

Received: 01.10.2024 / Accepted: 03.01.2025

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Ocena wykorzystania mieszaniny glifosatu i wybranego biostymulatora w ograniczaniu czarernchy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.) w gospodarce leśnej

Assessment of the use of a mixture of glyphosate and selected biostimulator in reducing black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) in forest management

Agnieszka Nawrot^{1,2*} , Wojciech Pusz¹ 

Streszczenie

Od wielu lat Lasy Państwowe próbują różnymi dostępnymi metodami ograniczać masowy pojaw czarernchy amerykańskiej, która zagraża stabilności ekosystemów leśnych. Celem niniejszych badań była ocena możliwości wykorzystania biostymulatora opartego na L-aminokwasach w mieszaninie z glifosatem w ograniczeniu czarernchy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.). Badania prowadzone były na terenie Nadleśnictwa Oława. Zabieg chemiczny – opryskiwanie mieszaniną glifosatu z biostymulatorem Kaishi na gatunku obcym wykonano czterokrotnie za pomocą opryskiwacza plecakowego w fazie pełnego ulistnienia czarernchy amerykańskiej. Na powierzchniach zastosowano różne warianty stężenia biostymulatora: 1, 2 i 3 l/ha w mieszaninie z herbicydem o stałym stężeniu – 5 l/ha. Wyniki sugerują, że użycie mieszaniny glifosatu i biostymulatora może być skuteczną metodą redukcji populacji czarernchy amerykańskiej (*P. serotina*).

Słowa kluczowe: biostymulatory, herbicydy, czarerncha amerykańska

Abstract

For many years, the State Forests have been trying to limit the mass occurrence of black cherry, which threatens the stability of forest ecosystems, using various available methods. The aim of this study was to evaluate the potential of using a biostimulator based on L-amino acids in combination with a glyphosate mixture to control black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.). The research was conducted in the Oława Forest District. The chemical treatment – spraying a mixture of glyphosate with the Kaishi biostimulator on the non-native species – was carried out four times using a backpack sprayer during the full leaf-out phase of the black cherry. Various concentrations of the biostimulator were applied: 1, 2, and 3 l/ha, mixed with the herbicide at a constant concentration of 5 l/ha. The results suggest that the simultaneous use of the glyphosate and biostimulator mixture could be an effective method for reducing the population of black cherry (*P. serotina*).

Keywords: biostimulators, herbicides, black cherry

¹Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław

²Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 90, 50-357 Wrocław

*corresponding author: agnieszka.nawrot@upwr.edu.pl, agnieszka.nawrot@wroclaw.lasy.gov.pl

Wstęp / Introduction

Czeremcha amerykańska (*Prunus serotina* Ehrh.), która nie jest wpisana na listę inwazyjnych gatunków obcych stwarzających zagrożenie w państwach Unii Europejskiej (Rozporządzenie 2022) od kilku dekad staje się coraz większym problemem w europejskich lasach, w tym także w Polsce. Wysoka zdolność do tworzenia odrośli pędowych i korzeniowych nawet u osobników dojrzałych (Starfinger 1991; Halarewicz 2011), wypracowane strategie rozwojowe umożliwiające dostosowanie tempa wzrostu rośliny do warunków oświetlenia (Deckers i wsp. 2005) oraz zdolność regeneracji czyni czeremchę amerykańską szczególnie trudnym gatunkiem do zwalczania, zagrażającym stabilności ekosystemów leśnych (Auclair 1975; Łozowicka i wsp. 2019). Wysoki stopień zagrożenia *P. serotina* rozpoczął szereg działań mających na celu jej zwalczanie (Namura-Ochalska 2012; Otręba 2013; Krzysztofiak i Krzysztofiak 2015; Namura-Ochalska i Borowa 2015; Otręba i wsp. 2017; Ligocki i wsp. 2021; Korzeniewicz i wsp. 2022) metodami, które wymagają jednak „działań naprawczych” (Korzeniewicz 2023). Pomysł na rozwiązanie niestandardowe, zaczerpnięte z nauk rolniczych, polegający na wykorzystaniu m.in. herbicydów w połączeniu z biostymulatorem, wydaje się być jednym z takich działań. Użycie w jednym roztworze preparatów będących różnymi związkami chemicznymi może dawać nieoczekiwane efekty zarówno synergistyczne, jak i antagonistyczne (Damalas 2004). Do pozytywnych efektów można zaliczyć wzbogacenie lub spotęgowanie działań herbicydu, a do niekorzystnych antagonizm dwóch substancji. Mieszanina herbicydu z biostymulatorem może mieć również charakter neutralny (Zhang i wsp. 1995; Domaradzki i wsp. 2015).

Biostymulatory to preparaty, które mogą stymulować rozwój i wzrost roślin, pobudzać produkcję pewnych związków oraz wspomagać naturalne procesy życiowe roślin np. zwiększać ich odporność na występujące warunki stresowe (Ertani i wsp. 2011; Caruso i wsp. 2019a, 2009b). Biostymulatory wspomagają również pobieranie przez roślinę różnych pierwiastków oraz wpływają na przemiany metaboliczne roślin (Calvo i wsp. 2014; Jia i wsp. 2019; Chen i wsp. 2020; Navarro-León i wsp. 2020). Herbicydy są chemicznymi środkami ochrony roślin służącymi do selektywnego lub nieselektywnego zwalczania chwastów, które w zależności od sposobu wnikania do roślin dzielą się na pobierane przez części nadziemne, części podziemne oraz zarówno przez części nadziemne, jak i podziemne (Statham 2006; Woźnica 2008). Wykorzystana w doświadczeniach substancja czynna – glifosat, należy do grupy herbicydów selektywnych, które w stosunkowo łatwy sposób przemieszczają się w roślinie i działają w miejscach bardzo oddalonych od siebie (Woźnica 2008).

W praktyce w Lasach Państwowych czeremcha amerykańska zwalczana jest na powierzchniach przed założeniem

uprawy leśnej oraz na powierzchniach już zagospodarowanych – odnowionych/zalesionych w ramach wykonywanych pielęgnacji. Stosowane przez Lasy Państwowe rozwiązania, często łączące pracochłonne zabiegi mechaniczne z zabiegami chemicznymi lub biologicznymi mają utrudnić lub zapobiec inicjacji i rozwojowi istniejących oraz nowych osobników czeremchy amerykańskiej. Docelowo zabiegi te mają za zadanie skuteczną eliminację *P. serotina* z lasów (Drogoszewski 1986; Muys i Maddelein 1992; Starfinger i wsp. 2003; Namura-Ochalska i Borowa 2015; Korzeniewicz 2020; Ligocki i wsp. 2021; Wrońska-Pilarek i wsp. 2023).

Metody mieszane (mechaniczno-chemiczne) stosowane w Lasach Państwowych choć są najpopularniejsze i uznawane za najskuteczniejsze, według Łukaszewicza i Krajewskiego (2024) mogą wzbudzać kontrowersje ze względu na wykorzystanie herbicydów i ich potencjalną toksyczność dla ludzi i środowiska. Zgodnie z wykazem Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW) oraz dokumentem wydanym przez Instytut Badawczy Leśnictwa (IBL) „Analizy i raporty dotyczące środków ochrony roślin i produktów biobójczych do stosowania w leśnictwie”, Lasy Państwowe mają możliwość korzystania z herbicydów zarejestrowanych do stosowania w leśnictwie (w dawkach i w terminach ustalonych przez MRiRW), zawierających substancję czynną glifosat (MRiRW 2018). I choć podstawowym założeniem wytycznych Unii Europejskiej dotyczących zrównoważonego stosowania środków ochrony roślin jest wykorzystanie wszystkich dostępnych metod niechemicznych, a środków chemicznych tylko w uzasadnionych przypadkach, to w praktyce leśnej trudno jest opierać się wyłącznie na mechanicznym zwalczaniu czeremchy amerykańskiej.

Niniejsza publikacja dotyczy możliwości wykonania zabiegów polegających na zwalczaniu czeremchy amerykańskiej łącząc wytyczne IBL w kontekście stosowania herbicydów oraz wprowadzając innowacyjne metody wykorzystania właściwości biostymulatorów. O ile w rolnictwie metody łączenia herbicydu i biostymulatora są znane i wykorzystywane w praktyce, o tyle w leśnictwie metody te nie były dotąd testowane. Prowadzone badania miały na celu potwierdzenie wzmacniającego wpływu biostymulatora na działanie herbicydu wykorzystywanego w leśnictwie oraz docelowo skuteczną eliminację osobników czeremchy amerykańskiej.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania zostały przeprowadzone na terenie Nadleśnictwa Oława (Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu) na wybranej powierzchni zlokalizowanej w leśnictwie Miłocice, której obszar badawczy stanowił powierzchnię zrębową z licznie występującą czeremchą amerykańską oraz odnowieniem naturalnym sosny zwyczajnej.

Wybrany obszar badawczy podzielono na cztery części – poletka, każde o długości 100 m i szerokości 50 m, przeznaczone do wykonania niezależnych zabiegów opryskiwania przeprowadzonych w kolejnych okresach. Eksperyment z herbicydem został zaplanowany na podstawie wytycznych MRiRW oraz standardu EPPO PP 1/116 (3). Przed wykonaniem zabiegu chemicznego na każdej powierzchni – poletku badawczym, zostały policzone wszystkie występujące osobniki czeremchy amerykańskiej.

W doświadczeniu zastosowano mieszaninę herbicydu zawierającego glifosat (Agrosar 360 SL dopuszczony do stosowania w leśnictwie) wraz z biostymulatorem Kaishi. Na powierzchni – wyznaczonych poletkach, zastosowano różne warianty stężenia biostymulatora, tj. 1, 2, 3 l/ha w mieszaninie z herbicydem o stałym stężeniu 5 l/ha. Termin wykonania każdego zabiegu chemicznego poprzedzony był obserwacjami meteorologicznymi, a opryskiwanie zostało wykonane na wszystkich występujących na powierzchniach osobnikach czeremchy amerykańskiej zgodnie z obowiązującymi zasadami stosowania środków ochrony roślin. Zabieg na *P. serotina* wykonano czterokrotnie stosując rozpylenie średniokropliste, za pomocą tego samego opryskiwacza plecakowego z rozpylaczem wirowym. Pierwszy zabieg wykonano wiosną w maju 2021 roku, drugi – późnym latem (wrzesień 2021 r.), trzeci w czerwcu 2022 r., a czwarty w czerwcu 2023 r. Zarówno pierwszy, trzeci, jak i czwarty zabieg chemiczny wykonano w fazie pełnego ulistnienia czeremchy amerykańskiej.

W roku 2021 i 2022 wykonano 7 ocen wizualnych efektu działania herbicydu z zastosowaniem odpowiedniej dawki biostymulatora (rys. 1) oraz jedną ocenę – pierwszą (wstępną) przed wykonaniem jakiegokolwiek zabiegu. Łącznie wykonano 8 obserwacji, podczas których oceniano wizualnie stopień reakcji czeremchy amerykańskiej na zastosowany zabieg chemiczny. Przy ocenie efektu po wykonanych zabiegach związanych z opryskiwaniem czeremchy amerykańskiej, zastosowano ocenę skuteczności herbicydów według skali zaproponowanej przez Korzeniewicza (2020). Numery (oceny) 0–4 wskazywały stopień reakcji czeremchy amerykańskiej na zastosowany zabieg opryskiwania herbicydem wraz z biostymulatorem o odpowiednim stężeniu.

Kolejne liczby 0–4 oznaczają:

- 0 – brak uszkodzeń,
- 1 – lekkie symptomy – pofalowane liście, niewielkie przebarwienia i chlorozy,
- 2 – wyraźne symptomy łatwo zauważalne – liście żółte lub jasnobrażowe, zdegenerowane, skręcone lub zmacerowane, występują chlorozy, wiosną ich rozwój jest wyraźnie zahamowany,
- 3 – bardzo silne symptomy – silna defoliacja lub obecne w znacznej ilości brązowe liście (także suche), wiosną obecne zahamowane w rozwoju pączki,
- 4 – drzewo (krzew) suche (bez liści) lub z obecnymi, w nieznacznej ilości, zasuszonymi liśćmi.

Na każdej powierzchni badawczej – poletku badawczym, po każdym roku wykonania zabiegu związanego z opryskiwaniem czeremchy amerykańskiej liczone po sztucznie wszystkie występujące osobniki *P. serotina* niezależnie od ich stopnia reakcji. Łącznie wykonano 5 wejść na powierzchnie związane z liczeniem osobników czeremchy amerykańskiej. Pierwsza ocena została wykonana w maju 2021 r., druga we wrześniu 2021 r., trzecia w sierpniu 2022 r., czwarta we wrześniu 2023 r., a piąta w kwietniu 2024 r.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Właściwości chwastobójcze glifosatu znane są od 1971 roku. Jest to herbicyd nieselektywny, działający na rośliny dwuliścienne, a także jednoroczne i wieloletnie trawy, do których substancja czynna może przeniknąć m.in. przez ich części zielone. Wchłanianie preparatu zawierającego glifosat zaczyna się tuż po opryskaniu rośliny i trwa około 3 godzin. Na chwastach pierwsze objawy działania – więdnienie i żółknięcie, widoczne są zwykle po upływie 7–14 dni od zastosowania preparatu. Zamieranie rośliny następuje po około 3–4 tygodniach (Różański 1998; Pieniążek i wsp. 2003). W przypadku czeremchy amerykańskiej, pierwsze objawy fitotoksyczności w postaci żółknięcia liści nastąpiły 3 dni po wykonaniu pierwszego zabiegu opryskiwania, 6 dni po wykonaniu drugiego zabiegu oraz 10 dni po wykonaniu trzeciego.

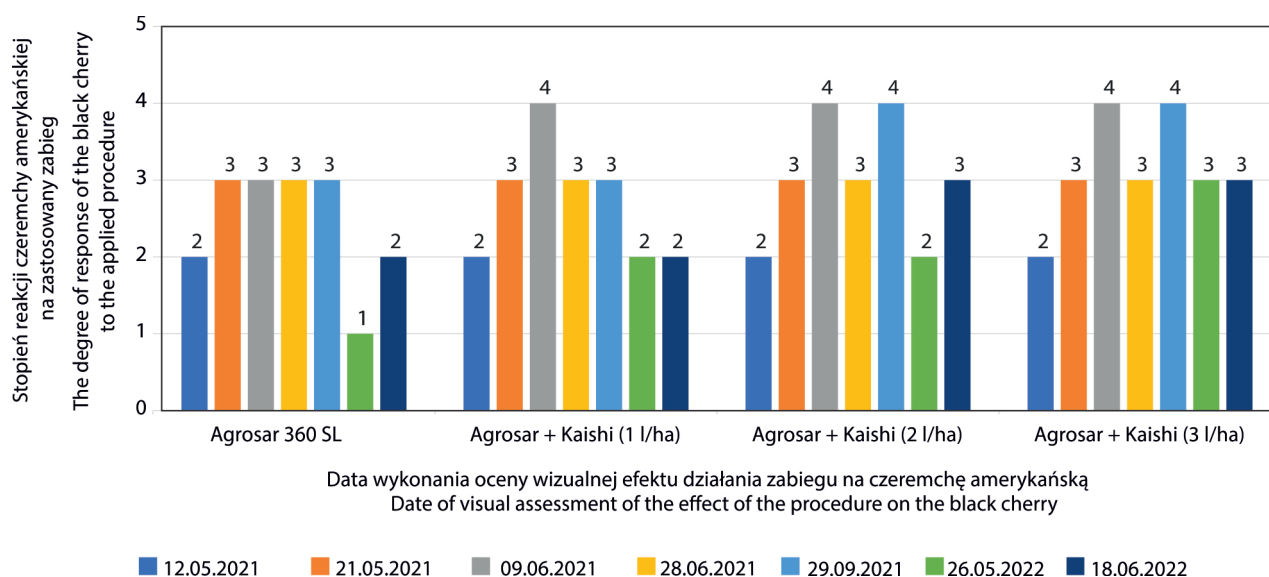
W przeprowadzonych badaniach na każdym poletku, na którym wykonano zabieg chemiczny zauważono stymulujący wpływ preparatu Kaishi na działanie herbicydu. W przypadku wykonania trzech pierwszych zabiegów (dwa w 2021 r. oraz jeden w 2022 r.) wszystkie testowane mieszaniny glifosatu z biostymulatorem wykazały lepsze działanie na czeremchę amerykańską niż herbicyd stosowany samodzielnie.

Gugała i wsp. (2017) również potwierdzają skuteczność zabiegu herbicydowego wspartego biostymulatorem. Niemniej jednak należy pamiętać, że zróżnicowana skuteczność zabiegu herbicydowego może być uzależniona od rodzaju zastosowanej substancji czynnej, rodzaju uprawy, terminu, biostymulatora oraz dawki środka. Reakcję *P. serotina* na opryskiwanie w postaci dużego odsetka martwych sadzonek zaobserwowano przy każdym zastosowaniu mieszaniny glifosatu z biostymulatorem. Na poletku, na którym wykonano zabieg mieszaniną glifosatu z biostymulatorem Kaishi w dawce 3 l/ha, zauważono najwięcej osobników czeremchy amerykańskiej z symptomami „3” według skali Korzeniewicza (2020) (rys. 1).

Niektóre osobniki czeremchy amerykańskiej charakteryzowały się m.in. silną defoliacją lub pokryte były w znacznej ilości brązowymi liśćmi (także suchymi), a podczas obserwacji wiosennych zauważono u nich zahamowane w rozwoju pączki. W przypadku zastosowania herbicydu

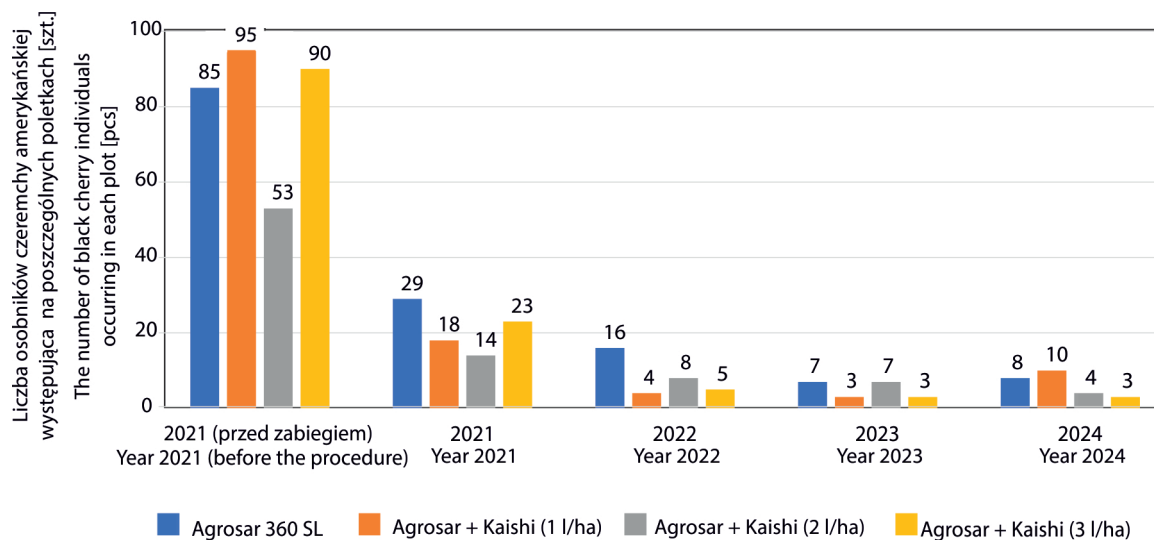
z biostymulatorem w stężeniu 2 l/ha zauważono tendencję spadkową ilości osobników czeremchy amerykańskiej na poletkach badawczych po każdym roku obserwacji. W przypadku wariantu z zastosowaniem biostymulatora w stężeniu (3 l/ha) ilość osobników czeremchy amerykańskiej na wyznaczonym poletku w 3. i 4. roku obserwacji utrzymywała się na takim samym poziomie czyli trzy osobniki czeremchy amerykańskiej (rys. 2), które stanowiły 3,33% ilości wszystkich osobników zinwentaryzowanych przed wykonaniem jakiegokolwiek zabiegu chemicznego (tab. 1).

Skuteczność zwalczania czeremchy amerykańskiej jest zależna od wielu czynników, w tym od wybranej metody, regularności zabiegów, skali inwazji oraz warunków termicznych i wilgotnościowych powietrza (Woźnica i Waniorrek 2008). Mimo, że metody zwalczania czeremchy mają długą historię w Europie, nie opracowano jeszcze idealnego sposobu, który byłby efektywny, ekonomiczny i nie niósł za sobą negatywnych skutków dla ekosystemów (Starfinger i wsp. 2003; Radliński i wsp. 2015; Otręba i wsp. 2017). Zwalczanie czeremchy amerykańskiej jest skom-



Rys. 1. Skuteczność działania glifosatu stosowanego oddzielnie oraz z dodatkiem biostymulatora na czeremchę amerykańską (*Prunus serotina*) na podstawie wykonanych obserwacji według skali Korzeniewicz (2020)

Fig. 1. The effectiveness of glyphosate applied separately and with the addition of a biostimulator on black cherry (*Prunus serotina*) based on observations made according to Korzeniewicz's scale (2020)



Rys. 2. Liczba osobników czeremchy amerykańskiej występująca na poletkach po wykonanych zabiegach w danym roku [szt.]

Fig. 2. The number of black cherry individuals present in the plots after the treatments [pcs]

Tabela 1. Liczba żywych osobników czerechmy amerykańskiej występująca na poletkach doświadczalnych w każdym roku wykonanych obserwacji [%] (procentowy udział żywych osobników występujących na każdym poletku badawczym)

Table 1. The number of live black cherry individuals present in the experimental plots in each year of observations [%]

Warianty doświadczeń Experimental variants	2021 (przed zabiegiem) Year 2021 (before the procedure)	2021 Year 2021	2022 Year 2022	2023 Year 2023	2024 Year 2024
Agrosar 360 SL	85	29	16	7	8
Agrosar 360 SL + Kaishi (1 l/ha)	95	18	4	3	10
Agrosar 360 SL + Kaishi (2 l/ha)	53	14	8	7	4
Agrosar 360 SL + Kaishi (3 l/ha)	90	23	5	3	3

plikowanym, czasochłonnym oraz kosztownym procesem. Mimo wielu wyzwań związanych z jej zwalczaniem, podejmowane próby konieczne są w celu ochrony rodzimych ekosystemów leśnych oraz zapewnienia ich trwałości w przyszłości.

Środki ochrony roślin wykorzystywane w leśnictwie, zawierające substancję czynną glifosat, dozwolone są do stosowania (termin zużycia zapasów) do 15.06.2026 r. (IBL 2024). Termin ten może ulec zmianie w związku z trwającymi pracami nad stopniowym wycofaniem środków ochrony roślin z substancją czynną – glifosatem, wpisującym się w politykę Zielonego Ładu „Unijnej strategii na rzecz bioróżnorodności”, która zakłada zmniejszenie do 2030 r. stosowania środków ochrony roślin o co najmniej 50%.

Testowane mieszanki herbicydu z biostymulatorem w praktyce leśnej wymagają rozszerzenia ich użycia na innych powierzchniach problematycznych z występującą czerechmą amerykańską tzn. nie tylko powierzchnie zrębowe, ale również istniejące uprawy leśne oraz powierzchnie podkapowe, w których *P. serotina* występuje w warstwie nalołu, podrostu, a niejednokrotnie ma charakter drugiego piętra. Dalsze badania powinny oceniać i potwierdzać wpływ wzmocnienia herbicydu przy użyciu odpowiedniego stężenia biostymulatora. W związku z dużą dynamiką odroślową czerechmy amerykańskiej, ostateczna ocena skuteczności mieszanki powinna być przeprowadzona na początku dwóch kolejnych sezonów wegetacyjnych. W przypadku nieosiągnięcia 100% skuteczności, zabieg należałoby powtórzyć.

Literatura / References

- Auclair A.N. 1975. Sprouting response in *Prunus serotina* Ehrh.: multi-variate analysis of site, forest structure and growth rate relationships. *American Midland Naturalist* 94 (1): 72–87. DOI: 10.2307/2424539
- Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383 (1–2): 3–41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8
- Caruso G., De Pascale S., Cozzolino E., Cuciniello A., Cenvinzo V., Bonini P., Roupheal Y. 2019a. Yield and nutritional quality of Vesuvian Piennolo tomato PDO as affected by farming system and biostimulant application. *Agronomy* 9 (9): 505. DOI: 10.3390/agronomy9090505
- Caruso G., De Pascale S., Cozzolino E., Giordano M., El-Nakhel C., Cuciniello A., Cenvinzo V., Colla G., Roupheal Y. 2019b. Protein hydrolysate or plant extract-based biostimulants enhanced yield and quality performances of greenhouse perennial wall rocket grown in different seasons. *Plants* 8 (7): 208. DOI: 10.3390/plants8070208
- Chen Q., Li Z., Qu Z., Zhou H., Qi Y., Liu Z., Zhang M. 2020. Maize yield and root morphological characteristics affected by controlled-release diammonium phosphate and *Paecilomyces variotii* extracts. *Field Crops Research* 255: 107862. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107862
- Damalas C.A. 2004. Herbicide tank mixtures: common interactions. *International Journal of Agriculture and Biology* 6 (1): 209–212. DOI: 1560-8530/2004/06-1-209-212
- Deckers B., Verheyen K., Hermy M., Muys B. 2005. Effects of landscape structure on the invasive spread of black cherry *Prunus serotina* in an agricultural landscape in Flanders, Belgium. *Ecography* 28 (1): 99–109.
- Domaradzki K., Marczevska-Kolasa K., Bortiniak M. 2015. Ocena skuteczności mieszaniny herbicydów i biostymulatorów w uprawie buraka cukrowego. [Evaluation of the effectiveness of a mixture of herbicides and biostimulators in the cultivation of sugar beet]. *Przemysł Chemiczny* 94 (5): 787–792. DOI: 10.15199/62.2015.5.28
- Drogoszewski B. 1986. Stosowanie herbicydów z grupy 2,3,5-T do niszczenia czerechmy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.). Cz. I. Dawki Tormony 80 i Lignopuru Forte do niszczenia drzewek i krzewów. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk* 62: 29–36.
- Ertani A., Schiavon M., Altissimo A., Franceschi C., Nardi S. 2011. Phenol-containing organic substances stimulate phenylpropanoid metabolism in *Zea mays*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 174 (3): 496–503. DOI: 10.1002/jpln.201000075

- Gugała M., Zarzecka K., Sikorska A., Mystkowska I., Dołęga H. 2017. Wpływ herbicydów i biostymulatorów wzrostu na ograniczenie zachwaszczenia i plonowanie ziemniaka jadalnego. [Effect of herbicides and growth biostimulants on weed reduction and yield of edible potato]. *Fragmenta Agronomica* 34 (4): 59–66.
- Halarewicz A. 2011. Przyczyny i skutki inwazji czarernchy amerykańskiej *Prunus serotina* w ekosystemach leśnych. [The reasons underlying the invasion of forest communities by black cherry, *Prunus serotina* and its subsequent consequences]. *Leśne Prace Badawcze/Forest Research Papers* 72 (3): 267–272. DOI: 10.2478/v10111-011-0026-5
- IBL 2024. Środki ochrony roślin i produkty biobójcze do stosowania w leśnictwie w roku 2004. Analizy i raporty Nr 37, Część A. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary. ISBN 978-83-67801-02-7. <https://www.ibles.pl/oferta/doradztwo-i-uslugi/> [dostęp: 20.09.2024].
- Jia C.H., Yu X.J., Zhang M., Liu Z.G., Zou P., Ma J., Xu Y.C. 2019. Application of melatonin-enhanced tolerance to high-temperature stress in cherry radish (*Raphanus sativus* L. var. *radculus pers*). *Journal of Plant Growth Regulation* 39: 631–640. DOI: 10.1007/s00344-019-10006-1
- Korzeniewicz R. 2020. Doświadczenia dotyczące skuteczności herbicydów nieujętych w wykazie „Zalecanych środków ochrony roślin do stosowania w leśnictwie“ w zwalczaniu *P. serotina*. W: Opracowanie sposobów zwalczania czarernchy amerykańskiej w drzewostanach sosnowych (R. Korzeniewicz i wsp., red.). Sprawozdanie etapowe z badań finansowanych przez PGL LP. Generalna Dyrekcja Lasów Państwowych, Warszawa. <https://www.lasy.gov.pl/pl/pro/publikacje/wyszukiwarka-tematow-badawczych> [dostęp: 20.07.2024].
- Korzeniewicz R. 2023. Co zamiast glifosatu w jesiennym zwalczaniu odrośli czarernchy amerykańskiej? [What instead of glyphosate in autumn control of black cherry regrowth?]. *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria* 22 (1). DOI: 10.17306/J.AFW.2023.1
- Korzeniewicz R., Łakomy P., Baranowska M., Behnke-Borowczyk J., Kowalkowski W., Łukowski A., Jagiełło R., Hauke-Kowalska M. 2022. Opracowanie sposobów zwalczania czarernchy amerykańskiej w drzewostanach sosnowych. Sprawozdanie końcowe z badań finansowanych przez PGL LP. Generalna Dyrekcja Lasów Państwowych, Warszawa. <https://www.lasy.gov.pl/pl/pro/publikacje/wyszukiwarka-tematow-badawczych> [dostęp: 20.07.2024].
- Krzysztofiak L., Krzysztofiak A. 2015. Zwalczanie obcych gatunków roślin w Wigierskim Parku Narodowym. s. 29–35. W: Zwalczanie inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia – dobre i złe doświadczenia (L. Krzysztofiak, A. Krzysztofiak, red.). Stowarzyszenie Człowiek i Przyroda, Krzywe. https://czlowiekiprzyroda.eu/wp-content/uploads/2017/07/zwalczanie_inwazyjnych.pdf [dostęp: 20.07.2024].
- Ligocki M., Ulewicz G., Gazałka M. 2021. Ochrona zbiorowisk łąkowych na terenie obszaru ochrony siedlisk Ostoja Piska przez ograniczenie występowania czarernchy amerykańskiej. s. 47–67. W: Zwalczanie obcych gatunków w lasach ze szczególnym uwzględnieniem czarernchy amerykańskiej (A. Obidziński, red.). Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa.
- Łozowicka B., Konecki R., Iwaniuk P., Drągowski W., Rusiłowska J., Pietraszko A., Snarska K. 2019. Wpływ biostymulatora i ochrony herbicydowej na zachwaszczenie oraz parametry ilościowe i jakościowe plonu pszenicy jarej. [Effect of a biostimulator and herbicidal protection on weed infestation as well as quantitative and qualitative parameters of spring wheat crop yield]. *Progress in Plant Protection* 59 (4): 258–264. DOI: 10.14199/ppp-2019-034
- Łukaszewicz J., Krajewski S. 2024. Środki ochrony roślin oraz środki biobójcze zalecane do stosowania w leśnictwie w roku 2025. (Aktualizacja z dnia 7 stycznia 2025 r.). s. 152–167. Analizy i raporty Nr 39, Część A. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary. ISBN 978-83-67801-09-6.
- MRiRW 2018. Norma PP 1/116 (3). Wytyczne dotyczące prowadzenia badań skuteczności i fitotoksyczności środków ochrony roślin. Ocena skuteczności herbicydów. Chwasty w lasach. <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/herbicydy> [dostęp: 20.07.2024].
- Muys B., Maddelein D., Lust N. 1992. Ecology, practice and policy of black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) management in Belgium. *Silva Gandavensis* 57: 28–45. DOI: 10.21825/sg.v57i0.885
- Namura-Ochalska A. 2012. Walka z czarernchą amerykańską *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh. Ocena skuteczności wybranych metod w Kampinoskim Parku Narodowym. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* 33 (4): 190–200.
- Namura-Ochalska A., Borowa B. 2015. Walka z czarernchą amerykańską *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh. w leśnictwie Różin w Kampinoskim Parku Narodowym. Ocena skuteczności wybranych metod. s. 57–72. W: Zwalczanie inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia – dobre i złe doświadczenia (L. Krzysztofiak, A. Krzysztofiak, red.). https://czlowiekiprzyroda.eu/wp-content/uploads/2017/07/zwalczanie_inwazyjnych.pdf [dostęp: 20.07.2024].
- Navarro-León E., López-Moreno F.J., Rios J.J., Blasco B., Ruiz J.M. 2020. Assaying the use of sodium thiosulphate as a biostimulant and its effect on cadmium accumulation and tolerance in *Brassica oleracea* plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 200: 110760. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.110760
- Otręba A. 2013. Wpływ czynników naturalnych i antropogenicznych na rozprzestrzenianie się czarernchy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.) w Puszczy Kampinoskiej. Praca doktorska. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk, Warszawa.
- Otręba A., Marciszewska K., Janik D. 2017. Is cut–stump and girdling an efficient method of black cherry *Prunus serotina* Ehrh. eradication? *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry* 59 (1): 14–24. DOI: 10.1515/ffp-2017-0002
- Pieniążek D., Bukowska B., Duda W. 2003. Glifosat – nietoksyczny pestycyd? [Glyphosate – a non-toxic pesticide?]. *Medycyna Pracy* 54 (6): 579–583.
- Radliński B., Tronkowska M., Tittenbrun A. 2015. Gatunki obce i inwazyjne na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego i Roztocza Środkowego. s. 31–40. W: Inwazyjne gatunki obcego pochodzenia zagrożeniem dla rodzimej przyrody (L. Krzysztofiak, A. Krzysztofiak, red.). Stowarzyszenie Człowiek i Przyroda, Krzywe. https://czlowiekiprzyroda.eu/wp-content/uploads/2017/07/zwalczanie_inwazyjnych.pdf [dostęp: 20.07.2024].
- Rozporządzenie 2022. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 grudnia 2022 r. w sprawie listy inwazyjnych gatunków obcych stwarzających zagrożenie dla Unii i listy inwazyjnych gatunków obcych stwarzających zagrożenie dla Polski, działań zaradczych oraz środków mających na celu przywrócenie naturalnego stanu ekosystemów (Dz.U. 2022 poz. 2649).
- Różański L. 1998. Przemiany glifosatu. s. 311–313. W: Przemiany pestycydów w organizmach żywych i środowisku (D. Kozłowska, E. Jakubczak, M. Mielcarek, red.). Agra-Enviro Lab, Poznań.

- Starfinger U. 1991. Population biology of an invading tree species – *Prunus serotina*. s. 171–184. W: Species Conservation: A Population-Biological Approach. Advances in Life Sciences (A. Seitz, V. Loeschcke, red.). Birkhäuser, Basel. ISBN 978-3-0348-6428-2. DOI: 10.1007/978-3-0348-6426-8_12
- Starfinger U., Kowarik I., Rode M., Schepker H. 2003. From desirable ornamental plant to pest to accepted addition to the flora? The perception of an alien plant species through the centuries. *Biological Invasions* 5 (4): 323–335. DOI: 10.1023/B:BI NV.0000005573.14800.07
- Statham B. 2006. E213. Tabele dodatków i składników chemicznych (e-book). Wydawnictwo RM, Warszawa, 336 ss. ISBN 978-83-7243-529-3.
- Woźnica Z. 2008. Nazewnictwo i klasyfikacja herbicydów. s. 129–148. W: *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 432 ss.
- Woźnica Z., Waniorek W. 2008. Znaczenie kondycjonerów wody dla skuteczności chwastobójczej glifosatu. [Importance of water conditioners for glyphosate efficacy]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (1): 329–335.
- Wrońska-Pilarek D., Maciejewska-Rutkowska I., Lechowicz K., Bocianowski J., Hauke-Kowalska M., Baranowska M., Korzeniewicz R. 2023. The effect of herbicides on morphological features of pollen grains in *Prunus serotina* Ehrh. in the context of elimination of this invasive species from European forests. *Scientific Reports* 13: 4657. DOI: 10.1038/s41598-023-31010-2
- Zhang J., Hamill A.S., Weaver S.E. 1995. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies. *Weed Technology* 9 (1): 86–90. DOI: 10.1017/S0890037X00023009