

The effect of selected herbicides on the development of *Camelina sativa* L. Crantz and *Brassica carinata* L. Brown

Wpływ wybranych herbicydów na rozwój *Camelina sativa* L. Crantz i *Brassica carinata* L. Brown



DOI: 10.15199/62.2024.10.14

Plant protection products based on clomazone, pendimethalin and a mixt. of metazachlor with quinomerac were used in various doses to protect *Camelina sativa* L. Crantz and Ethiopian mustard (*Brassica carinata* L. Brown). All herbicides were applied pre-emergence, the last of the mentioned was also applied post-emergence. A visual assessment of the effectiveness of the preparations and chlorophyll fluorescence tests were carried out. The assessments and measurements showed different levels of sensitivity of the tested species to the plant protection products used in the experiment.

Keywords: minor crops, phytotoxicity, plant protection products, chlorophyll fluorescence

Testowano wpływ wybranych herbicydów na rozwój lniarki siewnej (*Camelina sativa* L. Crantz) oraz gorczycy etiopskiej (*Brassica carinata* L. Brown). W badaniach jako środki ochrony roślin zastosowano w różnych dawkach chlomazon, pendimetalinę oraz mieszaninę metazachloru z chinomerakiem. Wszystkie herbicydy aplikowane były przedwzrostowo, ostatni z wymienionych zastosowano także w terminie powzrostowym. Przeprowadzone oceny oraz wykonane pomiary wskazują na różny poziom wrażliwości badanych gatunków w stosunku do środków ochrony roślin wykorzystanych w doświadczeniu.

Słowa kluczowe: rośliny małoobszarowe, fitotoksyczność, środki ochrony roślin, fluorescencja chlorofilu

Temat produkcji biopaliw jest obecnie szeroko rozpatrywany, głównie ze względu na konieczność zmniejszenia negatywnego wpływu wykorzystania paliw kopalnych na środowisko naturalne¹). Jedną z roślin, która może posłużyć do tego celu jest gorczyca etiopska (*Brassica carinata* L. Brown). Uprawia się ją w Europie, Afryce, Australii, Azji, Ameryce Południowej oraz Ameryce Północnej. Ma niższe wymagania wodne niż inne oleiste gatunki kapustowate, jest odporna na osypywanie nasion oraz wysokie temperatury²). Do produkcji biopaliw może być wykorzystywany również olej z nasion lniarki siewnej (*Camelina sativa* L. Crantz), która charakteryzuje się dużą zdolnością adaptacyjną do różnych warunków glebowych i klimatycznych. Znana jest szczególnie z uwagi na właściwości produkowanego z jej nasion oleju rydzowego, który cechuje się dużą zawartością kwasów: eikozapentaenowego, linolenowego oraz linolowego³).

Jeśli chodzi o uprawę przedmiotowych roślin w Polsce, obecnie trwają badania nad możliwością uprawy gorczycy etiopskiej⁴). Lniarka siewna natomiast zaliczana jest do roślin małoobszarowych w naszym kraju⁵). Dużym problemem zwalczania agrofagów na plantacjach gatunków, które uprawiane są na niewielkich powierzchniach, jest mała dostępność zarejestrowanych środków ochrony roślin⁶). Warto pamiętać, że badania prowadzone przed wydaniem zezwolenia na stosowanie w danej uprawie środków ochrony roślin związane są nie tylko z oceną ich skuteczności działania, ale i fitotoksyczności względem rośliny uprawnej⁷).

Wśród testowanych w ramach pracy herbicydów można wyróżnić chlomazon (CAS 81777-89-1), który wykorzystywany jest m.in. w odchwaszczaniu rzepaku, ziemniaków oraz różnych warzyw⁸). Blokują on działanie enzymu



Dr inż. Monika GRZANKA (ORCID: 0000-0003-1470-7026) w roku 2018 ukończyła studia rolnicze na Wydziale Rolnictwa i Bioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Stopień doktora w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo uzyskała w 2022 r. Pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Agronomii macierzystej uczelni. Specjalność – ochrona roślin, zwłaszcza zmiany formy substancji aktywnej lub parametrów cieczy opryskowej, stres roślin wywołany przez różne czynniki, selektywność preparatów w stosunku do roślin uprawnych oraz biologiczna ochrona i biostymulacja roślin.



Dr hab. inż. Tomasz PIECHOTA, prof. UPP (ORCID: 0000-0001-5916-8658), w roku 1995 ukończył studia na kierunku rolnictwo na Akademii Rolniczej w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu). W 2003 r. uzyskał stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii, a w 2019 r. stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo na tej samej uczelni. Obecnie pracuje na stanowisku profesora w Katedrze Agronomii na Wydziale Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii UP w Poznaniu. Specjalność – konserwująca uprawa roli, płodozmiany, rolnictwo konserwujące i regeneratywne.

*** Adres do korespondencji:**

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, tel./fax: (61) 846-61-34, e-mail: monika.grzanka@up.poznan.pl

DOXP (syntazy 1-deoksy-D-ksylulozo-5-fosforanowej)⁹⁾. Działanie środka objawia się bieleniem młodych liści¹⁰⁾. Substancja ta należy do grupy chemicznej izoksazolidynonów¹¹⁾. Pendimetalina aplikowana jest na świecie w celu zwalczania chwastów w wielu gatunkach roślin uprawnych, m.in. w rzepaku, kukurydzy, zbożach, różnych warzywach i na plantacjach ziemniaków^{12, 13)}. Zakłóca funkcjonowanie mikrotubuli i podziały komórkowe¹⁴⁾. Pendimetalina (CAS 40487-42-1) należy do grupy chemicznej dinitroanilin¹¹⁾. Po zastosowaniu tej substancji na wrażliwych roślinach widoczne jest żółknięcie liści i zasychanie ich końcówek, a także zahamowanie wzrostu¹⁵⁾. Metazachlor (CAS 67129-08-2) zaliczany jest do chloroacetoamidów¹¹⁾. Stosuje się go m.in. w uprawie rzepaku ozimego¹⁶⁾. Jego działanie polega na blokowaniu biosyntezy kwasów tłuszczowych o bardzo długich łańcuchach (VLCFA)¹⁷⁾. Objawem działania herbicydów należących do tej grupy jest m.in. deformacja liści oraz ich spowolniony wzrost¹⁸⁾. Chinomerak (CAS 90717-03-6) należy do pochodnych kwasu chinolinokarboksyłowego¹¹⁾. Zaliczany jest do regulatorów wzrostu. Objawem działania herbicydów z tej grupy jest nieregularny wzrost organów roślin, grubienie tkanek i zwijanie łodyg¹⁹⁾. Stosowany jest m.in. do odchwaszczania plantacji rzepaku ozimego oraz buraków cukrowych.

W ocenie reakcji na zastosowanie herbicydów²⁰⁾, których działanie jest jednym z abiotycznych czynników stresogennych²¹⁾ wykorzystywany jest pomiar fluorescencji chlorofilu. Maksymalna fotochemiczna wydajność PSII (Fv/m) to jeden z podstawowych parametrów fluorescencji chlorofilu²²⁾. Mówi o maksymalnej kwantowej wydajności fotosystemu II (PSII), określa jego potencjalną wydajność. Obniżenie wartości tego wskaźnika świadczy o uszkodzeniu funkcji PSII, zmniejszeniu efektywności transportu elektronów, co jest konsekwencją wcześniejszego poddania rośliny stresowi^{23, 24)}.

Aplikacja herbicydów jest najpowszechniej wykorzystywaną metodą zwalczania chwastów. Ważną kwestią dotyczącą stosowania środków ochrony roślin jest dobór strategii, która będzie bezpieczna dla roślin uprawnych: rodzaju preparatu, terminu wykorzystania oraz dawki. Nieumiejętny wybór herbicydów lub sposobu ich aplikacji może przyczynić się do znacznych uszkodzeń plantacji, a w skrajnych przypadkach utraty dużej części plonu²⁵⁾.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wrażliwości *Camelina sativa* L. Crantz i *Brassica carinata* L. Brown na zastosowanie środków chwastobójczych zarejestrowanych do stosowania w innych gatunkach należących do rodziny *Brassicaceae*. Hipoteza badawcza zakłada, że herbicydy przeznaczone do stosowania w uprawach gatunków należących do wspomnianej rodziny, będą bezpieczne dla roślin testowych.

Część doświadczalna

Materiały

Stosowano nasiona lnianki siewnej ozimej (odmiany Luna) oraz gorczyca etiopskiej (odmiany Nujet 350). W badaniach wykorzystano chlomazon, Command 360 CS, FMC Chemical s.p.r.l., Królestwo Belgii; pendimetalinę, Activus 400 SC, Adama Deutschland GmbH, Republika Federalna Niemiec; metazachlor z chinomerakiem, Sultan Top 500 SC, Adama Polska sp. z o.o., Polska.

Metodyka badań

Doświadczenie zostało przeprowadzone w szklarni Katedry Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Nasiona lnianki siewnej ozimej (odmiany Luna) oraz gorczyca etiopskiej (odmiany Nujet 350) wysiano do doniczek o pojemności 1 L, do podłoża, jakim była gleba o uziarnieniu piasku gliniastego, odczynie lekko kwaśnym (pH 6,5) oraz zawartości materii organicznej na poziomie 1,2%. Fotoperiod utrzymywany był na poziomie 16 h dzień:8 h noc. Naturalne światło słoneczne było uzupełniane za pomocą lamp sodowych (HPS) o mocy 400 W (Elektro-Valo Oy, Uusikaupunki, Finlandia). Wilgotność powietrza w szklarni utrzymywana była na poziomie 50–80%, natomiast temperatura powietrza wynosiła 25±2°C w dzień oraz 20±2°C w nocy. Doświadczenie wykonano w 4 powtórzeniach.

Kombinacja kontrolna (1) nie była opryskiwana żadnym herbicydem. W kolejnych wariantach (2–6) preparaty zastosowano zaraz po wysiewie lnianki siewnej oraz gorczyca etiopskiej. W ostatnim wariantcie badawczym (7) środki chwastobójcze zaaplikowano, gdy rośliny testowe były w fazie 2–3 liści. W badaniach wykorzystano chlomazon: zawartość substancji aktywnej (s.a.) 360 g/L, dawka herbicydu 0,15 i 0,25 L/ha; pendimetalinę: zawartość s.a.



Dr hab. inż. Danuta KURASIAK-POPOWSKA, prof. UPP (ORCID:0000-0002-2214-406X), w roku 2000 ukończyła studia na kierunku biotechnologia na Akademii Rolniczej w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu). W 2005 r. uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii, a w 2021 r. stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo na tej samej uczelni. Obecnie pracuje na stanowisku profesora uczelni w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin na Wydziale Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii UP w Poznaniu. Specjalność – biotechnologia, genetyka i hodowla roślin.



Prof. dr hab. Kinga STUPER-SZABLEWSKA (ORCID: 0000-0002-9011-8592) w roku 2006 ukończyła studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. W 2010 r. uzyskała stopień doktora na Wydziale Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. W 2023 r. uzyskała tytuł profesora. Od 2006 r. pracuje w Katedrze Chemii na Wydziale Leśnym i Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Specjalność – technologia żywności i żywienia człowieka.

400 g/L, dawka herbicydu 1,5 i 2,5 L/ha oraz połączenie metazachloru z chinomerakiem: zawartość s.a.: metazachlor 375 g/L, chinomerak 125 g/L, dawka herbicydu 2 L/ha (rys. 1). Zabieg wykonano za pomocą opryskiwacza laboratoryjnego. Wydatek cieczy opryskowej wynosił 200 L/ha przy ciśnieniu 0,2 MPa. Wykorzystano rozpylacze Tee Jet 1102, które umieszczone były 50 cm nad opryskiwaną powierzchnią.

Wizualną ocenę skuteczności preparatów przeprowadzono 28 dni po zastosowaniu ostatniego herbicydu. Wynik przedstawiono w skali 0–100%, gdzie 0 to brak efektu działania środka chwastobójczego, a 100 to całkowite zniszczenie roślin testowych. Badania fluorescencji chlorofilu wykonano za pomocą fluorymetru Multi-Mode (OS5p, Opti-Sciences, Inc., Hudson, USA). Pomiar przeprowadzono 36 dni po wysiewie roślin testowych. Badanie wykonywano na najmłodszych, w pełni rozwiniętych liściach. Dla każdego z powtórzeń wykonano po 2 pomiary,

co dawało 8 wyników dla kombinacji. Przed wykonaniem pomiaru liście przez 30 min były poddawane adaptacji do ciemności za pomocą białych klipsów do zaciemniania. Zgodnie z instrukcją urządzenia pomiarowego przed rozpoczęciem badań parametry zostały ustawione tak, aby sygnał fluorescencji mieścił się w przedziale 150–250 jednostek i był stabilny. Pomiar świeżej masy wykonano 40 dni po wysiewie roślin testowych. Z każdego powtórzenia do tego celu pobrano 3 losowo wybrane rośliny. Pomiar fluorescencji chlorofilu oraz świeżej masy nie został wykonany dla kombinacji, w których rośliną testową była lnianka siewna i zastosowano chlomazon, ze względu na całkowite zniszczenie roślin.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji (ANOVA) dla doświadczeń jednoczynnikowych w układzie bloków losowych, natomiast najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczono dla poziomu ufności $p < 0,05$ za pomocą testu Tukeya.

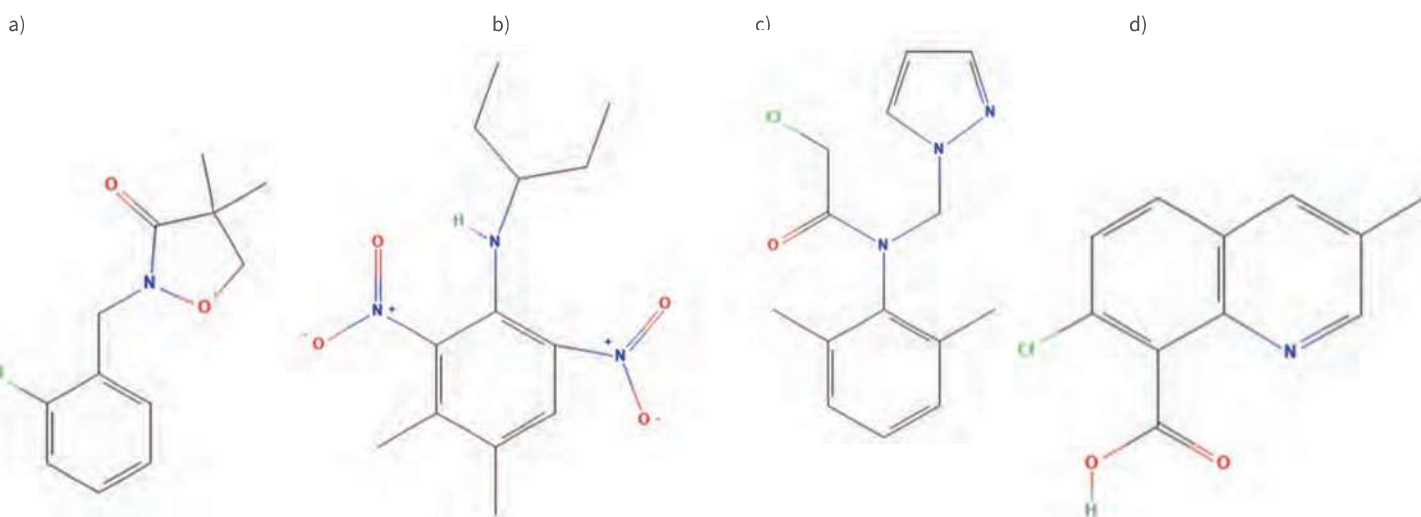


Fig. 1. Structural formulas of active substances used in the studies: a) clomazone, b) pendimethalin, c) metazachlor, and d) quinmerac²⁶⁾

Rys. 1. Wzory strukturalne substancji aktywnych wykorzystanych w badaniach: a) chlomazon, b) pendimetalina, c) metazachlor i d) chinomerak²⁶⁾



Dr hab. inż. Bartłomiej GLINA, prof. UPP (ORCID: 0000-0002-4593-649X), w roku 2010 ukończył studia na kierunku ochrona środowiska na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. W 2014 r. uzyskał stopień doktora nauk rolniczych, w dyscyplinie agronomia, a w 2022 r. stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo na tej samej uczelni. Obecnie pracuje na stanowisku profesora uczelni w Katedrze Gleboznawstwa i Mikrobiologii na Wydziale Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii UP w Poznaniu. Specjalność – czynniki wpływające na transformację glebowej materii organicznej, degradacja gleb organicznych pod wpływem różnych form antropopresji.



Dr inż. Sylwia Katarzyna MIKOŁAJCZYK (ORCID: 0000-003-2480-855X) w roku 1997 ukończyła studia na Wydziale Rolniczym Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu). W 2005 r. uzyskała stopień doktora na tej samej uczelni. Pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin UP w Poznaniu. Specjalność – nauki rolnicze, rolnictwo i ogrodnictwo.



Dr hab. inż. AGNIESZKA TOMKOWIAK, prof. UPP (ORCID: 0000-0001-9516-8911), w roku 2003 ukończyła studia na kierunku rolnictwo na Akademii Rolniczej w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu). W 2007 r. uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii, a w 2021 r. stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo na tej samej uczelni. Obecnie pracuje na stanowisku profesora uczelni w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin na Wydziale Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii UP w Poznaniu. Specjalność – agronomia, biotechnologia, genetyka i hodowla roślin.



Mgr inż. Katarzyna RZYSKA-SZCZUPAK (ORCID: 0009-0004-5960-069X) ukończyła studia I i II stopnia na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Od 2022 r. jest doktorantką w Katedrze Chemii na Wydziale Leśnym i Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Specjalność – technologia chemiczna i technologia ochrony środowiska.

Table. The effect of different herbicide variants on camelina and ethiopian mustard

Tabela. Wpływ różnych wariantów herbicydowych na lniankę siewną oraz gorczycę etiopską

Wariant	Substancja aktywna	Dawka preparatu, L/ha	Termin stosowania	Lnianka siewna		Gorczyca etiopska	
				Uszkodzenia roślin, %	Świeża masa, g	Uszkodzenia roślin, %	Świeża masa, g
1	kontrola	-	-	0,0 d	3,65 a	0,0 d	1,79 a
2	chlomazon	0,15	przedwzschodowo	100,0 a	0,00 d	10,0 b	1,57 a
3	chlomazon	0,25	przedwzschodowo	100,0 a	0,00 d	15,0 a	1,59 a
4	pendimetalina	1,50	przedwzschodowo	15,0 c	2,21 c	0,0 d	1,50 a
5	pendimetalina	2,50	przedwzschodowo	35,0 b	2,06 c	7,5 c	1,51 a
6	metazachlor + chinomerak	2,00	przedwzschodowo	17,5 c	2,29 c	0,0 d	1,85 a
7	metazachlor + chinomerak	2,00	2–3 liście	0,0 d	3,18 b	0,0 d	1,78 a
NIR (0,05)				4,08	0,45	1,62	0,36

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie; NIR ($p < 0,05$)

Wyniki badań i ich omówienie

Poszczególne herbicydy w różnym stopniu przyczyniły się do uszkodzeń lnianki siewnej, co stwierdzono w ocenie wizualnej oraz oznaczeniu świeżej masy roślin (tabela). Zastosowanie obu dawek chlomazonu doprowadziło do całkowitego zniszczenia roślin. Po aplikacji pendimetaliny poziom uszkodzeń zależny był od dawki wykorzystanego środka ochrony roślin. Mieszanina metazachloru z chinomerakiem aplikowana przedwzschodowo była w niewielkim stopniu fitotoksyczna w stosunku do lnianki siewnej, a zastosowana w fazie 2–3 liści roślin nie doprowadziła do wystąpienia uszkodzeń. Aplikacja testowych środków chwastobójczych wywołała niewielkie uszkodzenia roślin gorczycy etiopskiej lub była bezpieczna dla wspomnianego gatunku (tabela). Pendimetalina zastosowana w mniejszej dawce oraz mieszanina metazachloru z chinomerakiem aplikowana w obu terminach nie wywołały uszkodzeń tych roślin. Większa dawka chlomazonu była najbardziej fitotoksyczna dla gorczycy etiopskiej. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic dla wyników maksymalnej fotochemicznej wydajności PSII (rys. 2).

W przeprowadzonym doświadczeniu zastosowanie chlomazonu doprowadziło do całkowitego zniszczenia roślin lnianki siewnej. Scheliga i Petersen²⁷⁾ w swoich badaniach również obserwowali znaczne, ok. 90-proc., zniszczenie lnianki siewnej po aplikacji wspomnianej substancji. Chlomazon przyczynił się także do niewielkich uszkodzeń gorczycy etiopskiej. W doświadczeniu opisanym przez Ethridge i współpr.²⁸⁾ również stwierdzono, że zastosowanie

chlomazonu doprowadziło do wystąpienia efektu fitotoksyczności w uprawie tej rośliny, a spadek plonu obserwowano wraz ze wzrostem dawki środka chwastobójczego.

Aplikacja pendimetaliny na obiektach, w których rośliną testową była lnianka siewna przyczyniła się do wystąpienia większych uszkodzeń niż w przypadku stosowania tej substancji w kombinacjach z gorczycą etiopską. W badaniach przeprowadzonych przez Jha i Stougaard²⁹⁾ stwierdzono, że wykorzystanie pendimetaliny doprowadziło do wystąpienia uszkodzeń, które nie miały jednak wpływu na poziom plonowania rośliny uprawnej. Zanetti i współpr.³⁰⁾ w swoich badaniach oparli strategię chwastobójczą w lniance ozimej na pendimetalinie. Zastosowanie tej substancji w uprawie gorczycy etiopskiej w doświadczeniu przeprowadzonym przez Leon i współpr.³¹⁾ również zostało uznane za bezpieczne dla omawianej rośliny.

Zastosowanie mieszaniny metazachloru z chinomerakiem w obu terminach było całkowicie bezpieczne dla gorczycy etiopskiej, a w przypadku lnianki siewnej wywołało tylko niewielkie uszkodzenia po zabiegu przedwzschodowym. Serdyuk i współpr.³²⁾ stwierdzili, że powzschodowa

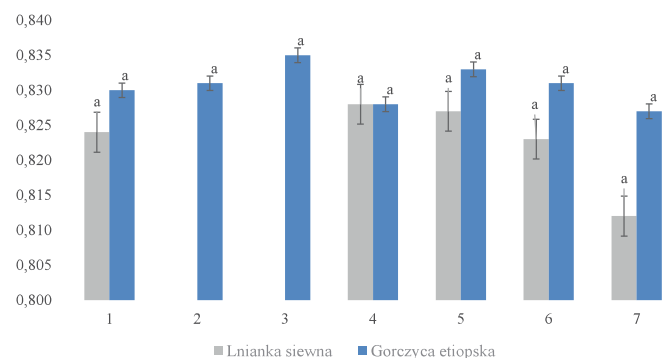


Fig. 2. The effect of different herbicides on Fv/Fm – maximum photochemical efficiency of PSII (non-nominated units); 1 – control, 2, 3 – clomazone, 4, 5 – pendimethalin, 6, 7 – metazachlor + quinmerac (doses and application dates are given in the methodology, the numbering is consistent with the records in the tables)

Rys. 2. Wpływ różnych herbicydów na Fv/Fm – maksymalną fotochemiczną wydajność PSII (jednostki niemianowane); 1 – kontrola, 2, 3 – chlomazon, 4, 5 – pendimetalina, 6, 7 – metazachlor + chinomerak (dawki i terminy stosowania podane są w metodyce, numeracja zgodna jest z zapisami w tabelach)



Dr hab. Maciej BUŚKO (ORCID: 0000-0001-8731-9345) w roku 1999 ukończył studia na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. W 2005 r. uzyskał stopień doktora na Wydziale Rolniczym Akademii Rolniczej w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu). W 2019 r. uzyskał stopień doktora habilitowanego. Od 1999 r. pracuje w Katedrze Chemii na Wydziale Leśnym i Technologii Drewna UP w Poznaniu. Specjalność – rolnictwo i ogrodnictwo.

aplikacja połączenia wspomnianych substancji jest dobrą strategią odchwaszczania plantacji lnianki siewnej. W badaniach przeprowadzonych przez Zanetti i współpr.³³⁾ herbicydem zastosowanym przedwzrostowo w uprawie gorczycy etiopskiej był preparat oparty na metazachlorze. Badania własne wskazują, że połączenie tej substancji z chinomera-kiem również jest bezpiecznym rozwiązaniem. Stosowanie mieszanin kilku substancji aktywnych wpływa na zwalczenie szerszego spektrum gatunkowego chwastów, a także pozwala ograniczyć ryzyko wystąpienia odporności agrofagów na środki ochrony roślin^{34, 35)}.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie dla maksymalnej fotochemicznej wydajności PSII. Wartość tego parametru u zdrowych roślin mieści się w przedziale 0,78–0,84^{36, 37)}. Pomiar w przeprowadzonym doświadczeniu wykonano na najmłodszych, w pełni rozwiniętych liściach. Otrzymane wyniki wskazują, że nowe organy badanych roślin nie wykazywały uszkodzeń, co daje nadzieję na prawidłowy, dalszy rozwój roślin poddanych zabiegom.

W niektórych przypadkach czynnikiem decydującym o wrażliwości roślin na herbicydy jest uprawiana odmiana³⁸⁾. Fakt ten stwierdzono dla lnianki siewnej w badaniach przeprowadzonych przez Sobiecha i współpr.³⁹⁾. Ważne jest prowadzenie badań nad kolejnymi substancjami aktywnymi w różnych odmianach gatunków małoobszarowych. Może to dać cenne informacje dla potencjalnych przyszłych rejestracji środków ochrony roślin.

Podsumowanie

W Polsce do ochrony lnianki siewnej zarejestrowanych jest niewiele środków ochrony roślin, w przypadku gorczycy etiopskiej nie ma ich wcale. Ważne są zatem badania, które mogą zwrócić uwagę na ten problem i dać odpowiedź na pierwsze kwestie związane z badaniami kontynuowanymi podczas rejestracji. Na podstawie przeprowadzonych ocen oraz wykonanych pomiarów stwierdzono różny poziom wrażliwości badanych gatunków roślin w stosunku do testowanych herbicydów. Poszczególne rozwiązania wykazywały różny poziom fitotoksyczności w stosunku do lnianki siewnej oraz gorczycy etiopskiej. Tylko w 2 przypadkach obserwowano całkowite zniszczenie roślin. Dotyczyło to kombinacji, w których różne dawki chlomezonu aplikowano po siewie lnianki ozimej. Uzyskane wyniki badań jednoznacznie potwierdziły, że przynależność roślin do jednej rodziny botanicznej nie jest równoznaczna z taką samą tolerancją na środki ochrony roślin.

Badania finansowane w ramach projektu CARINA – CARinata and Camellina to boost the sustainable diversification in EU farming systems, w ramach programu Horyzont Europa. Nr projektu: 101081839.

Otrzymano: 09-09-2024
Zaakceptowano: 03-10-2024

Zrecenzowano: 27-09-2024
Opublikowano 21-10-2024

LITERATURA

- [1] K. Biernat, P. Grzelak, I. Samson-Bręk, *Przem. Chem.* 2024, **103**, nr 4, 476, doi: 10.15199/62.2024.4.1.
- [2] R. Seepaul, S. Kumar, J.E. Iboyi, M. Bashyal, T.L. Stansly, R. Bennett, K.J. Boote, M. Mulvaney, I.M. Small, Sh. George, D.L. Wright, *GCB Bioenergy* 2021, **13**, 582, <https://doi.org/10.1111/gcbb.12804>.
- [3] D. Kurasia-Popowska, *Fragm. Agron.* 2019, **36**, nr 2, 42, doi: 10.26374/fa.2019.36.15.
- [4] <https://www.carina-project.eu>, dostęp 2 września 2024 r.
- [5] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 września 2023 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zastosowań małoobszarowych środka ochrony roślin, *Dz.U.* 2023, poz. 2008.
- [6] E. Matyjaszyk, *Prog. Plant Prot.* 2017, **57**, nr 3, 169, doi: 10.14199/ppp-2017-026.
- [7] European and Mediterranean Plant Protection Organization, *Phytotoxicity assessment, PP 1/135 (3), Bulletin OEPP/EPPO* 2007, **37**, 4.
- [8] D. Hennens, M. Sarazin, V. Casaña-Giner, M. Gimeno, *Julius-Kühn-Archiv.* 2014, nr 443, 534, doi: 10.5073/jka.2014.443.068.
- [9] G.R. Armel, P.L. Rardon, M.C. McComrick, N.M. Ferry, *Weed Technol.* 2007, **21**, 947, doi: <https://doi.org/10.1614/WT-06-133.1>.
- [10] V.K. Nandula, D.E. Riechers, Y. Ferhatoglu, M. Barrett, S.O. Duke, F.E. Dayan, A. Goldberg-Cavalleri, C. Tétard-Jones, D.J. Wortley, N. Onkokesung, M. Brazier-Hicks, R. Edwards, T. Gaines, S. Iwakami, M. Jugulam, R. Ma, *Weed Sci.* 2019, **67**, 149, doi: 10.1017/wsc.2018.88.
- [11] <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>, dostęp 2.09.2024 r.
- [12] FAO, Pesticide residues in food 2004, report, FAO Plant Production and Protection Paper 178, Rome 2004.
- [13] V.K. Choudhary, R.P. Dubey, J.S. Mishra, *IJWS* 2022, **54**, nr 4, 411, <http://dx.doi.org/10.5958/0974-8164.2022.00072.7>.
- [14] N.S. Hammok, F.A. Al-Mandeel, *Curr. Appl. Sci. Technol.* 2020, 528, <https://doi.org/10.14456/cast.2020.35>.
- [15] T. Zahan, M.M. Rahman, M. Begum, R.W. Bell, *Fundam. Appl. Agric.* 2020, **5**, nr 1, 59, doi: 10.5455/faa.56921.
- [16] W. Budzyński, K. Jankowski, M. Szczebiot, *Oilseed Crops* 2000, **21**, 487.
- [17] P. Böger, *J. Pestic. Sci.* 2003, **28**, 324.
- [18] M. Jursik, J. Soukup, J. Holec, J. Andr, *Listy Cukrovar. Reparske* 2011, **127**, nr 1, 15.
- [19] K. Grossmann, *Pest. Manag. Sci.* 2010, **66**, 113, doi: 10.1002/ps.1860.
- [20] S. Hossainejad, R. Lotfi, S.P. Ghafarbi, A. Oukarroum, A. Abbasi, H.M. Kalaji, A. Rastogi, *Plants* 2020, **9**, 529, doi:10.3390/plants9040529.
- [21] M. Moustakas, Á. Calatayud, L. Guidi, *Front. Plant Sci.* 2021, **12**, 658500, <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.658500>.
- [22] X.M. Zai, S.N. Zhu, P. Qin, X.Y. Wang, L. Che, F.X. Luo, *Photosynthetica* 2012, **50**, 323, doi: 10.1007/s11099-012-0035-5.
- [23] R.K. Sharma, S. Kumar, K. Vatta, R. Bheemanahalli, J. Dhillon, K.N. Reddy, *Sci. Rep.* 2022, **12**, 1, <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21454-3>.
- [24] H.M. Kalaji, T. Łoboda, *Fluorescencja chlorofilu w badaniach stanu fizjologicznego roślin*, Wyd. SGGW, Warszawa 2010.
- [25] M. Hasanuzzaman, S.M. Mohsin, M.H.M.B. Bhuyan, T.F. Bhuiyan, T.I. Anee, A.A.C. Masud, K. Nahar, [w:] *Agrochemicals detection, treatment and remediation* (red. M.N.V. Prasad), Butterworth-Heinemann, Hyderabad (India) 2020, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00003-9>.
- [26] <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>, dostęp 2 września 2024 r.
- [27] M. Schelliga, J. Petersen, *Mat.* 27. Konf. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und bekämpfung, 23–25 lutego 2016 r., Braunschweig.
- [28] S.R. Ethridge, A. Post, P. Devkota, M.J. Mulvaney, R.G. Leon, *Weed Technol.* 2021, **35**, 957, doi: 10.1017/wet.2021.57.
- [29] P. Jha, R.N. Stougaard, *Weed Technol.* 2013, **27**, nr 4, 712, doi:10.1614/WT-D-13-00061.1.
- [30] F. Zanetti, P. Peroni, E. Paganì, M. Von Cossel, B.E. Greiner, M. Krzyżaniak, M.J. Stolarski, I. Lewandowski, E. Alexopoulou, W. Stefanoni i in., *Ind. Crops Prod.* 2024, **211**, 118224, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118224>.
- [31] R. Leon, J. Ferrell, M. Mulvaney, *Weed Technol.* 2017, **31**, nr 6, 877, <https://doi.org/10.1017/wet.2017.62>.
- [32] O. Serdyuk, V. Trubina, L. Gorlova, *BIO Web of Conferences* 2021, **32**, 02011, doi: 10.1051/bioconf/20213202011.
- [33] F. Zanetti, T. Vamerali, G. Mosca, *Ind. Crops Prod.* 2009, **30**, 265, doi: 10.1016/j.indcrop.2009.05.002.
- [34] P. Kudsk, *Environmentalist* 2008, **28**, 49, doi: 10.1007/s10669-007-9041-8.
- [35] H.J. Beckie, X. Reboud, *Weed Technol.* 2009, **23**, 363, doi: 10.1614/WT-09-008.1.
- [36] O. Björkman, B. Demmig, *Planta* 1987, **170**, 489.
- [37] A.N. Misra, M. Misra, R. Singh, [w:] *Biophysics* (red. A.N. Misra), InTech, London 2012.
- [38] C. Boutin, K.L. Aya, D. Carpenter, P.J. Thomas, O. Rowland, *Sci. Total Environ.* 2012, **415**, 79, doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.04.046.
- [39] Ł. Sobiech, M. Grzanka, D. Kurasia-Popowska, D. Radzikowska, *Agriculture* 2020, **10**, 185, doi:10.3390/agriculture10050185.