

Krzysztof Domaradzki

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

PRZESZŁOŚĆ, TERAŹNIEJSZOŚĆ I PRZYSZŁOŚĆ OCHRONY ROŚLIN UPRAWNYCH PRZED CHWASTAMI*

Wstęp

Środki chwastobójcze zwane herbicydami (od łacińskiego *herba* – ziele i *cedeo* – niszczyć) stały się trwałym elementem w technologiach produkcji roślinnej. Jedynym wyjątkiem od tej reguły jest uprawa prowadzona zgodnie z kanonami rolnictwa ekologicznego, w której nie stosuje się środków ochrony roślin wytwarzanych przez przemysł chemiczny (35).

Prawidłowo stosowane herbicydy umożliwiają osiągnięcie wysokiej skuteczności zabiegu poprzez eliminowanie szerokiej gamy gatunków niepożądanych, bez uszczerbku dla chronionej rośliny. Pozwalają na elastyczność w doborze metody i terminu zabiegu, a właściwie dobrane zapewniają ograniczenie zachwaszczenia do poziomu niezagrażającego roślinie uprawnej i utrzymanie takiego stanu, aż do jej zbioru (7). Należy pamiętać, że współczesne gatunki i odmiany roślin uprawnych, wyhodowane na drodze selekcji, charakteryzują się tak małą konkurencyjnością, iż pozbawione opieki człowieka bardzo łatwo ustępują miejsca chwastom, które są lepiej przystosowane do zróżnicowanych warunków siedliskowych i bez trudu wygrywają z nimi współzawodnictwo o składniki pokarmowe, wodę, światło i miejsce w łanie (29).

Historia ochrony roślin uprawnych przed chwastami

Według źródeł historycznych początki rolniczej działalności człowieka sięgają 8 tys. lat p.n.e. Przez długi czas człowiek pierwotny nie prowadził żadnych działań związanych ze zwalczaniem chwastów. Jedyną formą eliminacji niepożądanego rośliności przez wiele wieków było jej ręczne usuwanie. Pierwszą informacją o świadomym działaniu, które wiązało się ze zwalczaniem innych roślin, są przekazy biblijne. Można z nich wyczytać, że 1 200 lat p.n.e. zwycięskie armie na Bliskim Wschodzie rozsiewały sól i popiół na zdobytych polach, aby uczynić je bezproduktywnymi, co można uznać za pierwsze w historii zastosowanie nieselektywnego herbicydu. Aż do

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.4 w programie wieloletnim IUNG - PIB

połowy XX wieku nie stosowano w praktyce innych metod odchwaszczania poza metodami mechanicznymi i agrotechnicznymi, które polegały na wykorzystaniu zabiegów uprawowych późniwnych i przedsiwnych, odpowiednim zmianowaniu oraz czyszczeniu materiału siewnego. W przypadkach gdy zachodziła potrzeba całkowitej eliminacji zbędnej roślinności była ona wypalana.

Pierwszą jaskółką, która pojawiła się w drugiej połowie XIX w. i wróżyła późniejszy rozwój środków chwastobójczych było odkrycie ograniczonego działania herbicydowego cieczy bordoskiej (fungicyd miedziowy), która była używana we Francji do ochrony winorośli przed chorobami grzybowymi. Pewne działania podejmowano również w Stanach Zjednoczonych, gdzie pod koniec lat 20. XX w. testowano chlorek sodowy do zwalczania trawy Johnsona (*Sorghum halepense*), stosując go w dawce 200 lb./acr, czyli 1090 kg · ha⁻¹. Jednak początek chemicznej metodzie zwalczania chwastów dała synteza herbicydów organicznych z grupy dwunitro-o-krezoli, której dokonano w roku 1932 oraz odkrycie kwasów fenoksyoctowych (2,4-D i MCPA) w roku 1944, które znalazły zastosowanie jako pierwsze selektywne herbicydy.

Od połowy lat 50. następuje gwałtowny rozwój herbicydów. Wprowadzenie w 1957 roku do użytku atrazyny wpływa na dynamiczny wzrost arealu uprawy kukurydzy. W latach 60. wprowadzono na rynek pochodne mocznika (linuron, chlorotoluron), herbicydy amidowe (alachlor, propachlor) i środki do odchwaszczania buraka (chloridazon i fenmedifam). W latach 70. pojawiają się herbicydy zawierające tak popularne substancje aktywne, jak: glifosat, pendimetalina, izoproturon, metamitron, chlopyralid i metazachlor. Znaczne ograniczenie dawek herbicydów oraz wycofanie starych, niebezpiecznych środków miało miejsce po roku 1979, gdy wprowadzono do stosowania pierwszy herbicyd z grupy pochodnych sulfonylomocznika – chlorosulfuron. Lata 80. XX w. obfitują w dalsze substancje z tej rodziny herbicydów (tifensulfuron metylu, metsulfuron metylu, nikosulfuron, primisulfuron, amidosulfuron) oraz rozwój graminicydów (fluazyfop butylu, haloksyfop metylu, fenoksaprop etylu, cykloksidim) i imidazolin – środków o podobnym mechanizmie działania do sulfonylomoczników. Przełom XX i XXI w. to rozwój herbicydów sulfonylomocznikowych blokujących aktywność enzymów w syntezie białek roślinnych, znacznie bardziej bezpiecznych dla człowieka. Obecnie do tej grupy herbicydów należy ponad 30 substancji aktywnych.

Aby zilustrować zmiany jakie zachodzą w asortymencie herbicydów w naszym kraju w tabeli 1 przedstawiono czas, jaki upływał od pierwszej rejestracji środka za granicą do jego dopuszczenia do obrotu w Polsce w ostatnich 60 latach. Na tej podstawie można stwierdzić, że dawno minęły czasy, gdy do naszego kraju trafiały środki starszej generacji, często wycofywane w krajach Europy Zachodniej. Obecnie na rynek Polski trafiają środki nowoczesne oraz wszechstronnie przebadane.

Reasumując można stwierdzić, że na przestrzeni ostatnich osiemdziesięciu lat nastąpił dynamiczny rozwój chemicznych środków chwastobójczych, które w tym czasie przeszły ewolucję od środków o wysokiej toksyczności, często stwarzających problemy roślinom następczym, do środków bezpiecznych dla środowiska i konsumentów, o bardzo wyspecjalizowanych mechanizmach działania (2, 4, 19, 25, 26).

Tabela 1

Rejestracja herbicydów na świecie i w Polsce

Substancja aktywna	Świat	Polska
2,4-D	1942	po 23 latach
MCPA	1945	po 20 latach
Atrazyna	1957	po 8 latach
Chlorydazon	1962	po 4 latach
Fenmedifam	1967	po 5 latach
Chlorotoluron	1969	po 8 latach
Glifosat	1974	po 5 latach
Izoproturon	1974	po 7 latach
Chlorosulfuron	1979	po 6 latach
Fluazofop-P-butylu	1980	po 4 latach
Fenoksaprop-P-etylu	1989	po roku
Flufenacet	1998	po 2 latach
Jodosulfuron metylu	1999	po roku
Foramsulfuron	2002	równocześnie

Źródło: Praczyk i Skrzypczak, 2004 (26).

Zmiany w asortymencie i koncepcji stosowania herbicydów

W latach osiemdziesiątych XX w. w wielu krajach o bardzo intensywnym rolnictwie pojawiła się tendencja zmierzająca do racjonalnego ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin, a zwłaszcza herbicydów. Działania te wynikały z proekologicznej polityki lansowanej w krajach Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych, a związane były z wprowadzaniem nowej strategii w ochronie roślin polegającej na redukowaniu dawek oraz zmniejszaniu ilości zabiegów do niezbędnego minimum (5). W ślad za decyzjami rządowymi nadeszła pora na opracowanie konkretnych rozwiązań. W wielu krajach rozpoczęto intensywne badania naukowe mające na celu wypracowanie – dla lokalnych warunków – właściwych metod zmniejszonego zużycia herbicydów, z jednoczesnym zachowaniem pożądanego skutecznego działania. W Europie najintensywniej prowadzono badania w Wielkiej Brytanii, krajach skandynawskich (zwłaszcza w Danii) oraz we Francji i Niemczech (15, 27, 32, 40, 41). Podobnie wyglądała sytuacja w Stanach Zjednoczonych (6).

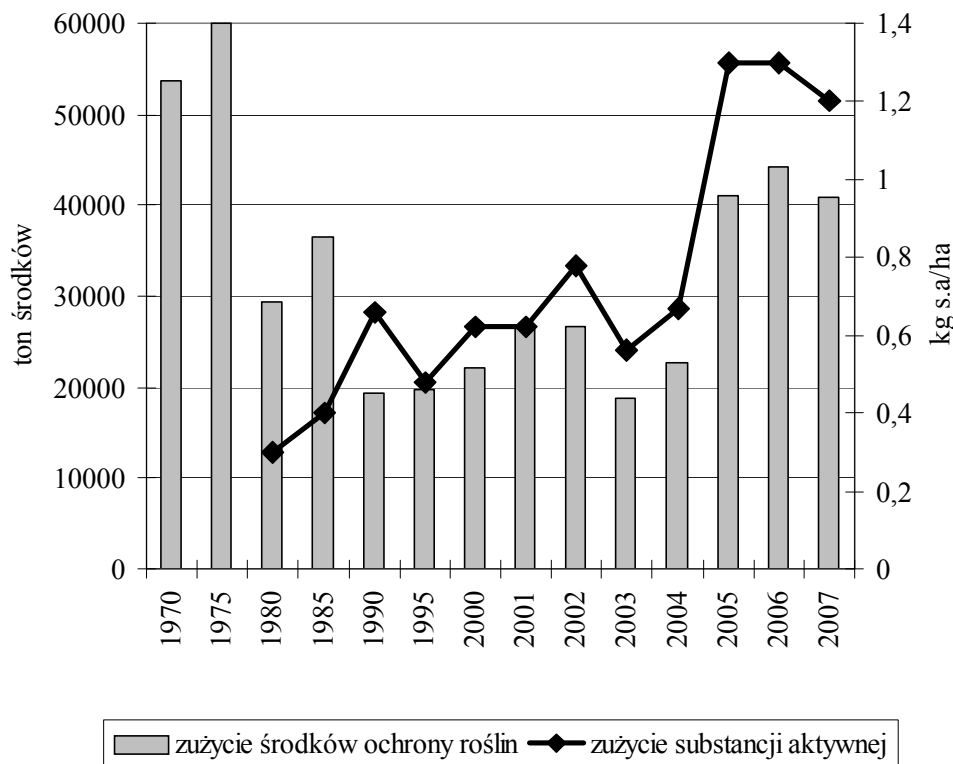
Wyraz troski o zdrowie konsumenta i środowisko znalazł również odzwierciedlenie w prawodawstwie Unii Europejskiej. Dyrektywa Rady z dnia 15 lipca 1991 roku nr 91/414/EWG zawiera w swej preambule stwierdzenie mówiące, że środki ochrony roślin dopuszczone do użycia muszą być bezpieczne w stosowaniu oraz nie mogą stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi i środowiska. Stosowaniu tych środków powinna przyswieceć zasada o nadrzędności ochrony zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska, przed osiągnięciem korzyści wynikających z tytułu wzrostu poziomu produkcji (8). Doskonałym przykładem takiego sposobu myślenia jest stwierdzenie lansowane przez duńskich naukowców i doradców mówiące, że środki ochrony roślin należy stosować tylko wtedy, gdy jest to bezwzględnie konieczne, lecz w dawkach na tyle niskich, na ile to tylko możliwe (17).

Jednym ze sposobów dążenia do tego celu było powstanie koncepcji rolnictwa zrównoważonego, którego głównym hasłem jest zaspokojenie aktualnych potrzeb żywnościowych społeczeństw, bez ograniczania tej możliwości przyszłym pokoleniom. Taka forma gospodarowania jest przyjazna środowisku, korzystna ekonomicznie i odpowiedzialna społecznie. Środki ochrony roślin, stanowiąc integralny element zrównoważonej produkcji rolniczej, powinny być wykorzystane w taki sposób, aby zmniejszyć niepotrzebny ujemny wpływ na środowisko, ograniczyć ryzyko związane z ich stosowaniem dla aplikującego, zminimalizować ilość odpadów oraz zapewnić bezpieczeństwo konsumentom (24).

Z pojęciem rolnictwa zrównoważonego związane jest gospodarowanie zgodne z zasadami dobrej praktyki rolniczej z wykorzystaniem integrowanych metod uprawy i ochrony roślin (1, 10). Koncepcja ta powstała w połowie lat osiemdziesiątych XX w. i została skodyfikowana przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin. Zasady dobrej praktyki rolniczej rekomendują stosowanie środków ochrony roślin w sposób bezpieczny, ze szczególnym uwzględnieniem zdrowia ludzi, bezpieczeństwa dla środowiska, użycia minimalnych dawek zapewniających wymaganą skuteczność i dających jak najmniejsze pozostałości w produktach spożywczych (23).

Zgodnie z tymi koncepcjami od kilku lat obserwuje się zmniejszenie zużycia środków ochrony roślin, w tym także herbicydów, zwłaszcza w intensywnie gospodarujących krajach Ameryki Północnej i Europy. Tendencja ta będzie się utrzymywała również w najbliższej przyszłości (16). Doskonałym przykładem ilustrującym to zjawisko jest ograniczenie zużycia środków w Danii aż o 56% na przestrzeni ostatnich 20 lat (14). Podobną sytuację, choć wynikającą z innych przyczyn, obserwuje się również w Polsce (rys. 1). W naszym kraju główną przyczyną ograniczenia zużycia środków ochrony roślin była transformacja ustrojowa, która dotknęła również sektor rolniczy. Drastyczny wzrost cen środków produkcji w rolnictwie na początku lat dziewięćdziesiątych XX w. wymusił obniżkę kosztów produkcji, co zostało zrealizowane między innymi poprzez zmniejszenie zużycia środków ochrony roślin i nawozów mineralnych. Obecnie sytuacja ta zmienia się w stronę większej intensyfikacji stosowania środków ochrony, lecz poziom ich zużycia w Polsce jest jeszcze znacznie niższy niż w krajach zachodnioeuropejskich oraz w Stanach Zjednoczonych.

Analizując asortyment herbicydów i adiuwantów na przestrzeni ostatnich czterdziestu lat można stwierdzić, że z roku na rok następuje ciągły wzrost liczby rejestrowanych środków. Z chwilą akcesji Polski do Unii Europejskiej nastąpiła zmiana tej tendencji. Przyjęcie unormowań unijnych wymusiło ponowny przegląd i rejestrację wszystkich dopuszczonych do obrotu środków. Wiele z nich nie zostało ponownie zarejestrowanych i wycofano je z obrotu. Spowodowało to znaczący spadek liczby herbicydów dostępnych dla rolnika (rys. 2), co nie odbiło się negatywnie na możliwościach ochrony plantacji przed chwastami, ponieważ nie dopuszczono do użycia głównie środków starszej generacji, o wyższej toksyczności, mniej bezpiecznych w stosowaniu, mogących dłużej zalegać w glebie i w produktach roślinnych.



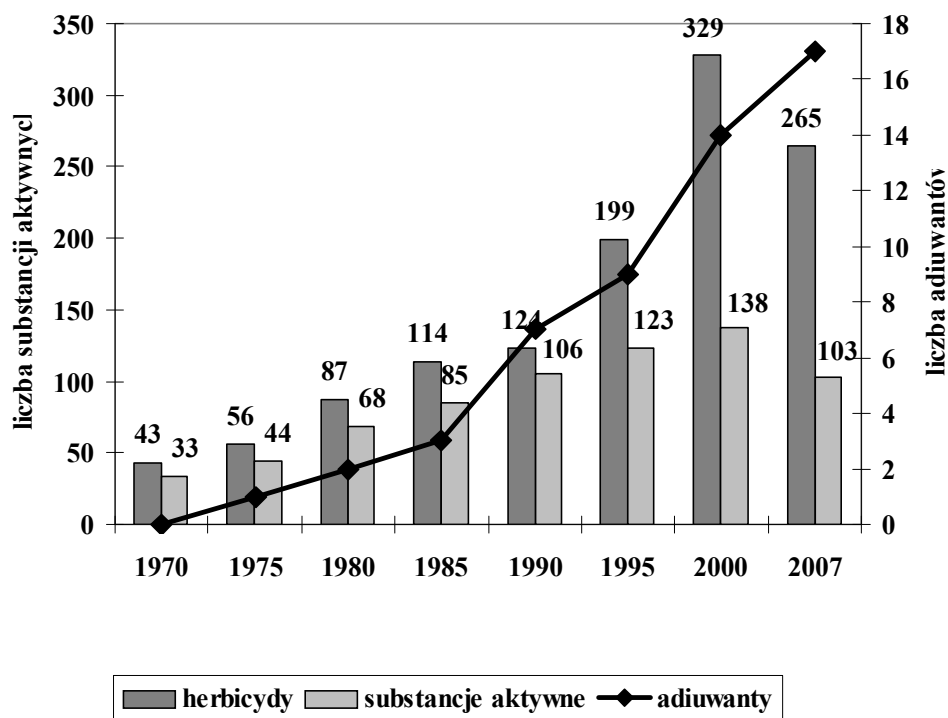
Rys. 1. Zużycie środków ochrony roślin w Polsce w latach 1970–2007

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Zgodnie z wytycznymi dobrej praktyki ochrony roślin opracowanymi przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin przed sięgnięciem po herbicydy i chemiczne metody ochrony należy wykorzystać cały szereg zabiegów alternatywnych wchodzących w skład ochrony integrowanej (13). W skład tych działań będą wchodziły (21):

- metody mechaniczne – z użyciem zabiegów uprawowych późniowych i przed-siewnych;
- metody agrotechniczne – z wykorzystaniem zmianowania roślin, doбором gatunków roślin o dużej sile konkurencyjnej, użyciem czystego materiału siewnego, właściwą normą wysiewu, stosowaniem międzyplonów i mulczowania;
- metody biologiczne – z wykorzystaniem naturalnych patogenów, bioherbicydów lub herbicydów zawierających naturalne składniki.

Integrowana ochrona w swej istocie sprowadza się do regulacji występowania agrofagów, sterowania populacjami patogenów i chwastów w celu ograniczenia ich liczebności poniżej progów ekonomicznej szkodliwości (42). Z tego względu zabieg chemiczny musi być traktowany jako uzupełnienie innych metod, a o konieczności jego wykonania zawsze powinno decydować nasilenie agrofaga i jego szkodliwość. Ingerencja chemiczna może być celowa tylko wtedy, gdy poziom zagrożenia będzie



Rys. 2. Herbicydy i adiuwanty zarejestrowane w Polsce w latach 1970–2007

Źródło: opracowanie własne.

na tyle wysoki, że wartość utraconego plonu przewyższy koszty wykonania zabiegu ochrony roślin (28).

Nowe wyzwania w ochronie roślin uprawnych przed chwastami

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym również w rolnictwie pojawiają się nowe problemy i tendencje. Oczywiście trudno jest bezbłędnie przewidywać jakie trendy czy zagrożenia będą miały decydujące znaczenie; wydaje się, że w przyszłości dla ochrony roślin przed chwastami ważne będą poniżej przedstawione problemy:

Wykorzystanie biotechnologii

Wykorzystanie możliwości inżynierii genetycznej pozwala na ingerencję w genom danego gatunku. Celem tych działań jest zmiana genomu, a w konsekwencji nadanie pożądanych przez człowieka cech. Najpowszechniejszą modyfikacją u roślin jest ingerencja genetyczna zapewniająca odporność na herbicydy. Uzyskanie tej cechy pozwala na ochronę takiej rośliny za pomocą herbicydów nieselektywnych, zawierających substancję aktywną glifosat lub glifosinat. Cecha odporności na te substancje powoduje, że możliwa jest skuteczniejsza ochrona przed chwastami, zwalczanie szerszego ich spektrum oraz wykorzystanie szerszego zakresu terminów odchwaszcza-

nia. Oczywiście poza tymi niewątpliwymi korzyściami należy spodziewać się również zjawisk niekorzystnych, takich jak wytworzenie odporności na glifosat lub glifosinat przez niektóre gatunki chwastów, ewentualną możliwość przekrzyżowania się zmodyfikowanych genetycznie roślin z gatunkami dziko rosnącymi lub zaburzenie naturalnej bioróżnorodności. Modyfikacjom genetycznym poddawane są głównie rośliny mające duże znaczenie gospodarcze. W przypadku zmian genomu pod kątem odporności na herbicydy do najważniejszych gatunków roślin należą: ziemniak, soja, rzepak, burak cukrowy i bawełna. Poza tym metodami inżynierii genetycznej nadaje się roślinom odporność na choroby (grzybowe, wirusowe, bakteryjne), szkodniki i niekorzystne warunki środowiska, a także poprawia się ich cechy jakościowe i użytkowe (33).

Rozpatrując perspektywy można pokusić się o tak mało prawdopodobne jeszcze dziś wizje, jak zmianę genów, dzięki którym roślina sama wyprodukuje „czynnik” do walki z konkretnym agrofagiem, np. allelopatyny przeciw chwastom, przeciwciała chroniące przed chorobami lub wytworzy toksyny przeciw konkretnym szkodnikom (22).

Alternatywne metody ochrony roślin

W trosce o środowisko oraz zdrowie konsumentów w nadchodzących latach rozwijane będą również alternatywne metody zwalczania chwastów, polegające na wykorzystywaniu metod niechemicznych. Wśród nich największe znaczenie może mieć zastosowanie metod biologicznych i fizycznych.

Metody biologiczne – wykorzystywanie naturalnych wyciągów roślinnych, patogenów, biopreparatów lub środków zawierających naturalne składniki. Metody te mają zalety, takie jak:

- ochrona środowiska naturalnego,
- naturalna regulacja wielkości populacji patogena,
- biodegradowalność,

oraz wady:

- wysokie koszty stosowania,
- efektywność w bardzo dużym stopniu uzależniona od czynników środowiskowych,
- wolne tempo działania,
- nietrwałość biopreparatów i trudność w ich wykonaniu.

Bioherbicydy. W latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX w. prowadzono intensywne badania, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie, a w mniejszym stopniu również w Europie, Izraelu, Chinach, Japonii i Australii, nad wprowadzeniem do użytku bioherbicydów mających być przeciwwagą i bezpieczniejszą alternatywą dla syntetycznych środków chemicznych. Do użytku wprowadzono kilka preparatów chwastobójczych opartych głównie na komponentach grzybowych. Są to produkty mające bardzo ograniczone zastosowanie, charakteryzujące się wąskim spektrum działania, często sprowadzającym się tylko do jednego gatunku. Ich stosowanie może być jedynie uzupełnieniem środków klasycznych (20, 37, 39). Wyróżnia się trzy rodzaje **bioherbicydów**: mykoherbicydy, alleloherbicydy i bioherbicydy bakteryjne.

Mykoherbicydy – produkowane na bazie grzybów chorobotwórczych, np. AAL-toksyna produkowana przez *Alternaria alternata* ssp. *lycopersici*. Jest ona stosowana w USA do odchwaszczania soi, bawełny, ryżu i kukurydzy. Zwalcza chwasty z gatunku obrazkowatych (*Lemna*) oraz takie rośliny, jak: bieleń dziędzierzawa (*Datura stramonium*), psianka czarna (*Solanum nigrum*), śluzownica (*Sida spinosa*), szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*) i *Aeschynomene virginica*. Zwalczenie ostrożeńca polnego (*Cirsium arvense*) przez grzyba *Puccinia punctiformis*. **Alleloherbicydy** – substancje pochodzenia naturalnego, zawierające allelopatyny roślinne. **Bioherbicydy bakteryjne** – infekowanie niepożądanych gatunków przez bakterie.

Metody fizyczne – wykorzystywanie zjawiska fotoblastyzmu, wysokiej temperatury, sprężonego powietrza, promieniowania podczerwonego lub promieni lasera (36).

Precyzyjne stosowanie herbicydów

Precyzyjna ochrona polega na wykorzystaniu zaawansowanych technik i systemów informatycznych pozwalających znacząco zminimalizować niepotrzebne zużycie środków ochrony roślin. W obrębie tego zagadnienia można wydzielić dwa rodzaje zadań:

1) punktową aplikację herbicydu na podstawie map rozmieszczenia chwastów na polu; wykorzystywana jest technika skanowania pola oraz system GPS do tworzenia map występowania zachwaszczenia na powierzchni pola oraz wprowadzania tych danych do pamięci komputera sterującego zabiegiem ochrony (12).

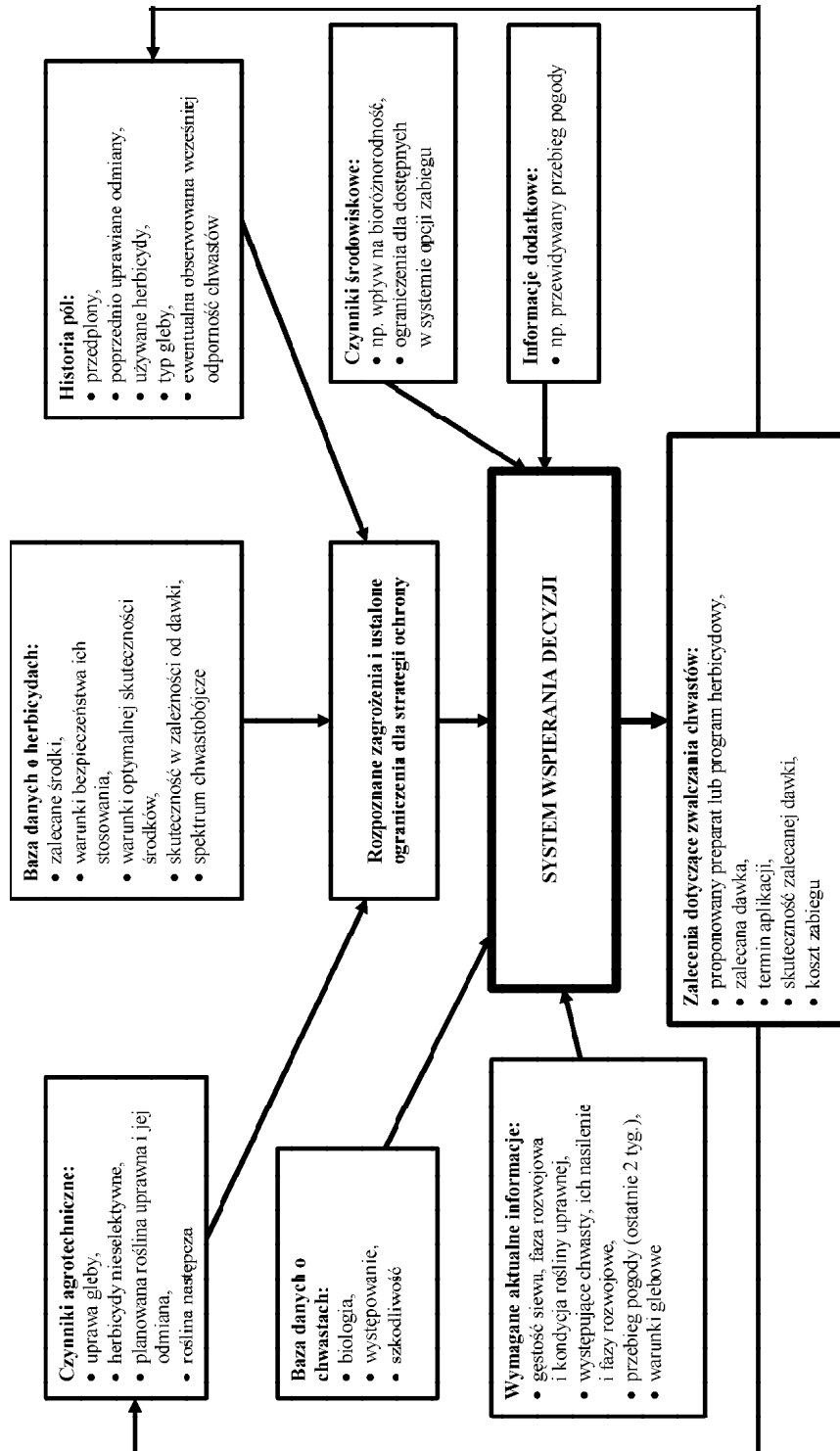
2) precyzyjny dobór herbicydów, ich dawek, terminów i sposobów aplikacji z wykorzystaniem komputerowych systemów wspomagania decyzji (ang. Decision Support Systems – DSS). Komputerowy program wspierania decyzji zawiera bazę danych o chwastach i herbicydach. Aby uzyskać dokładną poradę wymagane jest określenie wielu elementów mających wpływ na końcowy efekt zabiegu. Informacje potrzebne do wygenerowania porady oraz istotę działania takiego systemu przedstawiono na rysunku 3. W celu zapewnienia dobrego funkcjonowania systemu konieczne jest zintegrowanie wszystkich jego elementów i przeprowadzenie pełnej walidacji w warunkach polowych (18).

Ważne jest, aby system wspierania decyzji umożliwiał uzyskanie odpowiedzi na dwa podstawowe pytania, a mianowicie:

- czy istnieje uzasadniona potrzeba ochrony, poprzez porównanie kosztów zwalczania oraz potencjalnych strat w plonie w przypadku zaniechania zwalczania?
- w jaki sposób osiągnąć oczekiwany poziom zwalczania chwastów, czyli jakie środki zastosować i w jakich dawkach?

Ponadto system musi spełniać kilka zasadniczych przesłanek, tj.:

- gwarantować pełną selektywność użytych środków dla rośliny uprawnej, a poprzez to zachowanie wysokiego poziomu plonowania,
- zapewniać uzyskiwanie produktów roślinnych odpowiedniej jakości,
- ograniczać rozwój i rozprzestrzenianie się chwastów,



Rys. 3. Przykładowy schemat elementów składowych systemu wspomagania decyzji
 Źródło: Clarke, 2002 (6) i modyfikacja własna.

- zapobiegać problemom działania następczego,
- optymalizować dawki środków oraz koszt wykonania zabiegu.

Ograniczenie negatywnego wpływu ochrony na jakość plonu

Z badań amerykańskich wynika, że codziennie w pożywieniu pobierane jest 1500 mg naturalnych związków o charakterze środków ochrony roślin, a tylko 0,09 mg związków syntetycznych (16 666 razy mniej). Wśród związków naturalnych można wyróżnić 5-10 tys. różnych substancji (3).

Na przykład badania prowadzone w Zakładzie Herbolologii i Technik Uprawy Roli IUNG-PIB we Wrocławiu pokazują, że wykrywane pozostałości substancji aktywnych herbicydów były znacznie niższe (od 7 do 66 razy) od dopuszczalnych przez normy prawne. Oznacza to, że prawidłowo stosowane herbicydy, nawet w pełnych zalecanych dawkach, nie stanowią zagrożenia dla konsumenta ani środowiska naturalnego. Ponadto prawidłowo stosowane herbicydy służące do odchwaszczania zbóż nie stanowią zagrożenia dla upraw następczych (11).

Dlatego na pytanie: „czy powinno się radykalnie ograniczyć lub zaprzestać ochrony roślin?” odpowiedź musi być negatywna, ponieważ spowoduje to znaczący spadek plonowania oraz pogorszenie jakości ziemiopłodów. Należy zatem stosować środki bardziej racjonalnie, rozwijać nowe systemy i sposoby aplikacji, opierając się na najnowszych wynikach badań naukowych. Dlatego w przyszłości należy oczekiwać wycofania herbicydów starszej generacji, które długo zalegają w glebie i roślinie i pojawienia się środków bezpieczniejszych dla człowieka, o bardzo niskiej toksyczności.

Ochrona roślin w rolnictwie ekologicznym

Podstawowym dokumentem regulującym zasady funkcjonowania rolnictwa ekologicznego jest Rozporządzenie Rady nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. (31) w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych, którego przepisy obowiązują wszystkie kraje UE. W związku z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej uchwalona została ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. (34) o rolnictwie ekologicznym, która określa zadania i właściwości organów i jednostek organizacyjnych w zakresie tego systemu rolnictwa.

Na świecie w 2006 roku powierzchnia upraw ekologicznych przekroczyła 31 mln ha, z tego około 25% przypadało na kraje Unii Europejskiej. Przeciętnie w krajach Unii gospodarstwa ekologiczne zajmują 3,8% użytków rolnych, najwięcej w Austrii (14,2%), we Włoszech (8,4%), Finlandii (6,5%), Szwecji (6,3%) i Czechach (6%). W Polsce ten odsetek wynosi jedynie około 1%, lecz na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się dynamiczny wzrost liczby gospodarstw ekologicznych. W 2008 roku było w kraju 8 685 gospodarstw ekologicznych o powierzchni 178,7 tys. ha (30).

Zwalczanie chwastów w gospodarstwach ekologicznych sprowadza się do wykorzystania metod niechemicznych, takich jak:

- **metody agrotechniczne** – zabiegi uprawowe późniewne i przedwiewne, dobór gatunków roślin oraz ich odmian o dużej sile konkurencyjnej, zmianowa-

nie roślin, czysty materiał siewny, odpowiednie zagęszczenie ładu rośliny uprawnej, międzyplony i mulczowanie;

- **metody mechaniczne** – zabiegi pielęgnacyjne z wykorzystaniem odpowiednich maszyn i narzędzi;
- **metody biologiczne i fizyczne** (omówione powyżej).

Monitoring i zwalczanie nowych gatunków chwastów inwazyjnych

W dobie powszechnej globalizacji znacznie wzrosło zagrożenie przenikaniem agrofagów na obszary, na których dotychczas nie występowały. Problem dotyczy nie tylko chorób i szkodników, ale również chwastów. Zjawisko rozprzestrzeniania się nowych, obcych gatunków miało również miejsce w przeszłości, lecz przebiegało bardzo powoli. Obce gatunki zazwyczaj szybko kolonizowały nowe siedliska, wypierając z nich gatunki rodzime. Zjawisko to może prowadzić do zachwiania równowagi w siedliskach i być zagrożeniem dla bioróżnorodności (38).

Cechy charakterystyczne gatunków inwazyjnych:

- bardzo wysoki współczynnik reprodukcji w ciągu sezonu wegetacyjnego,
- bardzo duża tolerancja na warunki siedliskowe i klimatyczne,
- proste i skuteczne mechanizmy rozprzestrzeniania się, np. za pomocą wiatru, wody lub zwierząt,
- bardzo szybki wzrost, pozwalający zagłuszyć i wypierać wolniej rosnące rośliny innych gatunków,
- niepohamowane rozprzestrzenianie w przypadku braku ograniczeń naturalnych.

Obce gatunki roślin w Polsce, które można zaliczyć do inwazyjnych, to m.in.: barszcz Sosnowskiego, barszcz Mantegazziego, rdestowiec ostrokończysty, rdestowiec sachaliński, nawłóć kanadyjska, nawłóć późna, niecierpek drobnokwiatowy, niecierpek gruczołowaty (9) oraz ambrozja bylicolistna, zaślaz pospolity i wyczyniec polny.

Podsumowanie

1. W najbliższej przyszłości ochrona roślin uprawnych przed chwastami będzie się opierać na coraz bezpieczniejszych dla konsumenta i środowiska systemach aplikacji środków, które będą jedynie uzupełnieniem całego wachlarza innych metod.

2. Rozwój badań naukowych spowoduje wykorzystywanie na szerszą skalę biotechnologii, alternatywnych w stosunku do chemicznych metod zwalczania chwastów oraz szerokiego wykorzystania technik informatycznych i satelitarnych do precyzyjnego stosowania herbicydów.

3. Bardzo ważnym zagadnieniem będzie ciągle ograniczanie niepożądanego wpływu środków chwastobójczych na jakość plonu (bezpieczniejsze środki, niższe dawki, nowe systemy aplikacji).

4. Doskonalona będzie ochrona roślin w rolnictwie ekologicznym (niechemiczne zwalczanie chwastów, bardziej konkurencyjne odmiany lub posiadające wysoki potencjał allelopatyczny).

5. Pomimo pozornie niewielkiego znaczenia rozpracowane zostaną również problemy dotyczące monitoringu i zwalczania nowych gatunków inwazyjnych, ponieważ zniesienie granic celnych i łatwość podróżowania sprzyjać będzie niekontrolowanemu ich rozprzestrzenianiu się.

Literatura

1. Adamczewski K., Stacheccki S.: Dobra praktyka ochrony roślin w zwalczaniu chwastów. W: Mat. Konf. nt. Dobre praktyki w produkcji rolniczej. IUNG Puławy, 1998, I, 5-13.
2. Aftalion F.: A history of the international industry. University of Pennsylvania Press., 1991, pp. 440.
3. Ames B. N., Profet M., Swirsky Gold L.: Dietary pesticides (99.99% all natural). Proc. Nad. Acad. Sci. USA, 1990, **87**: 7777-7781.
4. Aspelin A. L.: Pesticide usage in the United States: Trends During the 20th Century. Center for Integrated Pest Management, North Carolina State University, Raleigh, 2003, pp. 213.
5. Baandrup M., Ballegaard T.: Three years field experience with an advisory computer system applying factor-adjusted doses. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **2**: 555-560.
6. Clarke J.: Developing decision support system to improve weed management. In: Weed Management Handbook. Blackwell Sci., 2002, 311-322.
7. Coble H. D.: Weed management tools and their impact on the agro-ecosystem. Proc. 2nd International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 1996, 1143-1146.
8. Czaplinski E., Podgórska B.: Dyrektywa 91/414 Unii Europejskiej dotycząca wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin a prawodawstwo Polskie. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1998, **38(1)**: 292-297.
9. Dajdok Z., Śliwiński M.: Rośliny inwazyjne Dolnego Śląska. Polski Klub Ekologiczny, Okręg Dolnośląski, Wrocław, 2007, ss. 42.
10. Dąbrowski Z. T.: Znaczenie partnerskich powiązań przy opracowywaniu i wdrażaniu integrowanych programów ochrony roślin. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1999, **39(1)**: 190-202.
11. Domaradzki K., Sadowski J.: Możliwość zmniejszenia obciążenia dla środowiska naturalnego poprzez stosowanie herbicydów w ograniczonych dawkach. Pam. Puł., 2002, **130**: 99-114.
12. Doruchowski G.: Elementy rolnictwa precyzyjnego w ochronie roślin. Inż. Rol., 2005, **6**: 131-139.
13. Edwards C. A., Regnier E. E.: Designing integrated low-input farming systems to achieve effective weed control. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **2**: 585-590.
14. Facts and Figures. Agriculture in Denmark. 2001. Danish Agricultural Council, 2002, 1-32.
15. Gauvrit C.: Optimisation of herbicide use in France. The BCPC Conference – Weeds, 1991, **3**: 1191-1199.
16. Hall J. C.: Weed control: presence and future – the North American view. J. Plant Dis. Prot., Sp. Issue, 2004, **19**: 3-18.
17. Jensen J. E.: Weed control: presence and future – the Danish view. J. Plant Dis. Prot., Sp. Issue, 2004, **19**: 19-26.
18. Jensen K. F., Nielsen P. R.: PC Plant protection – a decision support system for Danish agriculture the weed module. Pam. Puł., 2000, **120**: 185-193.
19. Klingman G. C., Ashton F. M., Noordhoff L. J.: Weed science: principles and practices. A Wiley – Interscience Publication. John Wiley & Sons, USA, 1982, pp. 449.
20. 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.

21. Lee H. C.: Non-chemical weed control in cereals. The BCPC Conference – Weeds, 1995, **3**: 1161-1170.
22. Lipa J. J.: Obecne i przyszłe miejsce biologicznej i innych niechemicznych metod ochrony roślin. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2000, **40(1)**: 62-70.
23. Lipa J. J., Bartkowski J.: Dobra Praktyka Ochrony Roślin – rekomendacje EPPO. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1996, **36(1)**: 81-87.
24. Michel C., Koch-Achelpohler V.: Rolnictwo zrównoważone potrzebuje ochrony roślin. European Crop Prot. Ass., Brussels, 2002, 1-5.
25. Olszak R., Pruszyński S., Lipa J. J., Dąbrowski Z. T.: Rozwój koncepcji i strategii wykorzystania metod oraz środków ochrony roślin. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2000, **40(1)**: 40-50.
26. Praczyk T., Skrzypczak G.: Herbicydy. PWRiL Poznań, 2004, ss. 274.
27. Proven M. J., Courtney A., Picton J., Davies D. H. K., Whiting A. J.: Cost-effectiveness of weed control in cereals – system based on thresholds and reduced rates. The BCPC Conference – Weeds, 1991, **3**: 1201-1208.
28. Rola H.: Zjawisko konkurencji wśród roślin i jej skutki na przykładzie wybranych gatunków chwastów występujących w pszenicy ozimej. Wyd. IUNG Puławy, 1982, R (162): 1-63.
29. Rola J.: Ekologiczno-ekonomiczne podstawy chemicznej walki z chwastami na polach uprawnych. Mat. XXXI Sesji Nauk. IOR, 1991, **1**: 110-124.
30. Rolnictwo ekologiczne w Polsce. Raport 2007–2008. Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych. http://www.ijhar-s.gov.pl/download/091006_130931_83_raport-www.pdf
31. Rozporządzenie Rady nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych (Dz. U. L. 189 z 20.07.2007 r., s. 1 z późn. zm).
32. Thonke K. E.: Political and practical approaches in Scandinavia to reduce herbicide inputs. Brighton Crop Protection Conference – Weeds, 1991, **3**: 1183-1190.
33. Wardowski T., Michalska J. (red.): KOD: Korzyści – Oczekiwania – Dylematy biotechnologii. Wyd. EDYTOR, Poznań, 2001, ss. 271.
34. Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. Nr 116, poz. 975).
35. Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. Nr 93, poz. 698).
36. Vincent C., Panneton B., Fleurat-Lessard F.: Physical control methods in plant protection. Springer, Berlin. Inra Editions, 2001, pp. 329.
37. Watson A. K.: Current advances in bioherbicide research. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **3**: 987-996.
38. Weber E., Gut D.: Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. J. Nature Conserv., 2004, **12**: 171-179.
39. Weston V. C. M.: The commercial realization of biological herbicides. The BCPC Conference – Weeds, 1999, **1**: 281-288.
40. Werner B., De Mol F., Gerowitt B.: Schadensprognosen und Bekämpfungsempfehlungen für Unkräuter in Raps und Getreide mit CeBrUs. J. Plant Dis. Prot., Sp. Issue, 2004, **19**: 981-988.
41. Whiting A. J., Davies D. H. K., Brown H., Whytock G.: The field use of reduced doses of broad-leaved weed herbicides in cereals. The BCPC Conference – Weeds, 1991, **3**: 1209-1216.
42. Zwenger P.: Integrated weed management in developed nations. Proc. 2nd International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 1996, 933-942.

Adres do korespondencji:

doc. dr hab. Krzysztof Domaradzki
IUNG-PIB
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel.: (71) 363-87-07
e-mail: k.domaradzki@iung.wroclaw.pl