

WPŁYW MĄCZKI Z NASION I OKWIATU BARSZCZU SOSNOWSKIEGO (*HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.) NA POCZĄTKOWY WZROST KUKURYDZY I DWÓCH GATUNKÓW CHWASTÓW

DOROTA GALA-CZEKAJ¹, BEATA JOP, AGNIESZKA SYNOWIEC

*Katedra Agrotechniki i Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie,
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

Synopsis. Celem badań było określenie wpływu różnych dawek mączki z okwiatów i nasion barszczu Sosnowskiego na kiełkowanie i początkowy wzrost kukurydzy (*Zea mays* ssp. *indurata* Sturt.), chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) i szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus* L.). Doświadczenie założono w tunelu foliowym w Krakowie-Mydlnikach, w dwóch 7-tygodniowych seriach. Zastosowano dwa czynniki doświadczalne: rodzaj mączki (z nasion i z okwiatu) oraz dawka mączki (0, 1 i 2 g-doniczkę⁻¹). W badanych mączkach oznaczono zawartość związków fenolowych. Mączki dodano do doniczek wypełnionych warstwą orną gleby piaszczystej i wymieszano z nią, a następnie wysiano po kilka sztuk nasion testowanych gatunków. Po skielkowaniu liczbę roślin w doniczkach wyrównano do trzech. Po zakończeniu każdej serii oznaczono: liczbę i długość roślin w doniczce, suchą masę części nadziemnych i korzeni. Średnia zawartość związków fenolowych w obu rodzajach mączek z barszczu była na zbliżonym poziomie. Stwierdzono, że zastosowane dawki mączek stymulowały przyrost biomasy części nadziemnych kukurydzy i chwastnicy jednostronnej. Z kolei mączka z nasion barszczu wpływała istotnie na zmniejszenie średniej długości i masy części nadziemnych oraz masy korzeni szarłatu szorstkiego. Podsumowując, wymieszane z glebą mączki z nasion i okwiatu barszczu Sosnowskiego wykazują selektywny efekt allelopatyczny względem testowanych gatunków roślin, co może stanowić przyczynek do dalszych poszukiwań substancji biologicznie czynnych barszczu o potencjale herbicydowym.

Słowa kluczowe: rośliny inwazyjne, chwastnica jednostronna, szarłat szorstki, allelopatia

WSTĘP

Barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) należy do rodziny selerowatych (*Apiaceae*) [Baležentienė i Bartkevičius 2013a, Jakubowicz i in. 2012, Jakubska-Busse i in. 2013, Gałczyńska i in. 2016]. Ten inwazyjny gatunek pochodzi z Kaukazu [Baležentienė i Bartkevičius 2013b, Ciosek i in. 2010, Gniazdowska 2005], a do Europy został sprowadzony prawdopodobnie w 1944 r. [Jahodova i in. 2007] jako roślina pastewna, charakteryzująca się obfitą biomasą [Baležentienė 2012, Baležentienė i Bartkevičius 2014]. Jednakże już w latach 80-tych zaprzestano uprawy barszczu Sosnowskiego, ponieważ po jego spożyciu obserwowano podrażnienia przewodu pokarmowego u przeżuwaczy [Śliwiński 2009]. Kontakt z barszczem lub przebywanie w jego pobliżu powoduje w obecności światła słonecznego rozległe oparzenia, będące reakcją fotouczulającą na obecne w tkankach furanokumaryny. Związki te są groźne

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: dorota.gala@urk.edu.pl

* Wyniki badań zrealizowane w ramach tematu nr 3104 zostały sfinansowane z dotacji na naukę przyznanej przez MNiSW.

dla życia osób podatnych na ich działanie [Jakubowicz i in. 2012, Jakubska-Busse i in. 2013, Weryszko-Chmielewska i Chwil 2017].

Barszcz Sosnowskiego ma niskie wymagania siedliskowe i uznawany jest za gatunek eurytopowy [Śliwiński 2009], który odnotowywany jest w szerokim spektrum siedlisk [Baležentienė 2012, Baležentienė i Bartkevičius 2013a]. Na terenie Polski *H. sosnowskyi* występuje masowo w południowo-wschodniej i północnej części kraju [Jakubowicz i in. 2012], ale jego stanowiska spotkać można na obszarze całej Polski [Sachajdakiewicz i Mędrzycki 2013]. Inwazyjny barszcz wkracza także na miedze pól uprawnych.

Wpływ związków allelopatycznych zawartych w barszczu Sosnowskiego na rośliny uprawne i towarzyszące im chwasty był jak dotąd przedmiotem nielicznych badań [Gniazdowska 2005, Synowiec i Kalemba 2015]. W doświadczeniach laboratoryjnych wykazano inhibicyjny wpływ wyciągów wodnych [Baležentienė 2012, Baležentienė i Bartkevičius 2014] oraz olejków eterycznych [Synowiec i Kalemba 2015] z barszczu na kiełkowanie i początkowy wzrost wybranych roślin uprawnych i chwastów. W dostępnej literaturze brak jest podobnych badań przeprowadzonych z zastosowaniem mączek z roślin i substratu glebowego.

Hipoteza badawcza zakłada istnienie allelopatycznych oddziaływań mączek z barszczu Sosnowskiego względem roślin uprawnych i chwastów segetalnych. Ze względu na coraz częstsze występowanie *H. sosnowskyi* na miedzach pól oraz możliwe, inhibicyjne oddziaływanie produkowanych przez niego allelopatin na wzrost i rozwój roślin uprawnych, a w konsekwencji – na wielkość i jakość otrzymywanego plonu – konieczne są badania w tym zakresie. Z drugiej strony – hamujący wpływ związków allelopatycznych zawartych w inwazyjnym barszczu na chwasty mogłyby stać się przesłanką do dalszych badań ukierunkowanych na poszukiwanie alternatywnych, naturalnych herbicydów pochodzenia roślinnego.

Celem podjętych badań było określenie wpływu zastosowania różnych dawek mączki z kwiatostanów i nasion barszczu Sosnowskiego na kiełkowanie i początkowy wzrost wybranych gatunków chwastów: chwastnicy jednostronnej (*E. crus-galli*) i szarłatu szorstkiego (*A. retroflexus*) oraz rośliny uprawnej – kukurydzy (*Z. mays* ssp. *indurata*) w warunkach zbliżonych do naturalnych. Kryterium wyboru kukurydzy do testów stanowiła popularność jej uprawy. Oba testowane gatunki chwastów (jednoliścienny i dwuliścienny) często towarzyszą uprawom kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Baldachy barszczu Sosnowskiego wraz z nasionami zostały zebrane we wrześniu 2014 r. w Garlicy Murowanej (powiat krakowski, gmina Zielonki). Po zbiorze materiał roślinny wysuszone w warunkach naturalnych bez dostępu światła, po czym oddzielono ręcznie nasiona od okwiatu i zmielono na mączkę w młynku przemysłowym firmy Retsch.

W mączkach oznaczono spektrofotometrycznie zawartość związków fenolowych ogółem. Wykorzystano metodę Singletona i in. [1999] z modyfikacjami wprowadzonymi przez: Bach i in. [2015] oraz Hura i in. [2016]. Około 20 mg sproszkowanego materiału ekstrahowano w 0,65 ml mieszaniny metanolu/wody/kwasu mrówkowego (15/4/1 v/v). Ekstrakcję powtarzano 2 razy, następnie 100 µl połączonego ekstraktu rozcieńczano w 0,5 ml wody dejonizowanej i dodawano 0,2 ml odczynnika Folina-Ciocalteu (POCH, Gliwice, Polska) i po 10 min. inkubacji dodawano 0,7 ml nasyconego roztworu Na_2CO_3 . Próbkę były mieszane, przez 2 godz. wirowane i przenoszone na 96-dołkowe płytki mikrotitracyjne. Pomiar absorbancji wykonano przy 765 nm na czytniku płytek (Synergy II, Biotek, USA). Wyniki przedstawiono w przeliczeniu na kwas galusowy. Analizy prowadzono w trzech powtórzeniach wyodrębnionych z próby zbiorczej.

W pracy testowano ziarniaki kukurydzy odmiany Wilga (Hodowla Roślin Smolice Sp. z o. o.). Nasiona testowanej chwastnicy zebrano w 2012 r. w Krakowie-Mydlnikach, a szarłatę we wrześniu 2011 r. w Krzęcinie (powiat krakowski, gmina Skawina). Do czasu rozpoczęcia eksperymentu nasiona były przechowywane w papierowych torebkach, w suchym, chłodnym i zacienionym miejscu.

Doświadczenie założono w foliowym tunelu na terenie Stacji Doświadczalnej Katedry Agrotechniki i Ekologii Rolniczej w Krakowie-Mydlnikach w dwóch terminach: 15 maja (I seria) i 9 czerwca (II seria) 2015 r. Czynnikiem I był rodzaj mączki z barszczu: z nasion lub okwiatu, a czynnikiem II – dawka mączki: 0 (kontrola), 1 i 2 g·doniczkę⁻¹.

Do kwadratowych doniczek szkółkarskich (9×9×10 cm), wypełnionych warstwą orną gleby brunatnej piaszczystej, dodano odpowiednią dawkę mączki z barszczu i wymieszano z glebą na całą głębokość doniczki. Obiekt kontrolny nie zawierał domieszki mączki. Następnie wysiano po kilka nasion kukurydzy, chwastnicy jednostronnej oraz szarłatę szorstkiego. Po siewku liczba nasion w doniczkach wyrównano do trzech. W trakcie eksperymentu rośliny podlewano regularnie do momentu wysycenia podłoża. Po osiągnięciu przez rośliny fazy 4-5 liści eksperyment zakończono: 4 lipca (po 51 dniach, w I serii) i 25 lipca (po 47 dniach, w II serii). Doniczki były zgrupowane według typu i dawki mączki (osobne tacki). Każdy obiekt posiadał trzy powtórzenia (doniczki).

Po zakończeniu każdej serii rośliny ścięto przy powierzchni i oznaczono: liczbę roślin w doniczce oraz długość części nadziemnych. Następnie części nadziemne i korzenie zapakowano w oddzielne koperty i wysuszono w suszarce w temp. 50°C przez 72 godziny. Po wysuszeniu zważono suchą masę części nadziemnych i podziemnych kukurydzy oraz chwastów. Do analizy statystycznej przyjęto średnią wartość badanej cechy dla roślin w doniczce.

Wyniki obu serii doświadczenia analizowano łącznie, ponieważ nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi analizowanymi cechami (test t-Studenta). Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji dla układu losowanych bloków. W przypadku gdy rozkład danych nie spełniał wymogów rozkładu normalnego, wykonano transformację pierwiastkową danych i analizę przeprowadzono na danych transformowanych. Średnie obiektowe porównane zostały za pomocą testu Fishera przy poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Po zakończeniu eksperymentu podłoże z doniczek zsypano do worków, tworząc próby zbiorcze dla poszczególnych obiektów i wysuszono w warunkach naturalnych. Następnie dokonano oceny wybranych właściwości chemicznych podłoża – tj. odczynu gleby, zawartości fosforu, potasu i magnezu. Oznaczenia wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Krakowie. Analizę przeprowadzono w dwóch powtórzeniach wyodrębnionych z próby zbiorczej.

WYNIKI BADAŃ

Ocena zawartości puli związków fenolowych w analizowanych mączkach wykazała, że zarówno w nasionach, jak i baldachach *H. sosnowskyi* obecne są fenole. Średnia zawartość związków fenolowych w obu badanych częściach rośliny znajdowała się na zbliżonym poziomie. Mączka z nasion barszczu Sosnowskiego zawierała średnio 2,9 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ związków fenolowych, natomiast mączka z okwiatu nieznacznie więcej – 3,0 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ (tab. 1).

Analiza laboratoryjna podłoża wykorzystanego w doświadczeniu pozwoliła na określenie jego wybranych właściwości chemicznych. Odczyn gleby w poszczególnych wariantach eksperymentu mieścił się w zakresie 6,33 (obiekt kontrolny) – 6,70 (obiekt z mączką z nasion w dawce 1 g·doniczkę⁻¹), co według aktualnej nomenklatury pozwala określić go jako lekko kwaśny lub obojętny. W pobranej glebie oceniono również zawartość fosforu, potasu i magnezu.

Tabela 1. Zawartość związków fenolowych ogółem w mączkach

Table 1. Total phenolic compounds in meals

Obiekt doświadczalny Experimental object	Średnia zawartość ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$) Mean content ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$)
Obiekt kontrolny Control object	-
Mączka z nasion Meal from seeds	2,87
Mączka z okwiatu Meal from perianth	3,04

Tabela 2. Wybrane właściwości chemiczne podłoża

Table 2. The selected chemical properties of soil-media

Obiekt doświadczalny Experimental object	pH_{KCl}	Zawartość ($\text{mg}\cdot 100 \text{ g gleby}^{-1}$) Content ($\text{mg}\cdot 100 \text{ g soil}^{-1}$)		
		P_2O_5	K_2O	MgO
Obiekt kontrolny Control object	6,33	18,2	7,5	6,9
Mączka z nasion 1 g·doniczkę ⁻¹ Meal from seeds 1 gram per pot	6,70	21,6	12,0	7,4
Mączka z nasion 2 g·doniczkę ⁻¹ Meal from seeds 2 grams per pot	6,47	21,4	13,0	8,4
Mączka z okwiatu 1 g·doniczkę ⁻¹ Meal from perianth 1 gram per pot	6,43	19,3	9,0	7,6
Mączka z okwiatu 2 g·doniczkę ⁻¹ Meal from perianth 2 grams per pot	6,60	20,0	12,5	7,4

Na podstawie liczb granicznych obowiązujących dla ww. składników pokarmowych stwierdzono, że zawartość fosforu w glebie była wysoka dla kontroli i obiektów z mączką z okwiatu (w niższej i wyższej dawce) oraz bardzo wysoka dla obiektów z mączką z nasion (w niższej i wyższej dawce). W przypadku analizy potasu jego zawartość oceniono jako niską dla obiektu kontrolnego, średnią dla kombinacji gleby z mączką z okwiatu w dawce 1 g·doniczkę⁻¹, zaś dla pozostałych wariantów zawartość tego składnika w podłożu określono jako wysoką. Zawartość magnezu w podłożu dla wszystkich obiektów doświadczalnych była bardzo wysoka (tab. 2).

Mączki z barszczu Sosnowskiego w różny sposób oddziaływały na badane gatunki roślin. Wszystkie zastosowane rodzaje i dawki mączek wpłynęły na zmniejszenie liczby roślin kukuřy w doniczkach, jednak różnicę istotną w stosunku do obiektu kontrolnego odnotowano dla niższych dawek mączek. Nie odnotowano istotnego oddziaływania mączek na średnią dłu-

Tabela 3. Wybrane cechy kukurydzy po zastosowaniu mączek z barszczu Sosnowskiego*
Table 3. The selected parameters of maize following the application of hogweed meals*

Dawka mączki (g w wazonie) Dose of meal (g per pot) (B)	Liczba roślin w doniczce (szt.) Number of plants per pot (pcs.)			Średnia długość części nadziemnych (cm) Mean length of aboveground parts			Średnia sucha masa części nadziemnych (g) Mean dry mass of aboveground parts			Średnia sucha masa korzeni (g) Mean dry mass of roots		
	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean
	z nasion seed	z okwiatu perianth		z nasion seed	z okwiatu perianth		z nasion seed	z okwiatu perianth				
0	2,8 ±0,15	2,8 ±0,15	2,8 ±0,15	29,3 ±0,37	29,3 ±0,37	29,3 ±0,37	0,32 ±0,01	0,32 ±0,01	0,32 ±0,01	0,34 ±0,02	0,34 ±0,02	0,34 ±0,02
1	2,0 ±0,34	1,7 ±0,38	1,8 ±0,26	36,9 ±1,98	25,5 ±5,31	31,2 ±3,28	0,52 ±0,09	0,31 ±0,12	0,41 ±0,08	0,73 ±0,04	0,79 ±0,22	0,76 ±0,11
2	1,8 ±0,28	2,5 ±0,29	2,2 ±0,22	33,5 ±0,96	34,4 ±1,33	33,9 ±0,83	0,35 ±0,02	0,56 ±0,07	0,45 ±0,05	0,49 0,05	0,89 ±0,13	0,69 ±0,09
Średnio/Mean	2,2 ±0,19	2,3 ±0,20	-	33,2 ±1,04	29,7 ±2,02	-	0,39 ±0,04	0,39 ±0,05	-	0,52 ±0,05	0,67 ±0,10	-
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	A - r.n.; B - 0,07; AxB - r.n.			A - r.n.; B - r.n.; AxB - r.n.			A - r.n.; B - r.n.; AxB - 0,04			A - r.n.; B - 0,03; AxB - r.n.		

*Analiza wariancji wykonana dla danych transformowanych – pierwiastek kwadratowy; w tabeli zamieszczone są dane nietransformowane/Analysis of variance was performed for the square root transformed data; the table contains non-transformed data
r.n. – różnica nieistotna/non significant differences

Tabela 4. Wybrane cechy chwastnicy jednostronnej po zastosowaniu mączek z barszczu Sosnowskiego*
Table 4. The selected parameters of barnyard grass following the application of hogweed meals*

Dawka mączki (g w wazonie) Dose of meal (g per pot) (B)	Liczba roślin w doniczce (szt.) Number of plants per pot (pcs.)			Średnia długość części nadziemnych (cm) Mean length of aboveground parts			Średnia sucha masa części nadziemnych (g) Mean dry mass of aboveground parts			Średnia sucha masa korzeni (g) Mean dry mass of roots		
	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean
	z nasion seed	z okwiatu perianth		z nasion seed	z okwiatu perianth		z nasion seed	z okwiatu perianth				
0	2,5 ±0,31	2,5 ±0,31	2,5 ±0,31	17,5 ±1,10	17,5 ±1,10	17,5 ±1,10	0,06 ±0,006	0,057 ±0,006	0,06 ±0,006	0,06 ±0,003	0,06 ±0,003	
1	2,0 ±0,33	3,0 ±0,00	2,5 ±0,22	16,5 ±1,62	15,6 ±1,21	16,0 ±1,02	0,08 ±0,03	0,04 ±0,01	0,06 ±0,01	0,14 ±0,04	0,07 ±0,01	0,11 ±0,02
2	1,7 ±0,38	2,8 ±0,15	2,3 ±0,27	24,7 ±2,52	17,7 ±0,93	21,2 ±1,68	0,14 ±0,041	0,07 ±0,02	0,11 ±0,02	0,23 ±0,09	0,14 ±0,04	0,18 ±0,05
Średnio/Mean	2,1 ±0,21	2,8 ±0,13	–	19,6 ±1,37	16,9 ±0,67	–	0,09 ±0,02	0,06 ±0,01	–	0,14 ±0,04	0,09 ±0,02	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	A – 0,03; B – r.n.; AxB – r.n.			A – r.n.; B – 0,17; AxB – r.n.			A – 0,002; B – 0,005; AxB – r.n.			A – r.n.; B – 0,011; AxB – r.n.		

* oznaczenie jak w tabeli 3/explanation as in Table 3

Tabela 5. Wybrane parametry morfologiczne szarlatu szorstkiego po zastosowaniu mączek z barszczu Sosnowskiego*
 Table 5. The selected morphological parameters of redroot pigweed following the application of hogweed meals*

Dawka mączki (g w wazonie)/ Dose of meal (g per pot) (B)	Liczba roślin w doniczkach (szt.) Number of plants per pot (pcs.)			Średnia długość części nadziemnych (cm) Mean length of aboveground parts			Średnia sucha masa części nadziemnych (g) Mean dry mass of aboveground parts			Średnia sucha masa korzeni (g) Mean dry mass of roots		
	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean	typ mączki type of meal (A)		średnio mean
	z nasion seed	z okwiatu perianth		z nasion seed	z okwiatu perianth		z nasion seed	z okwiatu perianth				
0	2,8 ±0,15	2,8 ±0,15	2,8 ±0,15	7,3 ±0,39	7,3 ±0,39	7,3 ±0,39	0,06 ±0,004	0,06 ±0,004	0,06 ±0,004	0,02 ±0,004	0,02 ±0,004	0,02 ±0,004
1	1,8 ±0,37	2,8 ±0,15	2,3 ±0,25	4,1 ±0,51	7,9 ±0,64	6,0 ±0,69	0,01 ±0,003	0,05 ±0,01	0,03 ±0,008	0,002 ±0,001	0,05 ±0,01	0,03 ±0,01
2	1,2 ±0,15	2,2 ±0,37	1,7 ±0,24	5,6 ±0,3	9,0 ±0,92	7,3 ±0,69	0,03 ±0,004	0,08 ±0,02	0,05 ±0,012	0,0003 ±0,0001	0,07 ±0,02	0,03 ±0,02
Średnio/Mean	1,9 ±0,21	2,6 ±0,16	–	5,7 ±0,39	8,1 ±0,43	–	0,03 ±0,005	0,06 ±0,008	–	0,007 ±0,003	0,05 ±0,01	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	A – 0,02; B – 0,05; AxB – r.n.			A – 0,04; B – 0,08; AxB – 0,11			A – 0,001; B – 0,003; AxB – 0,004			A – 0,002; B – r.n.; AxB – 0,007		

*oznaczenie jak w tabeli 3/explanation as in Table 3

gość roślin kukurydzy. W przypadku suchej masy części nadziemnych oraz korzeni stwierdzono z kolei istotnie stymulujący wpływ mączek. Istotny wzrost masy części nadziemnych kukurydzy obserwowano po zastosowaniu niższej dawki mączki z nasion barszczu Sosnowskiego (przyrost masy o 0,20 g w stosunku do kontroli) i wyższej dawki mączki z okwiatu (przyrost masy o 0,24 g w stosunku do kontroli) (tab. 3).

Oddziaływanie mączek z barszczu Sosnowskiego na rośliny chwastnicy jednostronnej było zróżnicowane w zależności od rodzaju i dawki mączki. Liczbę roślin chwastnicy bardziej ograniczyło zastosowanie mączki z nasion. Co ciekawe, mączki w wyższej dawce stymulowały wzrost roślin chwastnicy, co przełożyło się na istotnie wyższą biomasę ich części nadziemnych i korzeni. Mączki w niższej dawce hamowały wzrost części nadziemnych chwastnicy jednostronnej, co przejawiało się spadkiem średniej długości części nadziemnej (o ok. 1–2 cm) oraz, w przypadku mączki z okwiatu, średniej masy części nadziemnych (o ok. 0,017 g). Zahamowania wzrostu chwastnicy nie zaobserwowano po zastosowaniu obu rodzajów mączek w dawce wyższej. Średnia masa części podziemnych chwastnicy we wszystkich obiektach eksperymentalnych była wyższa w porównaniu do obiektu kontrolnego. Przyrost biomasy korzeni badanego gatunku na poszczególnych obiektach, w stosunku do kontroli, wynosił od 0,01 do aż 0,17 g (tab. 4).

Z testowanych gatunków dwuliścienny szarłat szorstki okazał się najbardziej wrażliwy na hamujące działanie mączek z barszczu Sosnowskiego, przy czym istotnie większą wrażliwość rośliny szarlatu wykazały względem mączki z nasion barszczu. Zastosowanie mączki z nasion barszczu w obu dawkach spowodowało istotne zahamowanie początkowego wzrostu szarlatu, co przełożyło się na spadek długości roślin (o ok. 1,7–3,3 cm) oraz masy części nadziemnych (o 0,3–0,5 g) i podziemnych (o ok. 0,018–0,020 g). Dodatek mączki z okwiatu w dawce 1 i 2 g·doniczkę⁻¹ nie wpłynął na wzrost szarlatu (tab. 5).

DYSKUSJA

W świetle uzyskanych wyników wpływ związków allelopatycznych zawartych w zmielonych częściach inwazyjnego barszczu Sosnowskiego na wzrost i rozwój innych roślin jest zróżnicowany w zależności od gatunku rośliny-akceptora.

W dostępnej literaturze niewiele jest wyników dotyczących możliwości wykorzystania potencjału substancji czynnych zawartych w barszczu Sosnowskiego. Przykładowo, Baležentienė [2012] oraz Baležentienė i Bartkevičius [2014], analizowali wpływ związków fenolowych zawartych w wodnych ekstraktach z korzeni i części nadziemnych barszczu Sosnowskiego na kiełkowanie nasion życicy trwałej oraz rzepaku ozimego. Na podstawie wykonanych badań Autorzy stwierdzili, że najsilniejsze działanie inhibitujące początkowy wzrost badanych gatunków wykazały wyciągi uzyskane z liści oraz kwiatów 2-letnich roślin barszczu. Testowane ekstrakty całkowicie hamowały kiełkowanie roślin-akceptorów, przy czym rośliną wykazującą większą wrażliwość na działanie związków allelopatycznych zawartych w barszczu był rzepak. W doświadczeniu własnym rośliną bardziej wrażliwą na allelopatyny była również roślina dwuliścienna – szarłat szorstki.

Synowiec i Kalemba [2015] analizowały wpływ zróżnicowanych stężeń olejku eterycznego, pozyskanego z baldachów oraz nasion *H. sosnowskyi*, na kiełkowanie ziarniaków kukurydzy oraz nasion wybranych gatunków chwastów: owsa głuchego (*Avena fatua* L.), stokłosa żytniej (*Bromus secalinus* L.), chwastnicy jednostronnej (*E. crus-galli*), szarlatu szorstkiego (*A. retroflexus*) oraz chabra bławatka (*Centaurea cyanus* L.). Autorki wykazały, że testowane gatunki roślin charakteryzowały się zróżnicowaną wrażliwością na allelopatyczne oddziaływanie olej-

ku. Spośród zastosowanych dawek olejku eterycznego (0,2; 0,6; 1,2; 2,4 i 7,2 g·l⁻¹), stężenia najwyższe (tj. 2,4 i 7,2 g·l⁻¹) spowodowały istotne zahamowanie wzrostu łodyżek i korzonków siewek chwastów oraz kukurydzy. Najbardziej wrażliwy na działanie olejków eterycznych z barszczu Sosnowskiego był szarłat szorstki. Najmniej wrażliwe z kolei były ziarniaki kukurydzy. Powyższe rezultaty potwierdzają również wyniki badań własnych. Świadczą one o wysokiej tolerancji kukurydzy na substancje allelopatyczne zawarte w mączkach oraz olejku eterycznym pozyskanych z nasion i okwiatu barszczu Sosnowskiego.

Jak sugerują Vaughn i Spencer [1993] gatunki roślin o większych ziarniakach wykazują wyższą tolerancję na fitotoksyczny wpływ związków allelopatycznych. Poszukując nowych substancji do produkcji herbicydów ww. zespół badaczy kierował się możliwością wykorzystania allelopatii do zwalczania chwastów w roślinach uprawnych. Wykazali oni, że analizowane przez nich lotne monoterpeny oddziałują negatywnie na kiełkowanie i rozwój chwastów występujących w uprawach kukurydzy, soi, pszenicy, lucerny oraz ogórka. Montes-Belmont i Carvajal [1998] również udokumentowali mniejszą podatność ziarniaków kukurydzy na allelopatyczne działanie roślinnych olejków eterycznych. Zjawisko to może zostać praktycznie wykorzystane do zwalczania chwastów w uprawach kukurydzy, szczególnie we wczesnym okresie wzrostu tej rośliny, kiedy jest ona najbardziej wrażliwa na konkurencyjne oddziaływanie ze strony chwastów [Waligóra i in. 2008].

Wyniki badań własnych dowiodły również, że drugi z testowanych gatunków chwastów – chwastnica jednostronna, wykazywał większą tolerancję na allelopatyczne oddziaływanie mączek z barszczu niż szarłat szorstki. Opracowania literaturowe donoszą, że w uprawach kukurydzy zwalczanie chwastów jednoliściennych dostępnymi herbicydami jest trudniejsze niż chwastów dwuliściennych [Adamczewski i in. 1997, Skrzypczak i in. 1998, Waligóra i in. 2008], co może wskazywać jednocześnie na utrudnione ich zwalczanie również za pomocą substancji naturalnych, takich jak np. mączki z roślin allelopatycznych.

Przeprowadzone dotychczas analizy laboratoryjne wykazały, że wszystkie części barszczu Sosnowskiego wytwarzają allelopatyczne związki fenolowe. Substancje te mogą akumulować się w tkankach i komórkach zarówno korzeni, jak i nadziemnych pędów *H. sosnowskyi*. Ich stężenie zależne jest nie tylko od miejsca występowania w roślinie, ale także od jej wieku oraz biotycznych i abiotycznych czynników środowiskowych [Baležentienė i Bartkevičius 2013b, Baležentienė i Bartkevičius 2014, Baležentienė i Renčo 2014].

Podsumowując, w przeprowadzonym eksperymencie wykazano allelopatyczny potencjał mączek z nasion i okwiatu barszczu Sosnowskiego. Mączki te wykazały efekt hamujący początkowy wzrost dwuliściennego gatunku – szarłatu szorstkiego oraz brak efektu lub wręcz efekt stymulujący względem gatunków jednoliściennych – kukurydzy i chwastnicy jednostronnej. Wskazuje to na selektywność działania substancji biologicznie czynnych barszczu Sosnowskiego, co może być przyczynkiem do dalszych poszukiwań naturalnych związków z *H. sosnowskyi* o potencjale herbicydowym.

WNIOSKI

1. Mączki z nasion i okwiatu barszczu Sosnowskiego wymieszane z glebą wykazywały potencjał allelopatyczny, zależny od gatunku rośliny-akceptora.
2. W początkowej fazie wzrostu kukurydza odmiany Wilga i chwastnica jednostronna były niewrażliwe lub wręcz stymulowane działaniem mączek z barszczu.
3. Początkowy wzrost i przyrost biomasy szarłatu szorstkiego były istotnie hamowane przez mączki, szczególnie te z nasion barszczu Sosnowskiego.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Skrzypczak G., Lisowicz F., Bubniewicz P. 1997. Aktualne problemy ochrony kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 450: 63–78.
- Bach A., Kapczyńska A., Dziurka K., Dziurka M. 2015. Phenolic compounds and carbohydrates in relation to bulb formation in *Lachenalia* “Ronina” and “Rupert” *in vitro* cultures under different lighting environments. Sci. Hortic. 188: 23–29.
- Baležentienė L. 2012. Inhibitory effects of invasive *Heracleum sosnowskyi* on rapeseed and ryegrass germination. Allelopathy J. 30(2): 197–208.
- Baležentienė L., Bartkevičius E. 2013a. Invasion of *Heracleum sosnowskyi* (Apiaceae) at habitat scale in Lithuania. J. Food, Agric. Environ. 11(2): 1370–1375.
- Baležentienė L., Bartkevičius E. 2013b. Phenolics content in *Heracleum sosnowskyi* Manden. Scripta Horti Bot. Univ. Vytauti Magni 17: 17–24.
- Baležentienė L., Bartkevičius E. 2014. Accumulation and phytotoxicity of secondary metabolites in invasive *Heracleum sosnowskyi* Manden. Ekologija 60(1): 1–15.
- Baležentienė L., Renčo M. 2014. The phytotoxicity and accumulation of secondary metabolites in *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae). Allelopathy J. 33(2): 267–276.
- Ciosek M.T., Sikorski R., Trębicka A. 2010. Wpływ barszczu sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) na strukturę i skład florystyczny fitocenozy. Fragm. Agron. 27(2): 39–46.
- Gałczyńska M., Gamrat R., Łysko A. 2016. Wpływ gatunków inwazyjnych z rodzaju *Heracleum* spp. (Apiaceae) na środowisko i zdrowie człowieka. Kosmos. Probl. Nauk Biol. 65(4): 591–599.
- Gniazdowska A. 2005. Oddziaływania allelopatyczne – „nowa broń” roślin inwazyjnych. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych 54(2–3): 221–226.
- Hura T., Dziurka M., Hura K., Dziurka K., Ostrowska A. 2016. Different allocation of carbohydrates and phenolics in dehydrated leaves of triticale. J. Plant Physiol. 202: 1–9.
- Jahodova Š., Froberg L., Pyšek P., Geltman D., Trybush S., Karp A. 2007. Taxonomy, identification, genetic relationships and distribution of large *Heracleum* species in Europe. W: Pyšek P., Cock M.J.W., Nentwig W., Ravn H.P. (red.) Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). CABI, Oxfordshire: 1–19.
- Jakubowicz O., Żaba C., Nowak G., Jarmuda S., Żaba R., Marcinkowski J.T. 2012. *Heracleum sosnowskyi* Manden. Ann. Agric. Environ. Med. 19(2): 327–328.
- Jakubska-Busse A., Słowiński M., Kobyłka M. 2013. Identification of bioactive components of essential oils in *Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae). Arch. Biol. Sci. 65(3): 877–883.
- Montes-Belmont R., Carvajal M. 1998. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. J. Food Prot. 61: 616–619.
- Sachajdakiewicz I., Mędrzycki P. 2013 (www.barszcz.edu.pl).
- Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299: 152–178.
- Skrzypczak G., Pudelko J., Blecharczyk A. 1998. Ocena działania herbicydów i adiuwantów w uprawie kukurydzy. Prog. Plant Prot. 38(2): 234–238.
- Synowiec A., Kalembe D. 2015. Composition and herbicidal effect of *Heracleum sosnowskyi* essential oil. Open Life Sci. 10: 425–432.
- Śliwiński M. 2009. Konsekwencje wprowadzenia do uprawy *Heracleum sosnowskyi* Manden. na Dolnym Śląsku. Pam. Puł. 150: 287–292.
- Vaughn S.F., Spencer G.F. 1993. Volatile monoterpenes as potential parent structures for new herbicides. Weed Sci. 41: 114–119.
- Waligóra H., Skrzypczak W., Szulc P. 2008. Skuteczność chwastobójcza wybranych herbicydów w kukurydzy cukrowej. Acta Agrophys. 12(2): 553–560.
- Weryszko-Chmielewska E., Chwil M. 2017. Localisation of furanocoumarins in the tissues and on the surface of shoots of *Heracleum sosnowskyi*. Botany 95(11): 1057–1070.

D. GALA-CZEKAJ, B. JOP, A. SYNOWIEC

**THE INFLUENCE OF MEAL FROM SEEDS AND PERIANTH OF SOSNOVSKYI HOGWEED
(*HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.) ON INITIAL GROWTH OF MAIZE AND TWO
WEEDS SPECIES**

Summary

The aim of this research was to estimate the effect of different doses of meal from perianth or seeds of Sosnovskyi hogweed on germination and initial growth of maize (*Z. mays* ssp. *indurata*), barnyard grass (*E. crus-galli*) and redroot pigweed (*A. retroflexus*). The experiment was set up in a foil tunnel in Krakow-Mydlniki in two 7-weeks-long series. Two experimental factors were used: the type of the meal (from seeds and from perianth) and the dose of the meal (0, 1 and 2 grams perpot). The meals were also examined for the content of phenolic substances, which was on the approximate level in both types of meals. Hogweed meals were added to pots and mixed with topsoil of a sandy soil, and next a few seeds of the examined species were sown. After germination the number of plants in the pots was reduced to three. By the end of each series the number and the length of plants per pot, as well as the dry mass of aboveground parts and roots, were analyzed. It was found that the doses of meals stimulated the accumulation of aboveground biomass of maize and barnyard grass. Whereas the hogweed seed-meals significantly reduced the length and the mass of aboveground parts and roots of redroot pigweed. In summary, when mixed with soil the meals from seeds and perianth of Sosnovskyi hogweed pose a selective allelopathic potential towards the tested plant species, which may be a contribution to further search for biologically active substances in hogweed with herbicidal potential.

Key words: invasive plants, barnyard grass, redroot pigweed, allelopathy

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 2.01.2018

Do cytowania – *For citation*

Gala-Czekaj D., Jop B., Synowiec A. 2018. Wpływ mączki z nasion i okwiatu barszczu Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) na początkowy wzrost kukurydzy i dwóch gatunków chwastów. *Fragm. Agron.* 35(1): 29–39.