w przedziale od 10 do 25°C, natomiast wilgotność powietrza od 50 do 90% (Woźnica 2008). W 2022 roku podczas aplikacji herbicydów odnotowano niższą wilgotność względną powietrza oscylującą w zakresie od 33,5 do 44,3% (tab. 1). Temperatura powietrza w zależności od roku badań podczas wykonywania zabiegów oscylowała w zakresie od 16,0 do 20,6°C (rok 2021) oraz od 16,4 do 19,2°C (rok 2022).

W obydwu latach badań mieszaniny metamitronu, etofumesatu oraz adiuwanta Atpolan BIO 80 EC Premium wykazywały wysoką efektywność zwalczania fiołka polnego (*Viola arvensis*), tobołka polnego (*Thlaspi arvense*) oraz wilczomleczka obrotnego (*Euphorbia helioscopia*). Niemniej jednak niska wilgotność powietrza i okresowe niedobory opadów w 2022 roku wpłynęły na poziom redukcji *Ch. album*, który wyniósł 95,5% w 2021 roku oraz 93,8% rok później (tab. 1, 2). Zbliżone rezultaty uzyskali Kieloch i Domaradzki (2008), badając efektywność zwalczania *Ch. album* w warunkach zróżnicowanej wilgotności względnej powietrza.

Brak etofumesatu w mieszaninie wpłynął na zmniejszenie efektywności zwalczania *Ch. album*. Pomimo zwiększenia dawki metamitronu (1050 g/ha), zastosowania triflusufluronu metylowego (15 g/ha) oraz adiuwanta Atpolan BIO 80 EC Premium, redukcja populacji tego gatunku

**Tabela 1.** Warunki meteorologiczne podczas aplikacji herbicydów

**Table 1.** Meteorological conditions during the application of herbicides

| Termin zabiegu<br>Time of application | Data wykonania zabiegu<br>Date of application | Temperatura podczas zabiegu<br>Temperature during application [°C] | Wilgotność powietrza<br>Air humidity [%] | Ilość pierwszego opadu po zabiegu<br>Amount of first precipitation after application [mm] | Pierwszy opad po zabiegu<br>First precipitation after application | Suma opadów w tygodniu po zabiegu<br>Total precipitations in 1st week after application [mm] |
|---------------------------------------|---|--|--|---|---|--|
| 2021                                  |   |  |  |   |   |  |
| A                                     | 18.05.2021                                    | 16,0   | 71,5                                     | 0,1   | 19.05.2021  | 17,1   |
| B                                     | 04.06.2021                                    | 20,5   | 54,0                                     | 0,1   | 11.06.2021  | 0,1  |
| C                                     | 14.06.2021                                    | 20,3   | 67,5                                     | 8,6   | 22.06.2021  | 0  |
| 2022                                  |   |  |  |   |   |  |
| A                                     | 04.05.2022                                    | 17,0   | 33,5                                     | 0,7   | 05.05.2022  | 3,1  |
| B                                     | 16.05.2022                                    | 19,2   | 44,3                                     | 34,7  | 17.05.2022  | 40,7   |
| C                                     | 31.05.2022                                    | 16,4   | 38,6                                     | 16,1  | 01.06.2022  | 19,7   |

**Tabela 2.** Temperatura powietrza i opady w poszczególnych latach badań

**Table 2.** Air temperature and precipitation during years of investigation

| Miesiąc<br>Month     | Warunki pogodowe w poszczególnych latach badań<br>Weather conditions in the years of investigation |                       |   |                       |
|----------------------|--|-----------------------|---|-----------------------|
|                      | 2021   |                       | 2022  |                       |
|                      | średnia temperatura<br>average temperature [°C]  | opad<br>rainfall [mm] | średnia temperatura<br>average temperature [°C] | opad<br>rainfall [mm] |
| Kwiecień – April     | 7,4  | 44,0                  | 6,7   | 25,8                  |
| Maj – May            | 12,1   | 125,0                 | 12,8  | 62,4                  |
| Czerwiec – June      | 19,8   | 34,0                  | 17,9  | 36,4                  |
| Lipiec – July        | 22,5   | 128,0                 | 18,6  | 45,6                  |
| Sierpień – August    | 17,6   | 105,0                 | 21,6  | 52,3                  |
| Wrzesień – September | 14,0   | 20,0                  | 12,2  | 57,9                  |
| Suma – Sum           | –  | 456,0                 | –   | 280,4                 |

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

| Lp. | Obiekt<br>Treatment  | Dawka<br>Dose<br>[g/ha]         | Termin<br>aplikacji<br>Time of<br>application | Efektywność zniszczenia chwastów – Weed control [%] |         |        |        |         |        |         |         |         |         |  |  |
|-----|--|---------------------------------|---|---|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--|--|
|     |  |                                 |   | CHEAL   |         | VIOAR  |        | POLAV   |        | THLAR   |         | EPHHE   |         |  |  |
|     |  |                                 |   | 2021  | 2022    | 2021   | 2022   | 2021    | 2022   | 2021    | 2022    | 2021    | 2022    |  |  |
| 1.  | kontrola [szt./m <sup>2</sup> ]<br>untreated check [pes/m <sup>2</sup> ]       | –                               | –   | 12,5  | 42,5    | 20,8   | 4,0    | 6,2     | 4,2    | 11,8    | 5,0     | 6,6     | 4,2     |  |  |
| 2.  | metamitron + ethofumesate*   | 700 + 300                       | A, B, C                                       | 95,5 a  | 93,8 b  | 99,5 a | 99,3 a | 75,0 a  | 67,5 b | 100,0 a | 99,5 a  | 100,0 a | 100,0 a |  |  |
| 3.  | metamitron + triflusaluron-methyl*   | 1050 + 15                       | A, B, C                                       | 88,5 a  | 86,8 c  | 98,8 a | 95,8 a | 97,5 a  | 97,3 a | 100,0 a | 99,8 a  | 99,5 a  | 100,0 a |  |  |
| 4.  | metamitron + ethofumesate +<br>dimethanamid-P + quinomerac*                    | 700 + 165 +<br>33,3 + 16,7      | A, B, C                                       | 94,0 a  | 96,0 ab | 97,8 a | 92,8 a | 30,0 b  | 25,0 c | 100,0 a | 96,3 a  | 100,0 a | 100,0 a |  |  |
| 5.  | metamitron +<br>etofumesate + triflusaluron-methyl*                            | 700 + 165 + 15                  | A, B, C                                       | 93,3 a  | 91,8 b  | 98,3 a | 96,0 a | 96,0 a  | 96,0 a | 100,0 a | 99,5 a  | 100,0 a | 100,0 a |  |  |
| 6.  | metamitron + etofumesate +<br>cloparylid + dimethanamid-P +<br>quinomerac      | 700 + 165 + 30 +<br>33,3 + 16,7 | A, B, C                                       | 95,0 a  | 95,8 ab | 98,3 a | 95,3 a | 82,3 a  | 65,0 b | 100,0 a | 98,8 a  | 100,0 a | 100,0 a |  |  |
| 7.  | metamitron + ethofumesate +<br>cloparylid + triflusaluron*                     | 700 + 165 +<br>30 + 7,5         | A, B, C                                       | 96,0 a  | 92,5 b  | 98,8 a | 96,0 a | 94,8 a  | 96,0 a | 100,0 a | 100,0 a | 100,0 a | 100,0 a |  |  |
| 8.  | metamitron + ethofumesate +<br>cloparylid + triflusaluron-methyl +<br>fenacil* | 175 + 165 + 30 +<br>7,5 + 100   | A, B, C                                       | 98,8 a  | 99,3 a  | 99,5 a | 97,3 a | 100,0 a | 99,0 a | 100,0 a | 99,8 a  | 100,0 a | 100,0 a |  |  |

CHEAL – *Chenopodium album*, VIOAR – *Viola arvensis*, POLAV – *Polygonum aviculare*, THLAR – *Thlaspi arvense*, EPHHE – *Euphorbia helioscopia*  
 \*na obiektach 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – stosowano adjuwant Atpolan BIO 80 EC Premium w dawce 1,5 l/ha – on objects 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – the adjuvant Atpolan BIO 80 EC Premium was used at a dose of 1.5 l/ha

**Tabela 4.** Wpływ badanych mieszanin na plonowanie buraka cukrowego  
**Table 4.** Influence of tested mixtures on sugar beet yield

| Lp. | Objekt<br>Treatment  | Dawka<br>Dose<br>[g/ha]            | Fitotoksyczność<br>Phytotoxicity<br>[%] |      | Plon korzeni<br>Yield of roots<br>[t/ha] |        | Plon cukru<br>Yield of sugar<br>[t/ha] |       | Polaryzacja<br>Sugar content<br>in roots<br>[%] |        | Zawartość związków melasotwórczych<br>The content of molasses forming compounds<br>[mmol/1000 g of pulp] |        |        |        |        |        |
|-----|--|------------------------------------|---|------|--|--------|--|-------|---|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
|     |  |                                    | 2021                                    | 2022 | 2021                                     | 2022   | 2021                                   | 2022  | 2021  | 2022   | K  |        | Na     |        | N      |        |
|     |  |                                    |   |      |  |        |  |       |   |        | 2021   | 2022   | 2021   | 2022   | 2021   | 2022   |
| 1.  | kontrola [szt./m <sup>2</sup> ]<br>untreated check [pcs/m <sup>2</sup> ]         | -                                  | 0                                       | 0    | 26,9 b                                   | 1,9 b  | 4,6 b                                  | **    | 17,0 a  | **     | 0,41 b   | **     | 0,05 a | **     | 0,17 a | **     |
| 2.  | metamitron + etofumesate*  | 700 + 300                          | 0                                       | 0    | 58,8 a                                   | 58,4 a | 9,8 a                                  | 8,4 a | 16,7 a  | 16,3 a | 0,47 a   | 0,45 a | 0,05 a | 0,05 a | 0,24 a | 0,35 a |
| 3.  | metamitron + triflusufluron-<br>-methyl*   | 1050 + 15                          | 0                                       | 0    | 60,0 a                                   | 56,5 a | 9,9 a                                  | 8,3 a | 16,6 a  | 16,6 a | 0,44 ab  | 0,45 a | 0,05 a | 0,05 a | 0,25 a | 0,33 a |
| 4.  | metamitron + etofumesate<br>+ dimethamid-P + quino-<br>merac*                    | 700 + 165 +<br>33,3 + 16,7         | 0                                       | 0    | 59,0 a                                   | 59,9 a | 10,0 a                                 | 8,7 a | 17,1 a  | 16,5 a | 0,43 ab  | 0,45 a | 0,05 a | 0,06 a | 0,21 a | 0,31 a |
| 5.  | metamitron + etofumesate<br>triflusufluron-methyl*                               | 700 + 165<br>+ 15                  | 0                                       | 0    | 55,9 a                                   | 61,6 a | 9,3 a                                  | 9,1 a | 16,7 a  | 16,6 a | 0,44 ab  | 0,45 a | 0,06 a | 0,05 a | 0,24 a | 0,30 a |
| 6.  | metamitron + etofumesate +<br>cloparylid + dimethamid-P +<br>quinomerac          | 700 + 165 +<br>30 + 33,3 +<br>16,7 | 0                                       | 0    | 58,4 a                                   | 62,4 a | 9,9 a                                  | 9,0 a | 16,9 a  | 16,4 a | 0,43 ab  | 0,48 a | 0,05 a | 0,07 a | 0,21 a | 0,33 a |
| 7.  | metamitron + etofumesate +<br>cloparylid + triflusufluron*                       | 700 + 165 +<br>30 + 7,5            | 0                                       | 0    | 60,4 a                                   | 62,1 a | 10,0 a                                 | 9,0 a | 16,6 a  | 16,3 a | 0,46 a   | 0,45 a | 0,06 a | 0,05 a | 0,25 a | 0,32 a |
| 8.  | metamitron + etofumesate +<br>cloparylid + triflusufluron-me-<br>thyl + lenacil* | 175 + 165 +<br>30 + 7,5 +<br>100   | 0                                       | 0    | 61,3 a                                   | 63,2 a | 10,4 a                                 | 8,9 a | 17,0 a  | 16,0 a | 0,45 ab  | 0,44 a | 0,05 a | 0,06 a | 0,23 a | 0,32 a |

K – potas – potassium, Na – sód – sodium, N – azot – nitrogen

\*na obiektach 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – stosowano adiuwant Alpolan BIO 80 EC Premium w dawce 1,5 l/ha – on objects 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – the adjuvant Alpolan BIO 80 EC Premium was used at a dose of 1.5 l/ha

\*\*z przytoczonych technicznych – wymogów aparatury, nie można było przeprowadzić analizy parametrów jakościowych korzeni buraka cukrowego – for technical reasons – the requirements of the apparatus, it was not possible to analyze the quality parameters of sugar beet roots

w obydwu latach badań była o 7% niższa w porównaniu do mieszaniny metamitronu (700 g/ha) i etofumesatu (300 g/ha). Biorąc pod uwagę występowanie biotypów *Ch. album* odpornych na metamitron (Kucharski 2005; Adamczewski i wsp. 2019), najbardziej racjonalnym sposobem walki z tym gatunkiem chwastu po ewentualnym wykluczeniu fenmedifamu i lenacylu będzie aplikacja mieszaniny etofumesatu i metamitronu.

Według Woźnicy i wsp. (2006, 2007), *Ch. album* jest jednym z najtrudniejszych chwastów do zwalczania na plantacji buraka cukrowego. Wynika to przede wszystkim z możliwości zachwaszczania upraw w całym okresie wegetacji rośliny uprawnej oraz przystosowania się tego gatunku do niesprzyjających warunków atmosferycznych. Po wycofaniu desmedifamu, regulacja zachwaszczenia w głównej mierze opiera się na herbicydach zawierających fenmedifam, etofumesat oraz metamitron (Korbias i wsp. 2020). Według De Cauwer i wsp. (2018) system FAR, w którego składzie znajdują się wymienione powyżej substancje czynne efektywnie zwalczą *Ch. album* oraz *A. patula*.

Wprowadzenie do cieczy opryskowej zawierającej mieszaninę metamitronu i etofumesatu, dimetanamidu-P oraz chinomeraku dało niejednoznaczne wyniki (tab. 3). W pierwszym roku badań efektywność chwastobójcza względem *Ch. album* kształtowała się na poziomie wariantu badań, w którym zastosowano metamitron łącznie z etofumesatem. Natomiast w 2022 roku odnotowano nieistotne statystycznie polepszenie efektywności działania. Dla porównania, analogiczne mieszaniny oparte na triflusułfuronie metylowym (zamiast dimetanamidu-P i chinomeraku) wykazywały w obydwu sezonach wegetacyjnych słabszą skuteczność zwalczania, oscylującą w zakresie od 91,8 do 96%. Niezależnie od składu badanych mieszanin efektywność zwalczania *Ch. album* była niższa od wyników zaprezentowanych przez Idziaka i wsp. (2022). Wymienieni autorzy w swoich badaniach aplikowali mieszaninę fenmedifamu (200 g/ha), etofumesatu (200 g/ha), metamitronu (700 g/ha) oraz adiuwanta Atpolan BIO 80 EC Premium uzyskując redukcję populacji chwastu w zakresie od 99 do 100%.

Spośród analizowanych obiektów najlepsze rezultaty ograniczenia populacji *Ch. album* odnotowano po zastosowaniu mieszaniny metamitronu, etofumesatu, chlorypyralidu, triflusułfuronu metylowego oraz lenacylu. W zależności od roku badań efektywność chwastobójcza oscylowała w granicach od 98,8 do 99,3%. Do podobnych wniosków doszli Idziak i wsp. (2009). Natomiast Domaradzki (2011) uzyskał silne ograniczenie zachwaszczenia, w tym także *Ch. album*, dodając dodatkowo chlorydazon. Należy zauważyć, że wymienieni autorzy stosowali wielokomponentowe mieszaniny oparte na fenmedifamie, etofumesacie i wycofanym już desmedifamie i chlorydazonie.

Według Idziaka i wsp. (2022) mieszanina fenmedifamu (200 g/ha), etofumesatu (200 g/ha) i metamitronu (700 g/ha) aplikowana łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC

skutecznie eliminuje chwastnicę jednostronną (*Echinochloa crus-galii*), bodziszka drobnego (*Geranium pusillum*), samosiewy rzepaku (*Brassica napus*), fiołka polnego (*V. arvensis*) oraz rdest ptasi (*Polygonum aviculare*). W badaniach własnych wysoką efektywność działania programu pozbawionego fenmedifamu uzyskano względem *V. arvensis*, *T. arvense* oraz *E. helioscopia*. Natomiast *P. aviculare* był słabo zwalczany. Wprowadzenie do cieczy opryskowej triflusułfuronu metylowego w istotnym zakresie polepszyło skuteczność działania badanych mieszanin (warianty 3, 5, 7, 8).

Pomimo korzystniejszych warunków pogodowych pod względem ilości opadów w sezonie wegetacyjnym 2021 roku, plonowanie buraka w obydwu latach badań było wyrównane i oscylowało w przedziale od 55,9 do 61,3 t/ha (rok 2021) oraz od 56,5 do 63,17 t/ha (rok 2022). Niezależnie od roku badań, stwierdzono istotny przyrost plonu korzeni z wariantów traktowanych herbicydami w porównaniu do kontroli bezwzględnej (tab. 4). Natomiast zastosowanie różnych wariantów ochrony herbicydowej nie wpłynęło znacząco na plon korzeni. Podobne relacje opisali Woźnica i wsp. (2007), Idziak i wsp. (2009, 2022), Domaradzki (2011) oraz Waniorek i wsp. (2011).

Sposób ochrony plantacji nie miał istotnego wpływu na parametry jakościowe buraka cukrowego, tj. polaryzację oraz zawartość związków melasotwórczych – azotu  $\alpha$ -aminowego, potasu i sodu. Niezależnie od roku badań oraz warunków pogodowych w obydwu latach badań uzyskano zbliżoną zawartość sacharozy w korzeniach buraka cukrowego. Odmienne wyniki otrzymali Rother (1998), Hoffmann (2000), Hoffmann i Märlander (2001), Barłóg i Grzebisz (2004), Stępień i wsp. (2010) oraz Ciebień (2015). Zdaniem tych autorów ciepła i sucha jesień sprzyja akumulacji cukru.

## Wnioski / Conclusions

1. Brak w składzie mieszanin etofumesatu skutkowało obniżeniem efektywności zwalczania *Ch. album*.
2. Aplikacja mieszaniny metamitronu w dawce 1050 g/ha z triflusułfuronem metylowym (15 g/ha) wpływała na pogorszenie efektywności zwalczania *Ch. album*.
3. Brak lenacylu w składzie mieszanin powodował obniżenie skuteczności zwalczania *Ch. album*.
4. Badane mieszaniny efektywnie eliminowały *V. arvensis* oraz *T. arvense*.
5. W regulacji zachwaszczenia powodowanego przez *P. aviculare* istotną rolę pełnił triflusułfuron metylowy.
6. Testowane mieszaniny nie wpływały fitotoksycznie na wzrost i rozwój buraka cukrowego odmiany Mariza.
7. Przeprowadzone analizy statystyczne wykazały brak istotnych różnic w plonowaniu oraz w parametrach jakościowych pomiędzy wariantami badań, w których aplikowano badane mieszaniny herbicydowe.

**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
- Barlóg 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.
- 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 Sectio E, Agricultura/Agronomy* 70 (3): 1–10. DOI: 10.24326/as.2015.3.1
- 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.
- Górski D., Kiniec A., Miziniak W., Piszczek J., Strażyński P., Tomalak M., Ulatowska A., Kierzek R., Matysiak K., Nijak K., Gorzała G. 2022. *Metodyka integrowanej produkcji buraka* (J. Piszczek, P. Strażyński, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 61 ss. ISBN 978-83-64655-83-8.
- 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/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., 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.
- 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.
- Korbas M., Strażyński P. (red.), Kalinowska A., Miklaszewska K., Danielewicz J., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Kucharski W., Mordalski R. 2020. *Zalecenia ochrony roślin rolniczych. T. 3. Rośliny oleiste, okopowe, bobowate i zielarskie*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 487 ss.
- 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.
- 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.
- Miziniak W. 2022. Możliwości zwalczania chwastów w uprawie buraka cukrowego po wycofaniu desmedifamu i ewentualnym niezatwierdzeniu do dalszego stosowania fenmedifamu i chlordazonu. [Possibilities of weed control in sugar beet crop after desmedipham withdrawn and possible non-approval of further use of phenmedipham and chloridazone]. *Progress in Plant Protection* 62 (2): 109–116. DOI: 10.14199/ppp-2022-013
- Paradowski A., Adamczewski K. 2002. Ocena wpływu zmiany technologii odchwaszczania buraka cukrowego na przestrzeni 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.
- 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.
- Wilson R.G. 1994. New herbicides for postemergence application in sugar beet (*Beta vulgaris*). *Weed Technology* 8 (4): 807–811.
- Woźnica Z. 2008. *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 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.