

**Tomasz R. Sekutowski**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

ALTERNATYWNE METODY OGRANICZANIA WYSTĘPOWANIA  
CHWASTÓW – PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA RÓŻNYCH METOD  
I ŚRODKÓW NIECHEMICZNYCH\*

**Słowa kluczowe:** agrofitycenoza, chwasty, metody alternatywne (niechemiczne), zwalczanie

---

**Wstęp**

Agrofitocenoza pól uprawnych stanowi specyficzną grupę ekosystemów powstałych w wyniku zamierzonej działalności plantatora. Najczęściej takie działanie przyczynia się do powstania sprzyjających warunków bytowych dla rośliny uprawnej, ale nie tylko, gdyż w warunkach polowych oprócz rośliny uprawnej spotyka się również inne gatunki roślin, które pojawiają się spontanicznie, samorzutnie, a określane są jako chwasty (Aldrich 1997, Rudnicki i Jaskulski 2006, Woźnica 2008, Dobrzański i Adamczewski 2009b).

Z rolniczego punktu widzenia chwasty są to rośliny, które stanowią element niepożądany ze względu na posiadanie silnego oddziaływania konkurencyjnego w odniesieniu do rośliny uprawnej. Mogą to być gatunki dziko rosnące, zdziczałe gatunki uprawne, a nawet obce gatunki uprawne. Ostatnie dwie grupy nie są chwastami w ścisłym tego słowa znaczeniu, mogą jednak zachwaszczać jednogatunkowe uprawy rolnicze. Dlatego chwastami właściwymi nazywamy tylko te gatunki roślin (tzw. segetalne) występujące na plantacjach roślin uprawnych, które przystosowały się do zmieniających się warunków uprawy, tak że mogą się samoistnie rozwijać, a dzięki odpowiednim sposobom rozmnażania poprzez nasiona, kłącza, rozłogi, bulwy czy cebulki, pojawiać się samorzutnie w kolejnych latach uprawy (Świętochowski i Tołpa 1950, Dzieżyc 1962, Aldrich 1997, Woźnica 2008, Dobrzański 2011).

---

\*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.6.2. pt. „Monitorowanie uodparniania się agrofagów na środki ochrony roślin oraz tworzenie programów redukcji ryzyka” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2024 r.

Szkodliwość chwastów wiąże się przede wszystkim z ich negatywnym oddziaływaniem na wzrost i rozwój rośliny uprawnej, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia wielkości plonu, a nierzadko również jego jakości. Oddziaływanie to jest najczęściej wynikiem współzawodnictwa, czyli konkurencji o dostęp przestrzeni życiowej, wody, światła i składników pokarmowych, ale bardzo często wiąże się także z oddziaływaniem biochemicznym na poziomie ładu czy gleby (zjawisko allelopatii) (Domańska 1980, Aldrich 1997, Gniazdowska i in. 2004, Woźnica 2008, Dobrzański 2009, Dobrzański i Adamczewski 2009b).

Skuteczna walka z chwastami nadal stanowi duże wyzwanie dla plantatora, a wypracowywanie skutecznej regulacji zachwaszczenia z wykorzystaniem różnych metod ochrony (głównie niechemicznych) wciąż jest zadaniem czasochłonnym, wymagającym dużej wiedzy na temat ich biologii i ekologii oraz znacznego zaangażowania samego plantatora.

Celem pracy przeglądowej jest przedstawienie i opisanie różnych alternatywnych metod i środków niechemicznych, które mogą być wykorzystane do skutecznego ograniczenia występowania gatunków chwastów występujących w uprawach polowych.

### **Przegląd różnych metod i środków niechemicznych**

Współczesne założenia dotyczące ochrony przed chwastami mówią nie o całkowitym niszczeniu chwastów, lecz o ograniczaniu zachwaszczenia bądź o takim sterowaniu ochroną (za pomocą różnych metod), aby spowodować, że chwasty osiągną minimalną liczebność, która nie będzie już stanowiła zagrożenia dla rośliny uprawnej (Adamczewski i Dobrzański 1997, Dobrzański i Adamczewski 2009a).

Jeszcze do niedawna rolnictwo opierało swoją działalność w zakresie ochrony roślin głównie na syntetycznych środkach chemicznych (Adamczewski 1988 i 2000, Adamczewski i Woźnica 1991, Sobótka 1999, Praczyk i Skrzypczak 2004). Rolnicy stosowali zazwyczaj jeden zabieg doglebowy lub nalistny w maksymalnych zalecanych dawkach (ewentualnie w dawkach dzielonych bądź zredukowanych). Obserwując zadowolający efekt chwastobójczy danej substancji czynnej (s.cz.) herbicydu, używali jej w kolejnych sezonach wegetacyjnych. Niestety takie długofalowe podejście do ochrony, czyli tak naprawdę brak rotacji herbicydowej, doprowadziło do powstania zjawiska tzw. kompensacji herbicydowej. Jej pokłosiem bardzo często było i jest pojawienie się biotypów chwastów odpornych na daną substancję czynną czy grupę chemiczną (Kucharski i in. 2012, Adamczewski 2014).

Z tego względu coraz częściej plantatorzy wybierają takie sposoby regulacji zachwaszczenia, które pozwalają utrzymać zachwaszczenie na poziomie, który gwarantuje uzyskanie zadowolających plonów przy zachowaniu ich wysokiej jakości oraz względnej równowagi ekologicznej (Kowalska i Pruszyński 2007). Ponadto dążenia i praktyczne rozwiązania w tym zakresie są „wymuszane” odpowiednimi aktami prawnymi. Najnowszym z nich jest tzw. Europejski Zielony Ład (EZŁ), którego jednym z założeń jest ograniczenie używania syntetycznych środków ochrony roślin (ś.o.r.)

poprzez wykorzystywanie innych (niechemicznych) metod ochrony w ramach tzw. Integrowanej Produkcji Roślinnej. W dużym skrócie można powiedzieć, że wedle EZŁ walka z agrofagami (np. chwastami) musi opierać się na wykorzystaniu działań alternatywnych do środków chemicznych (głównie zabiegów agrotechnicznych i metod biologicznych) (Wspólna Polityka Rolna po 2020 roku – Europejski Zielony Ład; Metodyki integrowanej ochrony roślin).

Szkodliwość chwastów zależy w dużej mierze od liczebności, czy też nasilenia występowania na jednostce powierzchni, powiązanej z progami biologicznej i ekonomicznej szkodliwości. Dlatego plantatorzy w pierwszym kroku przed przystąpieniem do ochrony plantacji powinni przeprowadzić monitoring, na podstawie którego będą mogli określić próg biologicznej i ekonomicznej próg szkodliwości danego agrofaga (Krzymuski i in. 1988, Rola i in. 2013, Platforma Sygnalizacji Agrofagów).

### **Charakterystyka progów szkodliwości:**

Próg biologicznej szkodliwości – jest to takie nasilenie agrofagów na jednostce powierzchni lub stopień pokrycia gleby przez chwasty, które powoduje istotną zniżkę plonu.

Próg ekonomicznej szkodliwości – jest to takie nasilenie agrofagów (np. chwastów), po przekroczeniu którego następuje znaczące zmniejszenie plonu rośliny uprawnej.

Progi szkodliwości wyznacza się poprzez przeanalizowanie wpływu nasilenia szkodliwego agrofagu (np. chwastu) na wysokość plonu rośliny uprawnej (wartość zmniejszonego plonu równa się kosztom zastosowanej metody ochrony) (Dobrzański i Adamczewski 2009a). Większość „typowych” chwastów segetalnych ma określony próg ekonomicznej szkodliwości. Dla miotły zbożowej (*Apera spica-venti*) jest to 5–10 roślin·m<sup>-2</sup>, wyczyńca polnego (*Alopecurus myosuroides*) 5 roślin·m<sup>-2</sup>, owsa głuchego (*Avena fatua*) 26–50 roślin·m<sup>-2</sup>, stokłosa płonnej (*Bromus sterilis*) 5 roślin·m<sup>-2</sup>, perzu właściwego (*Elymus repens*) 10–15 roślin·m<sup>-2</sup>, przytuli czepnej (*Galium aparine*) 0,5(2)–5 roślin·m<sup>-2</sup>, ostrożnia polnego (*Cirsium arvense*) 1–2 roślin·m<sup>-2</sup>, maruny bezwonnej (*Matricaria maritima* ssp. *inodora*) 10 roślin·m<sup>-2</sup>, chabra bławatka (*Centaurea cyanus*) 1–5 roślin·m<sup>-2</sup>, maku polnego (*Papaver rhoeasa*) 6–10 roślin·m<sup>-2</sup>, przetacznika perskiego (*Veronica persica*) 10–25 roślin·m<sup>-2</sup>, a dla fiołka polnego (*Viola arvensis*) 20–25 roślin·m<sup>-2</sup>, występujących w roślinach zbożowych (Rola i in. 2013).

Znając próg ekonomicznej szkodliwości, można przystąpić do wyboru jednej lub kilku z dostępnych obecnie metod czy środków niechemicznych ograniczających zachwaszczenie.

### **Metoda zapobiegawcza, czyli profilaktyka**

Metoda zapobiegawcza polega na zapewnieniu roślinom uprawnym optymalnych warunków do wzrostu i rozwoju, dzięki którym będą mogły wykorzystać swój

potencjał obronny poprzez oddziaływania konkurencyjne czy też biochemiczne. Istotnym czynnikiem w tej metodzie są działania zmierzające do ograniczenia zasobu nasion chwastów w glebie oraz niedopuszczenia do wydania nasion przez chwasty w łanie rośliny uprawnej. Ponadto ważnym czynnikiem jest niedopuszczenie do „zanieczyszczenia” gleby nasionami chwastów z innych źródeł, tj. materiał siewny, nawozy organiczne (obornik, kompost) czy też narzędzia i maszyny do uprawy roli, siewu i zbioru (Aldrich 1997, Woźnica 2008, Dobrzański 2009, Dobrzański i Adamczewski 2009a, Zbytek 2009).

**Materiał siewny** – szczególnie w przeszłości materiał siewny był istotnym źródłem zanieczyszczającym pola nasionami chwastów. Przykładem mogą być kąkol polny (*Agrostemma githago*), który był przenoszony wraz z materiałem siewnym głównie żyta ozimego (*Secale cereale*) czy kłącza perzu właściwego (*Agropyron repens*), które były przenoszone w bryle korzeniowej sadzonek czy rozsady różnych roślin warzywnych (Dobrzański 2009, Dobrzański i Adamczewski 2009a). Obecnie materiał siewny, dzięki ocenie jakościowej (kwalifikacji), może być dopuszczony do obrotu tylko wtedy, kiedy nie zawiera żadnych nasion chwastów lub tylko niewielkie ich domieszki ściśle określone normami krajowymi lub międzynarodowymi (Rozporządzenie MRiRW 2013).

**Nawozy organiczne (obornik i kompost)** – bardzo istotne znaczenie ma stosowanie nawozów organicznych w stanie wolnym od nasion chwastów. W dobrze zagospodarowanym oborniku czy kompoście znaczna część nasion chwastów traci zdolność kiełkowania. Istotnym elementem ograniczającym witalność nasion chwastów jest temperatura, która w przypadku obornika, szczególnie w I etapie zwanym gorącą fermentacją, powinna wynosić ok. 50–55°C. Podobnie jest w przypadku kompostu, gdzie w etapie II, tzw. termofilnym następuje zagrzewanie się przyzmy kompostowej do temperatury 65°C, co w konsekwencji prowadzi do higienizacji, czyli niszczenia bakterii i grzybów chorobotwórczych oraz ograniczenia żywotności diaspor chwastów (Piechota i Dach 2007, Dobrzański i Adamczewski 2009a, Dziągwa i Sekutowski 2012, Sekutowski 2023).

**Narzędzia i maszyny do uprawy roli, siewu i zbioru** – nieczyszczone lub niedokładnie wyczyszczone narzędzia oraz maszyny mogą być źródłem zachwaszczenia pola i rozprzestrzeniania się niektórych gatunków chwastów; szczególnie problem ten dotyczy upraw następczych. Przykładem mogą być kłącza perzu właściwego (*Agropyron repens*), które bardzo często są „rozwlekane” po polu, tylko dlatego, że traktorzyście nie chciało się ich usunąć z łap kultywatora czy z zębów brony (Dobrzański i Adamczewski 2009a). Innym źródłem zanieczyszczenia mogą być zbiorniki kombajnów czy przyczep transportujących. Przykładem może być zaśláz pospolity (*Abutilon theophrasti*), który został „wprowadzony” na obszar Opolszczyzny i Dolnego Śląska wraz z niedoczyszczonymi kombajnami do zbioru buraków i kukurydzy, które zostały sprowadzone przez polskich rolników z terenów Niemiec i Francji (Kita

i in. 2003, Pusz 2007, Sekutowski i Hreniak 2007, Domaradzki i in. 2008). Dlatego zapewnienie odpowiedniej czystości narzędzi i maszyn używanych do uprawy, siewu, zbioru i transportu jest ważnym elementem zapobiegającym rozprzestrzenianiu się chwastów w uprawach rolniczych.

Czasami w obrębie metody zapobiegawczej wyodrębnia się jeszcze kwarantannę jako jeden ze sposobów ochrony roślin przed agrofagami.

**Kwarantanna** – polega głównie na zapobieganiu rozprzestrzeniania się wewnątrz danego kraju oraz przywożenia z zagranicy (np. poprzez transport lotniczy, kolejowy czy samochodowy) agrofagów będących gatunkami obcymi we florze czy faunie danego kraju. Przykładem może być rodzaj *Ambrosia*, np. ambrozja bylicolistna (*Ambrosia artemisiifolia*), która trafiła do Polski z obszarów Węgier i Rumunii, a która jeszcze w latach 90. ubiegłego wieku była objęta kwarantanną i podlegała ustawowemu zwalczaniu na terenie naszego kraju (Rozporządzenie MRiGŻ 1990, Weber i Gut 2004, Miklaszewska i Pągowska 2007, Chłopek i in. 2011, Tokarska-Guzik i in. 2011).

### Metoda agrotechniczna

Metoda agrotechniczna polega na podwyższeniu zdrowotności roślin uprawnych poprzez prawidłowe i terminowe wykonanie oraz wykorzystanie różnych zabiegów poprawiających warunki bytowe roślin, ale równocześnie pogarszających warunki siedliskowe agrofagów (np. chwastów). W skład tej metody wchodzi większość zabiegów zalecanych w technice siewu i sadzenia, prawidłowym płodozmianie i zmianowaniu, uprawie współrzędnej czy prawidłowej uprawie gleby (Aldrich 1997, Woźnica 2008, Dobrzański 2009, Dobrzański i Adamczewski 2009a).

**Termin siewu i sadzenia oraz obsada** – mają bardzo istotne znaczenie i duży wpływ na możliwość zetknięcia się siewek rośliny uprawnej z agrofagami. Znając biologię danego gatunku, możemy przyspieszyć bądź opóźnić siew czy sadzenie rośliny uprawnej, ograniczając w ten sposób konkurencyjne oddziaływanie chwastów. Przykładem może być siew lub sadzenie roślin ciepłolubnych do gleby, która jest odpowiednio ogrzana, co zapewnia szybszy początkowy rozwój, a w późniejszym etapie przekłada się na silniejszą konkurencję w odniesieniu do chwastów. Równie ważnym czynnikiem jest odpowiednia obsada (gęstość siewu, sadzenia). Prawidłowa obsada (zagęszczenie ładu) znacznie zwiększa zdolność konkurencyjną rośliny uprawnej w odniesieniu do niektórych gatunków chwastów (Wesołowski 2003, Noworolnik i Leszczyńska 2004, Dobrzański i Adamczewski 2009a).

**Zmianowanie i płodozmian** – przez pojęcie zmianowania rozumiemy rozłożone w czasie następowanie po sobie różnych roślin na tym samym areale z uwzględnieniem ich wymagań siedliskowych. Natomiast zmianowanie zaplanowane z góry na szereg lat (minimum 4 lata) w określonym miejscu nazywane jest płodozmianem. Poprawnie ułożony płodozmian spełnia bardzo wiele ważnych funkcji. Zasadniczym celem jest

zachowanie i systematyczne podnoszenie żyzności gleby, co gwarantuje uzyskiwanie obfitych i zdrowych plonów. Natomiast w dłuższym przedziale czasowym przyczynia się do ograniczenia zachwaszczenia oraz ogólnej poprawy zdrowotności gleby i roślin (Świętochowski i in. 1996, Aldrich 1997, Krężel i in. 1999).

Plodozmian powinien być tak zaplanowany, aby gleba przez cały okres wegetacyjny była pokryta roślinnością. Bardzo ważną zasadą jest częste stosowanie poplonów, które mogą być wykorzystane jako zielony nawóz, mulcz lub rośliny fitosanitarne, co w konsekwencji prowadzi do stworzenia sprzyjających warunków do rozwoju pożytecznej entomofauny i edafonu glebowego (Aldrich 1997, Dobrzański i Adamczewski 2009a, Włodek i in. 2012). Klasycznym i chyba najlepiej przebadanym przykładem jest wykorzystanie do tego celu roślin żyta ozimego (*Secale cereale*), jako poplonu ozimego z przeznaczeniem na wiosenne przyoranie. Uwolnione w procesie rozkładu substancje, takie jak kwasy fenolowe (fenylooctowy, fenylomasłowy, ferulowy, benzoesowy i salicylowy) czy hydroksamowe (BOA i DIBOA) wywierają bardzo silny inhibicyjny wpływ na siewki niektórych gatunków chwastów, tj. chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli*), komosy białej (*Chenopodium album*), szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus*), pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum*) czy ambrozji bylicolistnej (*Ambrosia artemisifolia*) (Barnes i Putnam 1983, Perez i Ormeno-Nunez 1991, Przepiórkowski i Górski 1994, Grabiński 2006). W swojej pracy przeglądowej Kaczmarek (2009) wyeksponowała 3 gatunki uprawne, tj. grykę (*Fagopyrum esculentum*), słonecznik (*Helianthus annuus*) i sorgo (*Sorghum vulgare*). Gatunki te mogą być z powodzeniem stosowane jako rośliny poplonowe, mulczujące, gdyż rozkładające się resztki tych roślin silnie redukują wschody niektórych gatunków chwastów, np. szarłatu (*Amaranthus* sp.), tasznika pospolitego (*Capsella bursa-pastoris*), rumianu polnego (*Anthemis arvensis*), mozgi (*Phalaris* sp.), cibory (*Cyperus rotundus*), conydonu palczastego (*Conodon dactylon*), komosy białej (*Chenopodium album*) czy szczawiu (*Rumex* sp.).

Ponadto dobrym przykładem może być zastosowanie zasady następstwa rośliny „zachwaszczającej” po roślinie „odchwaszczającej”. Prawidłowo prowadzone zmianowanie roślin w połączeniu ze zróżnicowanymi zabiegami uprawowymi sprzyja utrzymaniu zachwaszczenia na względnie niskim poziomie, ponadto zapobiega powstawaniu zjawiska kompensacji i ogranicza niektóre gatunki chwastów, a z czasem prowadzi do wytworzenia się względnej równowagi w agrofloceniezie (Dobrzański i Adamczewski 2009a, Houben i in. 2020).

**Uprawa współrzędna** – nazywana jest też inaczej uprawą mieszaną lub pasową. Polega na umieszczeniu w tym samym rzędzie lub w rzędach obok (uprawa pasowa) dwóch lub więcej gatunków roślin uprawnych, z których obecność jednego ogranicza występowanie agrofagów w drugim gatunku (Aldrich 1997, Parylak i in. 2006, Głowacka 2007, 2009, Kaczmarek i Sekutowski 2012). Metoda ta pozwala na lepsze wykorzystanie powierzchni uprawnej, zabezpiecza przed erozją (wodną i powietrzną) oraz umożliwia wzajemną ochronę uprawianych roślin przed chwastami

(allelapatia dodatnia, np. kairomony) (Gniazdowska i in. 2004). Zwiększenie liczby gatunków w uprawie pasowej czyni ją bardziej zbliżoną do naturalnego ekosystemu, a przestrzenna różnorodność może zwiększyć plon w porównaniu z uprawami jednogatunkowymi. Przykładem może być koniczyna czerwona, która wysiana pasowo z kukurydzą powoduje wyżkę plonowania oraz ogranicza zachwaszczenie (Aldrich 1997, Woźnica 2008, Dobrzański i Adamczewski 2009a). W uprawach mieszanych bardzo ważny jest odpowiedni dobór roślin, tak aby unikać kombinacji gatunków, które mogą wpływać na siebie niekorzystnie (allelapatia ujemna, np. allomony, depresanty) (Aldrich 1997, Gniazdowska i in. 2004).

### Metoda mechaniczna

Metoda mechaniczna polega na mechanicznym zniszczeniu, np. chwastów i obejmuje podstawową i przedsewną uprawę roli oraz zabiegi pielęgnacyjne. W metodzie tej wykorzystuje się różnego rodzaju narzędzia: bierne, tj. brony, kultywatory, pielniki, obsypniki czy aktywne, tj. glebogryzarki, aktywne pielniki szczotkowe, palcowe czy koszykowe (Zbytek 2009).

W rolnictwie, w którym nie stosuje się herbicydów (np. w rolnictwie ekologicznym, biodynamicznym czy organicznym), bezpośrednie zwalczanie chwastów poprzez uprawę roli (oczywiście poza metodami agrotechnicznymi) pozostaje jedyną alternatywną metodą przynoszącą zadowalające efekty w ograniczaniu zachwaszczenia tych plantacji (Zbytek 2009, Feledyn-Szewczyk 2023).

W okresie poprzedzającym siew rośliny następczej to właśnie mechaniczna uprawa roli spełnia kilka bardzo ważnych zadań, a mianowicie: stwarza warunki do szybkiego i masowego kiełkowania chwastów poprzez wykonanie płytkiej podorywki (np. pługiem podorywkowym lub kultywatorem podorywkowym), eliminuje siewki chwastów poprzez ich podcinanie lub umieszczenie w głębszych warstwach gleby, ale również umożliwia zniszczenie chwastów wieloletnich, rozmnażających się wegetatywnie, tj. perzu właściwego (*Agropyron repens*) czy ostroźnia polnego (*Cirsium arvense*), poprzez wykonanie głębokiej orki (metoda Williamsa zwana też metodą „przez uduszenie”) (Zarzecka i Artych 2004, Woźnica 2008).

W obrębie metody mechanicznej wyróżnia się jeszcze kilka zespołów uprawek, tj. późniwne, wiosenne i pielęgnacyjne.

**Zespół uprawek późniwnych** – jest to podstawowy zabieg mechaniczny, który powoduje szybkie wyeliminowanie dużej liczby nasion chwastów, które osypały się z roślin matecznych. Głównym zabiegiem jest płytka podorywka na głębokość ok. 4–8 cm, która może być wykonana pługiem podorywkowym lub kultywatorem podorywkowym. Ma ona na celu przykrycie ścierni, zahamowanie parowania oraz stworzenie dogodnych warunków do kiełkowania nasion chwastów (Sekutowski 2009, Zbytek 2009). Po kilku czy kilkunastu dniach następują wschody chwastów, które możemy niszczyć poprzez zastosowanie różnego rodzaju bron (np. chwastowni-

ków) czy kultywatorów. Zabieg ten określany jest często jako „pielęgnacja podorywki” i należy go powtarzać aż do momentu rozpoczęcia zespołu uprawek przedsiewnych lub przedzimowych (Woźnica 2008, Dobrzański i Adamczewski 2009a, Zbytek 2009).

**Zespół uprawek wiosennych** – jest to komplet uprawek, które powinny rozpocząć się jak najwcześniej, gdy tylko warunki atmosferyczne pozwalają na ich wykonanie (po przeschnięciu gleby, tzw. bielenie wierzchołków skib). Przeprowadza się je najczęściej na polach, na których została wykonana uprawa przedzimowa (głęboka orka zimowa zwana zięblą). Zespół ten przygotowuje podłoże do siewu roślin jarych (np. zbóż jarych, kukurydzy, gryki, słonecznika, sorga, soi, ziemniaka) czy warzyw (tj. kapusty, kalafiora, cebuli, bakłażana, kalarepy, papryki, szpinaku). Głównym celem zespołu uprawek wiosennych jest zachowanie wody pozimowej i oszczędne nią gospodarowanie (poprzez przerwanie parowania), przyspieszenie nagrzewania się wierzchniej warstwy gleby oraz zniszczenie kiełkujących nasion czy siewek chwastów. Rodzaj wykonywanych zabiegów związany jest bezpośrednio z sianą lub sadzoną rośliną oraz ze stanem gleby po zimie i wykonanych uprawkach przedzimowych. Uprawki wiosenne początkowo polegają głównie na wyrównaniu pola poprzez wykonanie zabiegu włókania (gleby zwięźlejsze) lub bronowania (gleby lżejsze). Następnie wykonuje się sukcesywnie zabiegi z wykorzystaniem brony, kultywatora czy agregatu uprawowego, które to doprowadzają do zniszczenia chwastów, powtarzając te czynności aż do momentu siewu rośliny uprawnej (Woźnica 2008, Dobrzański i Adamczewski 2009a, Zbytek 2009).

W rolnictwie biodynamicznym czy organicznym jedną z metod ograniczenia zachwaszczenia jest wykonanie uprawy przedsiewnej w różnych okresach dnia, a ściślej rzecz ujmując, w nocy. Nie od dzisiaj wiadomo, że uprawa gleby w nocy, czy też w warunkach zaciemnienia, powoduje zmniejszenie zachwaszczenia poprzez redukcję liczby skiełkowanych nasion chwastów (Thun 1995, Doroszewski 1999). Reakcje nasion na światło są w pierwszym rzędzie wynikiem działania fitochromu reagującego na natężenie światła i na długość dnia. Mechanizm fitochromowy ukształtowany został niewątpliwie w toku długotrwałej ewolucji, a wykorzystywany jest przez rośliny (a właściwie nasiona) m.in. do optymalizacji reprodukcji. Dzięki temu spełnia rolę „obserwatora” zmieniającego się środowiska, który decyduje o rozpoczęciu lub zatrzymaniu kiełkowania nasion w zależności od warunków świetlnych (tzw. zjawisko fotoblastyzmu). Część gatunków jest fotoblastycznie dodatnia, czyli reaguje na impuls świetlny szybkim kiełkowaniem. Przykładem mogą być nasiona takich chwastów, jak: szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*), rdest ptasi (*Polygonum aviculare*), kurzyśląd polny (*Anagallis arvensis*), rzodkiewnik pospolity (*Arabidopsis thaliana*), uczep trójlistkowy (*Bidens tripartita*), miłek wiosenny (*Adonis vernalis*), miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), iglica pospolita (*Erodium cicutarium*), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale*) czy przetacznik polny (*Veronica arvensis*) (Milberg i in. 1996, Woźnica 2008).

Wykonanie zabiegów mechanicznych tylko nocą może spowodować spadek liczebności nasion chwastów kiełkujących w wyniku impulsu świetlnego, ale równocześnie może spowodować wzrost liczby gatunków rozmnażających się wegetatywnie lub kiełkujących nocą. Dlatego zaleca się, aby ostatni zabieg przedsięwzięty wykonany był nie wcześniej niż 1 h po zachodzie słońca lub nie później niż 1 h przed wschodem słońca. Pamiętajmy również i o tym, że uprawa roli nocą lub w zaciemnieniu nie ogranicza glebowego banku nasion, a jedynie przesuwają w czasie proces kiełkowania nasion (Grzesiuk i Kulka 1981, Buhler 1997, Doroszewski 2007).

**Zespół uprawek pielęgnacyjnych** – można określić go jako wszelkie czynności, które mają na celu zniszczenie chwastów. Ich wykonywanie zazwyczaj rozpoczyna się od momentu siewu rośliny uprawnej i może trwać aż do chwili jej zbioru.

Zabiegi pielęgnacyjne zależą w dużym stopniu od zastosowanej technologii uprawy i konkretnych gatunków roślin. Inne narzędzia będą wykorzystywane do pielęgnacji roślin wysiewanych w wąskich rzędach (np. zboża), a jeszcze inne w roślinach wysiewanych (wysadzanych) w szerokie międzyrzędzia (np. kukurydza, buraki, ziemniak, warzywa) (Dobrzański i Adamczewski 2009a, Zbytek 2009).

Jednym z najbardziej przydatnych narzędzi do pielęgnacji roślin wysiewanych w wąskie międzyrzędzie (głównie zbóż) jest brona chwastownik jednosegmentowa lub wielosegmentowa. Kilkakrotne bronowanie chwastownikiem niszczy od 50 do 80% chwastów rocznych. Zabieg ten można przeprowadzać przed wschodami zbóż, do fazy szpilkowania oraz po wschodach (faza 3 liścia), aż do początku strzelania w źdźbło (Zbytek 2009). Zdecydowanie łatwiej jest wykonywać uprawki pielęgnacyjne w roślinach sianych czy sadzonych w szerokich międzyrzędziach, gdyż pielęgnacja rozpoczyna się w momencie, gdy chwasty osiągną wysokość około 3 cm (1–2 pary liści właściwych), a roślina uprawna jest już na tyle duża, że nie występuje ryzyko jej uszkodzenia czy zasypiania. Najczęściej do usuwania chwastów z międzyrzędzi stosuje się narzędzia bierne w postaci pielników, które mogą być wyposażone w różnego rodzaju bierne elementy robocze, tj. dłuta, noże kątowe, gęsiostopki, zęby sprężynowe, zgrzebła, wałki strunowe oraz korpusy obsypujące. Skuteczność takich pielników może dochodzić nawet do 90% (Zbytek 2009).

Oczywiście zdecydowanie lepiej i wydajniej pracują narzędzia z aktywnymi elementami roboczymi. Najczęściej są to glebogryzarki międzyrzędowe lub pielniki szczotkowe, palcowe, koszykowe lub pielniki o sztywnych zębach z pionową lub poziomą osią obrotu. Zaletą tego typu narzędzi jest to, że podczas jednego przejazdu roboczego uzyskuje się wysoką skuteczność w ograniczaniu zachwaszczenia (nawet do 99%). Przy tego typu pielęgnacji należy pamiętać jednak o jednej, ale podstawowej zasadzie, a mianowicie, wszystkie zabiegi należy wykonywać przed zwarciem ładu lub pełnym zaciemnieniem międzyrzędzi, gdyż późniejsze wykonywanie zabiegów pielęgnacyjnych najczęściej prowadzi do uszkodzenia rośliny uprawnej (Dobrzański i Adamczewski 2009a, Zbytek 2009, Feledyn-Szewczyk 2023).

## Metoda fizyczna

Metoda fizyczna polega na wykorzystaniu niektórych rodzajów energii (np. ciepłej, elektrycznej, słonecznej) do walki z chwastami (Vincent i in. 2001, Woźnica 2008). Najszerze zastosowanie znalazła metoda termiczna wykorzystująca energię ciepłą. Przykładem może być parowanie gleby za pomocą mobilnego parownika, który włącza parę wodną do wierzchniej warstwy gleby (do 10 cm), podnosząc jej temperaturę do poziomu w granicach 70–90°C, co prowadzi do unieszkodliwienia większości agrofagów, w tym również nasion chwastów (Dobrzański i Adamczewski 2009a).

Kolejnym przykładem może być wykorzystanie bezpośredniego działania otwartego płomienia (np. miotacza płomieniowego, wypalarki płomieniowej) lub promieniowania podczerwonego powstającego podczas nagrzewania się elementów grzejnych, tj. płyty ceramicznej lub siatki stalowej, do niszczenia nasion w glebie (warstwa 0–2 cm) lub chwastów w międzyrzędziach. Urządzenia te pozwalają na niszczenie chwastów jeszcze przed siewem czy sadzeniem, po siewie rośliny uprawnej, ale przed jej wschodami oraz w międzyrzędziach po wschodach lub posadzeniu rośliny uprawnej, pamiętając o zamocowaniu osłon chroniących rzędy (Dobrzański i Adamczewski 2009a).

Innym przykładem może być metoda, która wykorzystuje działanie energii słonecznej. Polega ona na przykryciu powierzchni gleby (np. międzyrzędzi lub części pola) przezroczystą plastikową folią, wskutek czego następuje podniesienie temperatury gleby do ok. 50–60°C. W dłuższej perspektywie czasowej prowadzi to do zniszczenia nasion oraz siewek chwastów w wyniku „zaparzenia”. Zabieg ten wykorzystywany jest głównie w krajach tzw. południowych (np. Włochy, Hiszpania, Izrael), w których występuje w ciągu dnia bardzo silna operacja słoneczna (Dobrzański i Adamczewski 2009a, de Cara García i Michel 2020).

Ponadto czynione są próby wykorzystania innych metod, czasami bardzo futurystycznych. Przykładem może być metoda elektryczna wykorzystująca prąd elektryczny o wysokim napięciu i mocy, metoda wydmuchiwania wykorzystująca sprężone powietrze, czy też metody bazujące na promieniowaniu mikrofalowym, elektromagnetycznym czy laserowym. Niektóre z tych metod wydają się być perspektywiczne inne już nie, jednak aby mogły być użyte na szerszą skalę, muszą wyjść poza strefę badań podstawowych i zostać włączone do szerokiej praktyki rolniczej (Dobrzański i Adamczewski 2009a).

## Metoda biologiczna

Metoda biologiczna polega na wykorzystywaniu różnych organizmów żywych zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych do ograniczania populacji agrofagów (np. chwastów). Jej głównym celem jest zredukowanie populacji oraz ograniczenie

konkurencji określonego agrofagu (np. chwastów) do takiego poziomu, który byłby akceptowalny dla plantatora z ekonomicznego punktu widzenia.

Największe praktyczne znaczenie w biologicznym zwalczaniu chwastów mają naturalni wrogowie w postaci owadów, grzybów, promieniowców, bakterii lub wirusów (Waterhouse i Norris 1987, Landell-Mills i in. 1989, Watson 1999, Boczek i in. 2014, Cholaĳda i in. 2021).

Przykładem moĳe być chrząszcz z gatunku *Chrysolina quadrigemina*, który został wykorzystany do ograniczenia populacji dziurawca zwyczajnego (*Hypericum perforatum*) oraz inny owad *Rhinocyllus conicus*, który zmniejszył liczebność ostu zwisłego (*Carduus nutans*) średnio o blisko 90% (Kochman i Węgorzek 1997, Woźnica 2008). Komercyjne wykorzystanie owadów do ograniczania populacji różnych gatunków chwastów jest najbardziej rozpowszechnione w USA i Kanadzie. Przykładem moĳe być wilczomlecz lancetowaty (*Euphorbia esula*), który został ograniczony dzięki wprowadzeniu do środowiska owadów *Aphthona nigricutis* i *A. lacertosa*, które intensywnie żerują na jego korzeniach. Kolejnym przykładem moĳe być ograniczenie liczebności starca jakubka (*Senecio jacobaea*) przez owada *Longitarsus jacobaea* czy szczwołu plamistego (*Conium maculatum*) przez *Agnopterix alstroemeriana* (Kochman i Węgorzek 1997, Woźnica 2008).

W metodzie biologicznej na skalę przemysłową do walki z różnymi agrofagami (np. chwastami) wykorzystywane są również inne czynniki biologiczne, tj. allelopatyny roślinne, przetrwalniki grzybów czy bakterii. Przykładem udanego wykorzystania bakterii, grzybów czy swoistych substancji roślinnych są bioherbicydy, np. alleloherbicydy czy mykoherbicydy (Duke 1986, Putnam 1988, Sobótka 1996 i 1997, Duke i in. 2000 i 2002, Saxena i Pandey 2001, Vyvyan 2002, Macias i in. 2004, Hallett 2005, Khan i in. 2005, Stokłosa 2006, Duke i Copping 2007, Chutia i in. 2007, Sekutowski 2010, Cholaĳda i in. 2021).

### Alleloherbicydy

Alleloherbicydy są naturalnymi środkami biologicznymi, które swoje potencjalne działanie fitotoksyczne zawdzięczają wyizolowanym z roślin czy mikroorganizmów glebowych związkom chemicznym. Źródłem naturalnych substancji chemicznych posiadających właściwości fitotoksyczne są w większości przypadków aktywne metabolity wtórnej przemiany materii roślin, jak i mikroorganizmów (Sobótka 1996, 1997, Wójcik-Wojtkowiak i in. 1998, Saxena i Pandey 2001, Vyvyan 2002, Gniazdowska i in. 2004, Hallett 2005, Stokłosa 2006, Jasicka-Misiak 2009, Cholaĳda i in. 2021).

Jednym z takich naturalnych herbicydów są produkty Argold i Cinch, które w swoim składzie jako substancję aktywną zawierają syntetyczną cinmetylinę. Substancja ta jest składnikiem olejków eterycznych wielu gatunków roślin (np. *Ruta graveolus*, *Salvia officinalis*, *Mentha piperita*, *Piper cubeba*, *Hyssopus officinalis*, *Juniperus communis*). Działanie cinmetyliny polega na hamowaniu procesu bio-

syntezy aminokwasów w roślinach, co w konsekwencji doprowadza do zakłócenia procesu produkcji białek. Alleloherbicydy Argold oraz Cinch wykorzystywane są do zwalczania chwastów jednoliściennych w różnych uprawach rolniczych (Sobótka 1996, Wójcik-Wojtkowiak i in. 1998, Duke i in. 2000, 2002, Gniazdowska i in. 2004, Jasicka-Misiak 2009).

Następnym związkiem otrzymywanym na drodze fermentacji z promieniowców *Streptomyces hygroscopicus* i *S. viridochromogenes* jest tripeptyd bialafos, który jest substancją czynną (s.cz.) biopreparatu Meiji Herbiace. Mechanizm działania tej substancji polega na hamowaniu aktywności syntetazy glutaminowej, co w dłuższej perspektywie czasowej prowadzi do odbarwienia liści (chlorozy i nekrozy). Preparaty z tej grupy chemicznej są nieselektywnymi środkami zwalczającymi większość gatunków chwastów zarówno jedno-, jak i dwuliściennych (Sobótka 1996, Wójcik-Wojtkowiak i in. 1998, Duke i in. 2000, 2002, Saxena i Pandey 2001, Vyvyan 2002, Gniazdowska i in. 2004, Praczyk i Skrzypczak 2004, Woźnica 2008, Jasicka-Misiak 2009).

Nieco inną grupę alleloherbicydów stanowią triketony, związki będące pochodnymi leptospermonu, substancji produkowanej przez roślinę *Callistemon citrinus* (krzew – kuflik cytrynowy). Triketony są inhibitorami enzymu biorącego udział w biosyntezie karotenoidów i plastochinonu (HPPD). Powodują hamowanie procesu biosyntezy karotenoidów, wynikiem czego jest utrata osłony, która chroni cząsteczki chlorofilu przed niebezpiecznymi promieniami UV i nadmiarem światła. Następuje szybki rozkład chlorofilu, co objawia się wystąpieniem białych plam na liściach chwastów (tzw. bielenie liści). Preparaty z tej grupy chemicznej stosowane są w uprawie kukurydzy do zwalczania chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli*) i niektórych gatunków dwuliściennych (Dayan i in. 2000, Gniazdowska i in. 2004, Praczyk i Skrzypczak 2004, Duke i Copping 2007, Woźnica 2008, Jasicka-Misiak 2009).

## Bioherbicydy

Bioherbicydy są środkami biologicznymi wykorzystującymi naturalne właściwości mikroorganizmów żywych: bakterii, grzybów czy pierwotniaków do niszczenia konkretnych gatunków chwastów. W literaturze spotyka się również pojęcie mykoherbicydów, które jest zawężeniem pojęcia bioherbicydów, gdyż odnosi się tylko do grzybów, a właściwie ich zarodników, które są wykorzystywane jako substancja czynna (s.cz.) preparatu do niszczenia różnych gatunków chwastów. W porównaniu z roślinami wyższymi mikroorganizmy (np. grzyby, pierwotniaki czy bakterie) stanowią bogatsze źródło związków fitotoksycznych, które mogą być wykorzystane jako bioherbicydy (Saxena i Pandey 2001, Hallett 2005, Chutia i in. 2007, Cholaĳda i in. 2021).

Niektóre rośliny, grzyby czy bakterie mogą stanowić cenne źródło do produkcji biopreparatów. Przykładem mogą być: bakteria *Xanthomonas campestris* wyko-

rzystywana do zwalczania wiechliny rocznej (*Poa annua*) oraz zaślazu pospolitego (*Abutilon theophrasti*), zarodniki grzyba *Colletotrichum gloeosporioides* do niszczenia ślazu drobnokwiatowego (*Malva pusilla*) czy *Colletotrichum coccodes* do zwalczania zaślazu pospolitego (*Abutilon theophrasti*) lub *Alternaria destruens* szczep 059 do ograniczania półpasożyta kanianki (*Cuscuta* spp.), zarodniki *Sclerotinia sclerotiorum* do zwalczania ostrożnia polnego (*Cirsium arvense*) w zbożach czy jaskra ostrego (*Ranunculus acris*) na pastwiskach oraz *Puccinia suaredus* do ograniczania wzrostu ostrożnia polnego (*Cirsium arvense*) czy *Ustilago trichophora* do redukcji populacji chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli*) (Sobótka 1996, 1997, Saxena i Pandey 2001, Duke i in. 2002, Stokłosa 2006, Cholajda i in. 2021).

### Inne czynniki biologiczne (żywe)

W bardzo specyficznych warunkach mogą być wykorzystywane inne niż wyżej wymienione czynniki biologiczne pod postacią „roślinożerców”, takich jak: ryby do zwalczania wodnych chwastów, ptaki czy nawet niektóre ssaki do ograniczenia występowania różnych gatunków chwastów. Za przykład może posłużyć amur biały (*Ctenopharyngodon idella*), skutecznie wykorzystywany do redukcji populacji rośliny wodnej przesiąkra okółkowego (*Hydrilla verticillata*), która bardzo silnie zachwaszcza zbiorniki z wodą stojącą. Innym przykładem może być „odchwaszczanie” plantacji jagodników porośniętych wiechliną roczną (*Poa annua*) za pomocą niektórych gatunków ptaków, tj. gęsi czy kaczek. Natomiast niektórzy farmerzy amerykańscy na swoich pastwiskach wykorzystują kozy angorowe do ograniczania populacji bardzo groźnego (bo trującego) chwastu wilczomleczka lancetowatego (*Euphorbia esula*) (Woźnica 2008).

### Herbicydy organiczne (tzw. zielone)

Przytoczone przykłady zastosowania różnych czynników biologicznych nie wyczerpują oczywiście możliwości wykorzystania innych związków czy substancji organicznych. W niektórych krajach anglosaskich, np. w USA, Kanadzie i Nowej Zelandii, prowadzone są na szerszą skalę badania, w których wykorzystuje się tzw. herbicydy organiczne (ang. *organic herbicides*) lub tzw. herbicydy zielone (ang. *green herbicides*) (James i in. 2002, Ferguson 2004, James i Rahman 2005, Webber i in. 2012).

Herbicydy te można zdefiniować jako środki, które zawierają w swoim składzie naturalną organiczną substancję czynną (np. gluten kukurydziany, wyłoki z gorczycy, kwas octowy, cytrynowy, pelargonowy, kaprylowy, olejek goździkowy, eukaliptusowy, cytrynowy, cynamonowy, kukurydziany, sojowy, czosnkowy czy laurylosiarczan sodu) wykorzystywaną najczęściej do nieselektywnego (w mniejszym stopniu do selektywnego) niszczenia chwastów. Substancje te stosowane są również do ograni-

czania wzrostu i rozwoju lub do desykcacji niektórych roślin uprawnych. Podobnie jak klasyczne herbicydy syntetyczne można je stosować przedwsochodowo oraz powschodowo (Wyszukiwarka środków ochrony roślin, Tworkoski 2002, Batish i in. 2004, Chase i in. 2004, Cox 2005, Coleman i Penner 2008, Abouziena i in. 2009, Barker i Prostack 2009, Penner i in. 2011, Pujisiswanto i in. 2013, Kardasz i in. 2017).

### Stosowane przedwsochodowo

CGM – gluten kukurydziany (ang. *Corn Gluten Meal*) jest produktem ubocznym procesu mielenia ziaren kukurydzy na mokro. Jego inhibicyjne, nieselektywne działanie polega na hamowaniu procesu kiełkowania niektórych gatunków chwastów, tj. mietlic (*Agrostis* sp.), paluszników (*Digitaria* sp.), włośnic (*Setaria* sp.), gorczycy polnej (*Sinapis arvensis*), psianki czarnej (*Solanum nigrum*), komosy białej (*Chenopodium album*) czy szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus*) (Cox 2005, Abouziena i in. 2009, Pfeiffer 2012, Sekutowski 2018).

MSM – ekstrakt z wyłoków z gorczycy (ang. *Mustard Seed Meal*) jest produktem ubocznym powstałym podczas procesu wyłaczania oleju z gorczycy na zimno. Jego inhibicyjne, nieselektywne działanie polega na hamowaniu kiełkowania niektórych gatunków chwastów, tj. włośnicy zielonej (*Setaria viridis*), chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli*), owsa głuchego (*Avena fatua*), mlecza zwyczajnego (*Sonchus oleraceus*), babki lancetowatej (*Plantago lanceolata*), gwiazdnicy pospolitej (*Stellaria media*), komosy białej (*Chenopodium album*) czy szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus*) (Pfeiffer 2012, Webber i in. 2012, Wang i in. 2015, Sekutowski 2018).

### Stosowane powschodowo

Vinegar – ocet/kwas octowy (ang. *Acetic acid*) jest produktem fermentacji octowej alkoholu z winogron, jabłek czy ryżu. Inhibicyjne, nieselektywne działanie 30% roztworu kwasu octowego polega na ograniczaniu wzrostu części zielonych niektórych gatunków chwastów, tj. mietlicy (*Agrostis* sp.), palusznika (*Digitaria* sp.), włośnicy zielonej (*Setaria viridis*), gorczycy polnej (*Sinapis arvensis*), psianki czarnej (*Solanum nigrum*), komosy białej (*Chenopodium album*) oraz szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus*) (Abouziena i in. 2009, Pfeiffer 2012, Webber i in. 2012, Sekutowski 2018).

Clove oil – olejek goździkowy (np. Matratec, Matran EC) jest to olejek eteryczny pozyskiwany z czapetki pachnącej (*Syzygium aromaticum*), gatunku drzewa z rodziny mirtowatych (Myrtaceae). Głównym składnikiem oleju jest organiczny związek chemiczny eugenol z grupy terpenów. Inhibicyjne, nieselektywne działanie 50% olejku goździkowego polega na ograniczaniu wzrostu niektórych gatunków chwastów, tj. gorczycy polnej (*Sinapis arvensis*), ambrozji bylicolistnej (*Ambrosia artemisiifolia*) czy komosy białej (*Chenopodium album*) (Abouziena i in. 2009, Pfeiffer 2012, Webber i in. 2012, Sekutowski 2018).

Citrus oil (d-limonene) – olejek cytrynowy (np. Green Match) jest to olejek eteryczny pozyskiwany na zimno ze świeżych skórek owoców drzewa cytrynowego (*Citrus limon*). Inhibycyjne, nieselektywne działanie 50% olejku cytrynowego polega na ograniczaniu wzrostu i zasychaniu tkanek zielonych (w wyniku odwodnienia) niektórych gatunków chwastów, tj. czosnaczku pospolitego (*Alliaria petiolata*), mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale*) czy sumaka jadowitego (*Toxicodendron pubescens*) (Pfeiffer 2012, Webber i in. 2012, Johnson i Davis 2014, Sekutowski 2018).

Kw. nonanowy/pelargonowy (np. Atut Hobby, Beloukha 680 EC, Effect 24 H 680 EC, Herbikill Green, Randacol 680 EC, Randil Fast 680 EC) – uzyskiwany jest w procesie ekstrakcji oleju rzepakowego. Ten organiczny związek zaliczany do kwasów karboksylowych wykazuje działanie kontaktowe (nieselektywne), jest zalecany do desykcacji lub(i) do zwalczania chwastów jedno- i dwuliściennych oraz mchów, glonów czy odrostów korzeniowych drzew owocowych. Herbicydy zawierające w swoim składzie kwas nonanowy powodują obumieranie zielonych części mających bezpośredni kontakt ze środkiem. Chwasty wrażliwe na działanie kwasu nonanowego to: chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*), gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*), jasnota purpurowa (*Lamium purpureum*), jasnota różowa (*Lamium amplexicaule*), komosa biała (*Chenopodium album*), komosa wielkolistna (*Chenopodium hybridum*), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale*), przetacznik perski (*Veronica persica*), rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus*), rumianek pospolity (*Matricaria chamomilla*), szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*) oraz wyka kosmata (*Vicia villosa*). Natomiast wrażliwe gatunki mchów to: mokradłoszka zaostrzona (*Calliargonella cuspidata*), skrętek wilgociomierczy (*Funaria hygrometrica*), krótkosz pospolity (*Brachythecium rutabulum*), rokiet cyprysowaty (*Hypnum cupressiforme*) i fałdownik nastroszony (*Rhytidiadelphus squarrosus*) (Wyszukiwarka środków ochrony roślin, Pfeiffer 2012, Johnson i Davis 2014, Kardasz i in. 2017).

### Podsumowanie

Nadmierne i nieracjonalne stosowanie syntetycznych środków ochrony roślin (ś.o.r.) doprowadziło do pojawienia się niepokojących zjawisk, tj. zanieczyszczenia gleby, wód gruntowych czy produktów żywnościowych, pozostałościami substancji czynnych (s.cz.) herbicydów. Ponadto spowodowało wystąpienie na niektórych plantacjach bardzo negatywnego zjawiska, tzw. kompensacji herbicydowej. Pokłosiem tego jest gwałtowny wzrost liczby biotypów chwastów odpornych na działanie niektórych syntetycznych substancji czynnych (s.cz.) herbicydów. Poza tym sukcesywne wycofywanie substancji czynnych (s.cz.) niektórych herbicydów oraz ograniczenie zużycia środków ochrony roślin (ś.o.r.) sprawia, że skuteczna walka z chwastami jest i nadal będzie trudnym zadaniem i chociaż obecnie zalecana jest integracja różnych metod

(z naciskiem na biologiczne), to wypracowywanie skutecznej regulacji zachwaszczenia z wykorzystaniem kilku metod niechemicznych wciąż jest procesem czasochłonnym, wymagającym dużej wiedzy od plantatora i posiadania odpowiedniego parku maszynowego. Stąd też coraz częściej na większą skalę czynione są próby zastępowania syntetycznych substancji czynnych (s.cz.) herbicydów innymi alternatywnymi substancjami, związkami organicznymi, organizmami czy metodami niechemicznymi.

Wraz z postępem biotechnologicznym i dalszym jego dynamicznym rozwojem zapewne powstaną w najbliższym czasie nowe metody i biopreparaty, dzięki którym uzyskamy dostęp do żywności zdrowej, bezpiecznej i bardzo wysokiej jakości. Aby jednak stało się to możliwe, potrzebne są olbrzymie nakłady finansowe, wiedza naukowo-praktyczna i czas.

Trzeba jednak zaznaczyć, że praktycznie nie ma już możliwości odwrotu od proekologicznego podejścia do rolnictwa. Dlatego tak istotne jest szybkie wdrażanie metod alternatywnych (niechemicznych), które będą przyjazne dla agrofitycenozy, plantatorów i oczywiście konsumentów.

## Literatura

1. A b o u z i e n a H.F.H, O m a r A.A.M., S h a r m a S.D., S i n g h M.: Efficacy comparison of some new natural product herbicide for weed control at two growth stages. *Weed Technology*, 2009, **23**: 431-437.
2. A d a m c z e w s k i K.: Zalety i wady chemicznego zwalczania chwastów. *Materiały 28. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin*, 1988, cz.1: 95-109.
3. A d a m c z e w s k i K.: Rozwój metod zwalczania i perspektywy ograniczania chwastów. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2000, **40(1)**: 101-112.
4. A d a m c z e w s k i K.: Odporność chwastów na herbicydy. *Wyd. Naukowe PWN, Warszawa*, 2014, ss. 276.
5. A d a m c z e w s k i K., D o b r z a ń s k i A.: Regulowanie zachwaszczenia w integrowanych programach uprawy roślin. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 1997, **37(1)**: 58-65.
6. A d a m c z e w s k i K., W o ź n i c a Z.: Nowe możliwości zwalczania chwastów. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 1991, **31(1)**: 98-109.
7. A l d r i c h R.J.: Ekologia chwastów w roślinach uprawnych. *Podstawy zwalczania chwastów*. Wyd. TChIE, Opole, 1997, ss. 461.
8. B a r k e r A.V., P r o s t a k R.G.: Alternative management of roadside vegetation. *HortTechnology*, 2009, **19(2)**: 346-352.
9. B a r n e s J.P., P u t n a m A.R.: Rye residues contribute weed suppression in no-tillage cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, 1983, **9(8)**: 1045-1057.
10. B a t i s h D.R., S e t i a N., S i n g h H.P., K o l i R.K.: Phytotoxicity of lemon-scented gum oil and its potential use as a bioherbicide. *Crop Protection*, 2004, **23**: 1209-1214.
11. B o c z e k J., G a w r o ń s k i S., P r u s z y ń s k i S.: Biologiczne metody zwalczania chwastów: możliwości i praktyka. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 2014, **2**: 66-73.
12. B u h l e r D.D.: Effects of tillage and light environment on emergence of 13 annual weeds. *Weed Technology*, 1997, **11**: 496-501.

13. Chase C.A., Scholberg J.M., MacDonald G.E.: Preliminary evaluation of nonsynthetic herbicides for weed management in organic orange production. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 2004, **117**: 135-138.
14. Chłopek K., Dąbrowska-Zapart K., Tokarska-Guzik B.: An assessment of the *Ambrosia* L. pollen threat at a regional scale using the example of the town of Sosnowiec (Silesian Uplands, Poland). Acta Agrobotanica, 2011, **64(2)**: 51-62.
15. Chojajda K., Matysiak K., Kierzek R., Krzymińska J.: Biologiczne zwalczanie chwastów – perspektywy i ograniczenia. Progress in Plant Protection, 2021, **61(2)**: 103-112.
16. Chutia M., Mahanta J.J., Bhattacharyya N., Bhuyan M., Boruah P., Sarma T.C.: Microbial herbicides for weed management: prospects, progress and constraints. Plant Pathology Journal, 2007, **6(3)**: 210-218.
17. Coleman R., Penner D.: Organic acid enhancement of pelargonic acid. Weed Technology, 2008, **22(1)**: 38-41.
18. Cox C.: Corn gluten meal – a natural lawn care herbicide. Journal of Pesticide Reform, 2005, **25(4)**: 6-7.
19. Dayan F.E., Romagni J.E., Duke S.O.: Investigating the mode of action of natural phytotoxins. Journal of Chemical Ecology, 2000, **26(9)**: 2079-2094.
20. de Cara Garcia M., Michel V.: (Bio) solaryzacja: informacje praktyczne, 2020, ss. 3. [https://orgprints.org/id/eprint/40038/14/pl-biosolaryzacja\\_%20informacje%20praktyczne.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/40038/14/pl-biosolaryzacja_%20informacje%20praktyczne.pdf) [21.05.2024]
21. Dobrzański A.: Biologiczne i agrotechniczne aspekty regulowania zachwaszczenia. Ekspertyza współfinansowana przez UE. Agroiżynieria dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego i obszarów wiejskich. Wyd. IW Skierniewice, 2009, ss. 24.
22. Dobrzański A.: Reakcja nasion chwastów segetalnych na uprawę roli wykonywaną nocą. Postępy Nauk Rolniczych, 2011, **2**: 9-19.
23. Dobrzański A., Adamczewski K.: Niechemiczne metody zwalczania chwastów – stan obecny i perspektywy. Ekspertyza współfinansowana przez UE. Agroiżynieria dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego i obszarów wiejskich. Wyd. IOR Poznań, 2009a, ss. 29.
24. Dobrzański A., Adamczewski K.: Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofitycenozy. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2009b, **49(3)**: 982-995.
25. Domaszk A.H.: Chwasty i ich zwalczanie. Wyd. PWRiL, Warszawa 1980, ss. 139.
26. Domaradzki K., Snopczyński T., Jezierska-Domaradzka A.: Zaślaz pospolity (*Abutilon theophrasti* Medik.), nowy groźny chwast upraw polowych – charakterystyka, występowanie i możliwości zwalczania. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2008, **48(2)**: 567-574.
27. Doroszewski A.: Możliwości zastosowania uprawy nocnej w walce z chwastami. Biuletyn Informacyjny IUNG, 1999, **10**: 22-23.
28. Doroszewski A.: Napromienienie słoneczne jako czynnik regulujący kiełkowanie nasion *Oenothera rubricaulis* Klebahn. Pamiętnik Puławski, 2007, **144**: 55-69.
29. Duke S.O.: Naturally occurring chemical compounds as herbicides. Reviews of Weed Science, 1986, **2**: 15-44.
30. Duke S.O., Dayan F.E., Rimando A.M., Schrader K.K., Aliotta G., Oliva A.: Chemicals from nature for weed management. Weed Science, 2002, **50**: 138-151.
31. Duke S.O., Dayan F.E., Romagni J.G., Rimando A.M.: Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. Weed Research, 2000, **40**: 99-111.
32. Duke S.O., Copping L.G.: Review natural products that have been used commercially as crop protection agents. Pest Management Science, 2007, **63(6)**: 524-554.
33. Dziągwa M., Sekutowski T.: Kompost – czyli coś z niczego. Ekonatura, 2012, **10(107)**: 20-24.
34. Dziężyk J.: Zwalczanie chwastów. Wyd. PWRiL, Warszawa, 1962, ss. 233.

35. Feledyn-Szewczyk B. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia w zbożach uprawianych w systemie ekologicznym. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2023, **70(24)**: 75-87.
36. Ferguson J.: Evaluation of organic herbicides. *HortScience*, 2004, **39(4)**: 876.
37. Głowacka A.: Wpływ współrzędnej uprawy pasowej na zachwaszczenie pszenicy jarej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, 2009, sect. E, **64(4)**: 114-121.
38. Głowacka A.: Wpływ współrzędnej uprawy pasowej na zachwaszczenie kukurydzy pastewnej. *Acta Agrophysica*, 2007, **10(3)**: 573-582.
39. Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R.: Allelopatia – nowe interakcje oddziaływań pomiędzy roślinami. *Kosmos*, 2004, **53(2)**: 207-217.
40. Grabiński J.: *Studia nad potencjałem allelopatycznym zysa ozimego*. Monografie i Rozprawy Naukowe Wyd. IUNG-PIB, Puławy, 2006, **16**: 7-59.
41. Grzesiuk S., Kulka K.: *Fizjologia i biochemia nasion*. Wyd. PWRiL, Warszawa 1981, ss. 606.
42. Hallett S.G.: Where are the bioherbicides? *Weed Science*, 2005, **53**: 404-415.
43. Houben S., Brinks H., Salomons J., de Cara M., Thorsted M.D., Michel V., Molendijk L., Schlathoelter M.: *Crop rotation: practical information*. 2020, ss. 6. [https://orprints.org/id/eprint/43540/16/PL\\_zmianowane;%20informacje%20praktyczne.pdf](https://orprints.org/id/eprint/43540/16/PL_zmianowane;%20informacje%20praktyczne.pdf) [21.05.2024]
44. James T.K., Rahman A.: Efficacy of several organic herbicides and glyphosate formulations under simulated rainfall. *New Zealand Plant Protection*, 2005, **58**:157-163.
45. James T.K., Rahman A., Trolove M., Frith H.: Efficacy of a certified organic herbicide based on pine essence. *New Zealand Plant Protection*, 2002, **55**: 207-212.
46. Jasiak-Misiak I.: Allelopatyczne właściwości metabolitów wtórnych roślin uprawnych. *Wiadomości Chemiczne*, 2009, **63(1-2)**: 39-62.
47. Johnson W.C., Davis J.W.: Pelargonic acid for weed control in organic *Vidalia* sweet onion production. *HortTechnology*, 2014, **24(6)**: 696-701.
48. Kaczmarek S.: Wykorzystanie potencjału allelopatycznego roślin w wybranych uprawach rolniczych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2009, **49(3)**: 1502-1511.
49. Kaczmarek S., Sekutowski T.: Uprawa zbóż jarych w mieszankach sposobem ograniczenia presji chwastów. *Nasza Rola*, 2012, **2(4-5)**: 12-13.
50. Kardasz P., Bombrys M., Miziniak W., Kowalczyk A.: Reakcja nadziemnych organów vegetatywnych *Solanum tuberosum* L. na średniołańcuchowy kwas tłuszczowy (kwas nonanowy) aplikowany przy zastosowaniu różnych parametrów technicznych zabiegu. *Progress in Plant Protection*, 2017, **57(1)**: 88-94.
51. Khan M.A., Marwat K.B., Hassan G., Hussain Z.: Bioherbicidal effects of tree extracts on seed germination and growth of crops and weeds. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 2005, **11(3-4)**: 179-184.
52. Kita W., Pusz K., Pusz W.: Zaślaz pospolity (*Abutilon theophrasti* Medik.) – nowy, groźny chwast w buraku? *Ochrona Roślin*, 2003, **10**: 14-15.
53. Kochman J., Węgorzek W.: *Ochrona roślin*. Wyd. Pantpress, Kraków 1997, ss. 701.
54. Kowalska J., Pruszyński S. (red.): *Metody i środki proponowane do ochrony roślin w uprawach ekologicznych*. Wyd. IOR, Poznań, 2007, ss. 145.
55. Krężel R., Parylak D., Zimny L.: *Zagadnienia uprawy roli i roślin*. Wyd. Naukowe AR Wrocław, 1999, ss. 257.
56. Krzymuski J., Rola J., Rola H., Filipiak K.: Wyznaczanie progów szkodliwości chwastów za pomocą metod matematycznych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 1988, **349**: 67-77.
57. Kucharski M., Marczevska-Kolasa K., Rola H., Domaradzki K.: Odporność chwastów na herbicydy w świetle badań IUNG-PIB w latach 1999–2010. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2012, **28(2)**: 55-67.

58. Landell-Mills J., Longman D., Murray D. D.: Commercial prospects for biological and biotechnological weed, plant disease and pest control. The BCPC Conference Weeds, 1989, **3**: 1005-1012.
59. Macias F.A., Molinillo J.M.G., Oliveros-Bastidas A., Marin D., Chinchilla D.: Allelopathy. A natural strategy for weed control. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 2004, **69(3)**: 13-23.
60. Metodyki integrowanej ochrony roślin. <https://www.ior.poznan.pl/651,integrowana-ochrona-roslin> [21.05.2024]
61. Miklaszewska K., Pągowska E.: Problem roślinnych gatunków inwazyjnych w Polsce. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2007, **47(1)**: 84-87.
62. Milberg P., Andersson L., Noronha A.: Seed germination after short-duration light exposure: Implications for the photo-control of weeds. Journal of Applied Ecology, 1996, **33**: 1469-1478.
63. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ gęstości i terminu siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2004, **231**: 357-363.
64. Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnica-Rodzinkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K.: Wykorzystanie zasiewów mieszanych, własności odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczaniu zachwaszczenia. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2006, **46(1)**: 33-44.
65. Penner D., Coleman R., Michael J.: Novel formulations of an organic acid herbicide. Journal of ASTM International, 2011, **8(5)**:1-5.
66. Perez F.J., Ormeno-Nunez J.: Difference in hydroxamic acid content in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): possible role in allelopathy. Journal of Chemical Ecology, 1991, **17(6)**: 1037-1043.
67. Pfeiffer M.: Green herbicides. Pesticide Training Resources, 2012, p. 1-2.
68. Piechota T., Dach J.: Zdolność kiełkowania diaspor chwastów przechowywanych w oborniku kompostowanym z napowietrzaniem i w warunkach składowania beztlenowego. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 2007, sect. E, vol. **62(2)**: 177-184.
69. Platforma Sygnalizacji Agrofagów. <https://www.agrofagi.com.pl/10,signalizacja-agrofagow>, <https://www.ior.poznan.pl/1780,poradniki-sygnalizatora-ochrony> [21.05.2024]
70. Praczyk T., Skrzypczak G.: Herbicydy. Wyd. PWRiL, Poznań, 2004, ss. 274.
71. Przepiórkowski T., Górski S.F.: Influence of rye (*Secale cereale*) plant residues on germination and growth of three triazine-resistant and susceptible weeds. Weed Technology, 1994, **8(4)**: 744-747.
72. Pujiswanto H., Yudono P., Sulistyarningsih E., Sunarminto B.H.: Effect of acetic acid as pre-plant herbicide on maize germination. Journal of Agricultural and Biological Science, 2013, **8(10)**: 696-701.
73. Pusz W.: Zaślaz pospolity – 5 lat na polskich polach. Top Agrar, 2007, **12**: 70-71.
74. Putnam A.R.: Allelochemicals from plants as herbicides. Weed Technology, 1988, **2(4)**: 510-518.
75. Rola H., Domaradzki K., Kaczmarek S., Kapeluszny J.: Znaczenie progów szkodliwości w integrowanych metodach regulacji zachwaszczenia w zbożach. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2013, **53(1)**: 96-104.
76. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 31 maja 1990 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie kwarantanny roślin. Załącznik nr 1 Wykaz chorób, szkodników i chwastów, przeciw którym stosuje się kwarantannę roślin (Dz.U. 1990 nr 40, poz. 235).
77. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r., w sprawie terminów składania wniosków o dokonanie oceny polowej materiału siewnego poszczególnych grup roślin lub gatunków roślin rolniczych i warzywnych oraz szczegółowych wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału siewnego tych roślin (Dz.U. 2013 nr 40, poz. 517).

78. Rudnicki F., Jaskulski D.: Ocena wzajemnego oddziaływania konkurencyjnego pomiędzy roślinami uprawnymi a chwastami w łanach. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, 2006, **5(1)**: 45-52.
79. Saxena S., Pandey A.K.: Microbial metabolites as eco-friendly agrochemicals for the next millennium. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2001, **55**: 395-403.
80. Sekutowski T.: Wpływ systemów uprawy na liczbę i występowanie nasion chwastów w glebie. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2009, **543**: 175-180.
81. Sekutowski T.: Alleloherbicydy i bioherbicydy – mit czy rzeczywistość?. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2010, **55(4)**: 84-90.
82. Sekutowski T.: Zielone herbicydy – czy do nich należy przyszłość? *Agro Impuls*, 2018, **9**: 8-9.
83. Sekutowski T.: Naturalny biorecykling. *Warzywa*, 2023, **7-8**: 19-23.
84. Sekutowski T., Hreniak M.: Nowy efemerofit – czy już zadamowił się na dobre? *Nasza Rola*, 2007, **2(9)**: 26.
85. Sobótka W.: Rola allelopatii w poszukiwaniach proekologicznych środków ochrony roślin. *Mat. Konf. Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii*. Wyd. IUNG, Puławy, 1996, **K(10)**: 21-33.
86. Sobótka W.: Alleloherbicydy – wczoraj i dziś. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 1997, **37(1)**: 50-57.
87. Sobótka W.: Herbicydy – wczoraj i dziś. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 1999, **39(1)**: 218-223.
88. Stokłosa A.: Bioherbicydy i alleloherbicydy w walce z chwastami. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2006, **53(6)**: 41-52.
89. Świętowski B., Tołpa S.: Chwasty. Wyd. PIWR, Warszawa, 1950, ss. 180.
90. Świętowski B., Jabłoński B., Radomska M., Krężel R.: Ogólna uprawa roli i roślin. Wyd. PWRiL Warszawa, 1996, ss. 407.
91. Thun M.: Chwasty w świetle badań konstelacyjnych i homeopatycznych. Wyd. Otylia, Nakło, 1995, ss. 92.
92. Tokarska-Guzik B., Bzdęga K., Koszela K., Żabińska K., Krzuś B., Sajan M., Sendek A.: Allergenic invasive plant *Ambrosia artemisiifolia* L. in Poland: threat and selected aspects of biology. *Biodiversity Research and Conservation*, 2011, **21**: 39-48.
93. Tworkoski T.: Herbicide effects of essential oils. *Weed Science*, 2002, **50(4)**: 425-431.
94. Vincent C., Panneton B., Fleurat-Lessard F.: Physical control methods in plant protection. Springer, Berlin. Inra Editions, 2001, pp. 329.
95. Vyvyan J.R.: Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*, 2002, **58(9)**: 1631-1646.
96. Wang X., Gu M., Niu G., Baumann P.A.: Herbicidal activity of mustard seed meal (*Sinapis alba* 'IdaGold' and *Brassica juncea* 'Pacific Gold') on weed emergence. *Industrial Crops and Products*, 2015, **77**: 1004-1013.
97. Waterhouse D.F.W., Norris K.R.: Biological Control: Pacific Prospects. Inkata Press, 1987, pp. 454.
98. Watson A.K.: Current advances in bioherbicide research. *The BCPC Conference Weeds*, 1989, **3**: 987-996.
99. Webber C.L., Shreffler J.W., Brandenberger L.P.: Organic weed control. In: *Herbicides – Environmental Impact Studies and Management Approaches*, R. Alvarez-Fernandez (ed.). InTech, 2012, **10**: 185-198.
100. Weber E., Gut D.: Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *Journal for Nature Conservation*, 2004, **12(3)**: 171-179.
101. Wesółowski M.: Wpływ gęstości siewu i poziomu agrotechniki na zachwaszczenie pszenicy jarej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2003, **490**: 293-301.

- 
102. Weston V.C.M.: The commercial realization of biological herbicides. The BCPC Conference Weeds, 1999, **1**: 281-288.
  103. Włodęk S., Biskupski A., Sekutowski T.: Prosto w mulcz. Rolnik Dzierżawca, 2012, **9(186)**: 82-84.
  104. Wójcik-Wojtkowiak D., Potylicka B., Weyman-Kaczmarkowa W.: Allelopatia. Wyd. AR, Poznań, 1998, ss. 91.
  105. Wóznica Z.: Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. Wyd. PWRiL, Poznań, 2008, ss. 430.
  106. Wspólna Polityka Rolna po 2020 roku – Europejski Zielony Ład. <https://www.gov.pl/web/wprpo2020/europejski-zielony-lad> [21.05.2024]
  107. Wyszukiwarka środków ochrony roślin – zastosowanie. <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin-zastosowanie> [21.05.2024]
  108. Zarzeka K., Artych P.: Jak zwalczać perz właściwy? Ogrodnik Polski, 2004, **12**: 37.
  109. Zbytek Z.: Niechemiczne (mechaniczne) metody zwalczania chwastów dla produkcji ekologicznej. Ekspertyza współfinansowana przez UE. Agroiżynieria dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego i obszarów wiejskich. Wyd. PIMR Poznań, 2009, ss. 23.
- 

Adres do korespondencji:

*dr inż. Tomasz R. Sekutowski*  
*Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Orzechowa 61*  
*50-540 Wrocław*  
*tel. 81 47 86 896*  
*e-mail: t.sekutowski@iung.wroclaw.pl*

---

AUTOR

Tomasz Sekutowski

ORCID

0000-0002-5176-337X