

ZMIANY W OCHRONIE ZBÓŻ PRZED ZACHWASZCZENIEM W POLSCE, W LATACH 1970–2010 I SPOJRZENIE W PRZYSZŁOŚĆ

TADEUSZ PRACZYK¹, KRZYSZTOF DOMARADZKI², GRZEGORZ SKRZYPCZAK³

¹ Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
T.Praczyk@iorpib.poznan.pl

² Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

I. WSTĘP

Cechą charakterystyczną chwastów jest zdolność do silnego oddziaływania konkurencyjnego w stosunku do roślin uprawnych. Wiele gatunków chwastów, w sytuacji braku ich zwalczania, może obniżyć plony nawet o 80% (Cousens i Mortimer 1995). Szkodliwość chwastów zależy przede wszystkim od ich liczby na jednostce powierzchni, składu gatunkowego oraz terminu pojawienia się na plantacji. Zboża, a zwłaszcza odmiany ozime, są narażone na silne zachwaszczenie zarówno gatunkami dwuliściennymi, jak i jednoliściennymi. Na przykład w umiarkowanej strefie klimatycznej straty w plonach spowodowane występowaniem owsa głuchego szacowane są na 2,7 mln ton w skali roku (Froud-Wiliams 2002). Regulacja zachwaszczenia jest więc jednym z istotnych czynników mających wpływ na plonowanie zbóż i w konsekwencji na opłacalność ich uprawy. Ochrona przed zachwaszczeniem ma na celu przede wszystkim ochronę plonu w sensie zarówno ilościowym, jak i jakościowym, ale także ułatwienie zbioru ziarna, zmniejszenie rozprzestrzeniania się szkodników i chorób oraz ograniczenie zachwaszczenia upraw następczych. Dlatego każdy system regulacji zachwaszczenia w zasiewach zbóż powinien być skierowany przede wszystkim na wyeliminowanie gatunków najbardziej szkodliwych, do których zaliczane są: wyczyniec polny, miotła zbożowa, owies głuchy, perz właściwy, przytulia czepna, samosiewy rzepaku, ostrożeń polny, maki, rumiany i rumianki.

Od ponad 40 lat podstawową metodą ograniczania konkurencyjnego oddziaływania chwastów w uprawie zbóż jest stosowanie herbicydów. Na przestrzeni lat wzbogaceniu ulegał asortyment substancji aktywnych (s.a.) zalecanych do stosowania oraz ulepszone zostały formy użytkowe środków chwastobójczych, co umożliwiło skuteczne rozwiązanie niemal każdego problemu związanego z zachwaszczeniem. Fakt ten spowodował, że działaniom profilaktycznym poświęcano mniej uwagi. Pod koniec XX wieku

zaczęto zwracać uwagę na ujemne skutki jednostronnego zwalczania chwastów za pomocą środków chemicznych, a zwłaszcza na postępujące zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego oraz zjawisko uodporniania się chwastów na herbicydy. Coraz wyraźniej dostrzegano, że chwasty „dostosowują się” z czasem do każdej pojedynczo stosowanej metody ich zwalczania. Powstała więc koncepcja integrowanego zwalczania chwastów, będąca częścią integrowanej ochrony roślin. W krajach członkowskich Unii Europejskiej koncepcja ta znalazła umocowanie prawne w rozporządzeniach i dyrektywach Parlamentu i Rady Europy. Na przykład w Dyrektywie 2009/128/WE czytamy: „Państwa członkowskie powinny działać na rzecz rolnictwa o niskim zużyciu pestycydów, w szczególności na rzecz integrowanej ochrony roślin, oraz stworzyć niezbędne warunki i środki umożliwiające wdrożenie technik integrowanej ochrony roślin”. Współczesne technologie regulacji zachwaszczenia w uprawie zbóż będą więc musiały być zmodyfikowane w niedalekiej przyszłości w kierunku ograniczenia stosowania chemicznych środków chwastobójczych.

II. WSPÓŁCZESNE METODY REGULACJI ZACHWASZCZENIA W UPRAWIE ZBÓŻ

Do czasu wprowadzenia selektywnych herbicydów, czyli aż do połowy XX wieku, ochrona przed chwastami była w dużym stopniu uzależniona od stosowanego zmianowania, sposobu uprawy gleby oraz od stopnia zanieczyszczenia materiału siewnego diasporami chwastów. Pomimo, że wprowadzenie herbicydów w znacznym stopniu zmniejszyło wpływ tych czynników na uzyskiwane efekty odchwaszczania, to jednak są one nadal ważnym ogniwem w każdym systemie ochrony roślin uprawnych przed chwastami.

Metody niechemiczne

Stan i stopień zachwaszczenia zbóż jest w dużym stopniu uzależniony od płodzmianu, sposobu uprawy gleby oraz terminu siewu. Stosując odpowiednie zmianowanie roślin, to znaczy wprowadzając do uprawy rośliny wysiewane wiosną i jesienią, można ograniczyć dominację pojedynczych gatunków chwastów, a ponadto ograniczenie występowania niektórych gatunków jest łatwiejsze, gdy ich zwalczanie prowadzone jest w różnych roślinach uprawnych (Clarke 2002a). Sposób uprawy gleby ma istotny wpływ na strukturę gatunkową populacji chwastów oraz ich liczebność. Stosując orkę, zmniejsza się ryzyko masowego występowania zwłaszcza gatunków jednoliściennych i wieloletnich. Wadą tego zabiegu jest wysoki koszt i znaczne straty wody z gleby na skutek intensywnego parowania. Praktykowane uproszczenia w uprawie gleby polegające na rezygnacji z orki, a nawet z płytkiej uprawy gleby (siew bezpośredni), zwiększają zagrożenie ze strony chwastów, a zwłaszcza ze strony chwastów jednoliściennych. W uproszczonych systemach uprawy konieczne jest zastosowanie herbicydów.

Szkodliwe oddziaływanie chwastów na zboża może być, w pewnym stopniu, ograniczone przez sterowanie terminem siewu oraz wykorzystanie naturalnych zdolności konkurencyjnych uprawianych odmian. Stwierdzono na przykład, że odmiany pszenicy ozimej o długości źdźbła w granicach 90–110 cm bardziej hamują wzrost chwastów niż odmiany o wysokości 80–90 cm i niższe (Zimdahl 2004).

Chwasty w zbożach mogą być także częściowo zwalczane metodą mechaniczną polegającą na kilkukrotnym bronowaniu zasiewów. Ten sposób odchwaszczania jest mniej skuteczny w porównaniu do zastosowania herbicydów.

Metoda chemiczna

Przed wdrożeniem chemicznych środków chwastobójczych nie była znana tak efektywna i tak selektywna metoda regulacji zachwaszczenia w uprawie zbóż. Jak dowiodły badania wykonane w USA (Monaco i wsp. 2002), nawet przestrzeganie wszystkich zasad dobrej praktyki rolniczej nie gwarantuje maksymalnej ochrony plonu, bez zastosowania herbicydów (tab. 1).

Tabela 1. Średnie roczne straty w plonach powodowane przez chwasty w dwóch systemach uprawy zbóż w USA (źródło: Monaco i wsp. 2002)

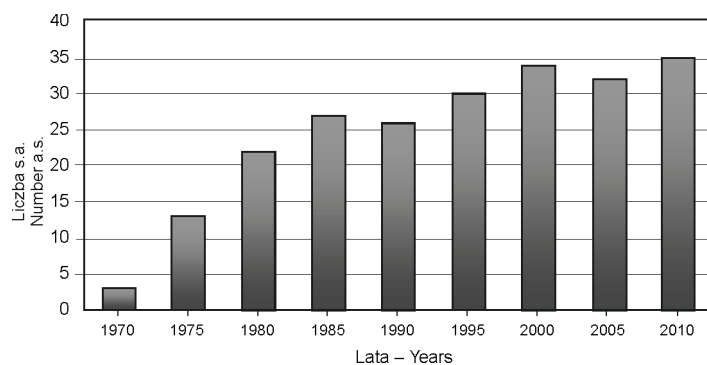
Table 1. Annual average yield reduction due to weeds in two systems of small grains production in USA (source: Monaco et al. 2002)

Zboża Cereals	Straty w plonach [%] – Yield losses [%]	
	BMP* + herbicydy BMP + herbicides	BMP bez herbicydów BMP without herbicides
Jęczmień Barley	6,3	20,4
Owies Oats	6,8	19,4
Pszenica Wheat	5,8	20,0
Żyto Rye	5,2	13,9

*BMP – Dobra Praktyka Rolnicza – Best Management Practice

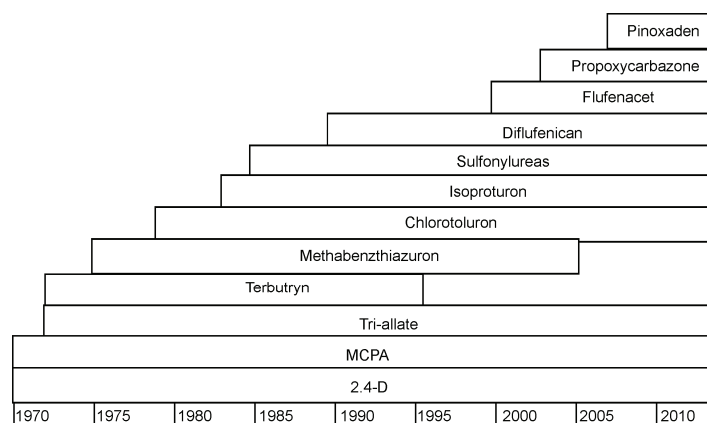
Od ponad 40 lat w odchwaszczaniu zbóż dominujące znaczenie ma metoda chemiczna, która podlegała istotnym zmianom ilościowym i jakościowym. Rozwój herbicydów jest nieodłącznie związany z ich stosowaniem w uprawie zbóż. Pierwsze selektywne środki chwastobójcze, a więc 2,4-D i MCPA były przeznaczone właśnie do odchwaszczania zbóż. Również obecnie największa liczba s.a. herbicydów, w tym nowych związków jest dostępna do stosowania w zbożach. Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 1., w ostatnich 40 latach liczba s.a. herbicydów zalecanych do stosowania w zbożach wzrosła z 2 do 35. Największy przyrost nowych herbicydów notowano w latach 1975–1985. Podobnie, jak w innych krajach, pierwszymi herbicydami zarejestrowanymi w Polsce do stosowania w zbożach były środki zawierające pochodne fenoksy kwasów. W 1965 roku oficjalnie dopuszczono do stosowania 2,4-D i MCPA. W 1970 roku na rynku polskim były 2 preparaty zawierające 2,4-D (Aminopielik, Pielik) oraz 8 preparatów zawierających MCPA (Agroxone 4, Chwastox płynny 30, Chwastox stały 80, Dikotex 40, Dikotex P, MCPA-500, Phenoxylylene 277, Sys 67 ME). Her-

bicydy te skutecznie zwalczały tylko niektóre gatunki chwastów dwuliściennych (dymnica pospolita, gorczyca polna, komosa biała, maki, tasznik pospolity, tobołki polne). Problem zwalczania chwastów jednoliściennych, jak na przykład miotły zbożowej był w tym czasie nierozwiązany. W następnych latach udostępniono rolnictwu herbicydy zawierające triazyny i pochodne mocznika. Umożliwiło to znaczne poszerzenie zakresu zwalczanych chwastów, w tym także gatunków jednoliściennych. W latach 80. XX wieku pojawiła się nowa generacja herbicydów o szerokim spektrum działania na chwasty i wyróżniająca się stosowaniem bardzo niskich dawek – rzędu kilkunastu lub kilkudziesięciu gramów na 1 hektar. Były to herbicydy zawierające pochodne sulfonilomocznika. Pierwszą s.a. z tej grupy chemicznej do stosowania w zbożach był chlorosulfuron, który został dopuszczony do stosowania w Polsce w 1985 roku (Praczyk i Skrzypczak 2004).



Rys. 1. Liczba s.a. herbicydów zalecanych w Polsce do stosowania w zbożach w latach 1970–2010

Fig. 1. Number of active substances of herbicides recommended in small grains in Poland in 1970–2010



Rys. 2. Rejestracja ważniejszych s.a. herbicydów przeznaczonych do stosowania w zbożach w Polsce w latach 1970–2010

Fig. 2. History of registration of most important active substances of herbicides for small grains in Poland in 1970–2010

W tym czasie firmy fitofarmaceutyczne skutecznie pracowały także nad unowocześnieniem herbicydów już wdrożonych do praktyki. Unowocześnienie to polegało na przykład na wyizolowaniu czynnych biologicznie izomerów s.a., co umożliwiło stosowanie środka pozbawionego „balastu” w niższych dawkach. Ten kierunek unowocześniania herbicydów dotyczył zwłaszcza pochodnych fenoksykwasów i chloro- acetamidów (Gaillardon i wsp. 2001).

Na rysunku 2. przedstawiono ważniejsze s.a. herbicydów dopuszczone do stosowania w Polsce w ostatnich 40 latach. Przez cały ten okres, aż do czasów obecnych, na rynku środków chwastobójczych znajdują się 2 s.a.: 2,4-D i MCPA. Można się zastanawiać dlaczego te dwie substancje nadal są atrakcyjne dla plantatorów zbóż. Otóż decydują o tym przynajmniej dwa czynniki, a mianowicie ich niska cena oraz fakt, że w porównaniu do innych s.a., zjawisko odporności chwastów na te środki występuje rzadko.

W ostatnich latach firmy fitofarmaceutyczne ograniczyły liczbę wprowadzanych na rynek nowych s.a. herbicydów z powodu wysokich kosztów związanych z procedurami ich rejestracji. Trwają natomiast intensywne prace nad unowocześnieniem produktów już obecnych na rynku. To unowocześnienie polega między innymi na wprowadzaniu nowych form użytkowych i nowych mieszanin s.a. Przykładem nowoczesnych form użytkowych są preparaty posiadające w nazwie oznakowanie OD (Oil Dispersion) lub SX (Starch Xanthide). Forma użytkowa typu OD charakteryzuje się bardzo korzystnymi parametrami umożliwiającymi uzyskanie zarówno maksymalnego efektu retencji, jak i zwilżenia roślin, co ma bezpośredni wpływ na ilość pobranej s.a. Umożliwia to skuteczne zwalczanie chwastów przy zastosowaniu niższych dawek tych substancji i ponadto w mniejszym stopniu uzależnia efekt chwastobójczy od przebiegu warunków środowiskowych, a zwłaszcza od temperatury i wilgotności powietrza. Forma SX jest nowoczesną modyfikacją formy SG wykazującą lepsze właściwości rozpuszczania s.a.

Pomimo dużego postępu w zakresie zmniejszenia szkodliwości pestycydów, który dokonał się na przestrzeni ostatnich 40 lat, nadal nie udało się wyeliminować wszystkich ubocznych skutków ich stosowania. Dlatego zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania środków ochrony roślin na środowisko i na zdrowie człowieka stało się obecnie pilnym wyzwaniem dla nauki, instytucji rządowych i praktyki rolniczej.

III. REGULACJA ZACHWASZCZENIA W ZBOŻACH W PRZYSZŁOŚCI

Postęp i rozwój cywilizacyjny sprawiają, że w każdej dziedzinie pojawiają się nowe problemy i tendencje. Prawidłowość ta nie omija również ochrony roślin. Oczywiście trudno jest bezbłędnie przewidywać, jakie trendy, czy zagrożenia będą miały decydujące znaczenie, lecz wydaje się, że w przyszłości w ochronie roślin ważne będą następujące zagadnienia:

Udoskonalenie metod chemicznego zwalczania chwastów

Działania zmierzające do udoskonalenia chemicznej ochrony przed chwastami będą obejmowały zapewne unowocześnienie istniejących na rynku herbicydów w kierunku

lepszego wykorzystania właściwości s.a. i zmniejszenia ich toksyczności dla organizmów nie będących celem stosowania i dla operatora, jak również w kierunku opracowania systemów precyzyjnego stosowania herbicydów. Wprowadzanie na rynek nowych s.a. będzie odbywało się prawdopodobnie na coraz mniejszą skalę, z uwagi na wysokie koszty związane z ich rejestracją.

Precyzyjne stosowanie herbicydów 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, a mianowicie: punktowe stosowanie herbicydów oraz wykorzystanie komputerowych systemów wspomagania decyzji.

Punktowa aplikacja herbicydów polega na dozowaniu środka chwastobójczego tylko w miejscach występowania chwastów. W tym celu wykorzystuje się technikę skanowania pola oraz system GPS do tworzenia map rozmieszczenia chwastów na powierzchni pola i te dane wprowadzane są do pamięci komputera sterującego zabiegiem ochrony (Doruchowski 2005).

W celu zapewnienia precyzyjnego doboru herbicydów, ich dawek, terminów stosowania i sposobów aplikacji, zaprojektowano różne systemy komputerowe wspomagające podejmowanie decyzji (ang. Decision Support Systems – DSS). Każdy komputerowy program wspierania decyzji zawiera bazy danych o agrofagach i o środkach ochrony roślin oraz wymaga określenia wielu elementów mających wpływ na plonowanie rośliny uprawnej i szkodliwe oddziaływanie agrofaga, a także na opłacalność wykonywanych zabiegów. W celu zapewnienia dobrego funkcjonowania systemu konieczne jest zintegrowanie wszystkich jego elementów i przeprowadzenie pełnej walidacji w warunkach polowych (Jensen i Nielsen 2000; Clarke 2000b).

Ważne jest, by system wspierania decyzji (DSS) umożliwił uzyskanie odpowiedzi na dwa podstawowe pytania, a mianowicie:

- czy istnieje uzasadniona potrzeba ochrony?
- w jaki sposób osiągnąć oczekiwany poziom zwalczania chwastów, czyli jakie środki zastosować i w jakich dawkach?

Ponadto DSS musi spełniać kilka zasadniczych przesłanek, tj.:

- gwarantować zachowanie wysokiego poziomu plonowania,
- zapewniać uzyskiwanie produktów roślinnych odpowiedniej jakości,
- ograniczać rozwój i rozprzestrzenianie się agrofaga,
- zapobiegać problemom działania następczego,
- optymalizować dawki środków oraz koszt wykonania zabiegu.

Monitoring i zwalczanie chwastów ekspansywnych i inwazyjnych

W dobie powszechnej globalizacji znacznie wzrosło zagrożenie przenikaniem agrofagów na obszary, na których dotychczas nie występowały. Problem dotyczy nie tylko chorób, czy szkodników, ale również chwastów. Oczywiście zjawisko rozprzestrzeniania się nowych, obcych gatunków miało również miejsce w przeszłości, lecz przebiegało bardzo powoli. Obce gatunki zazwyczaj szybko kolonizują nowe siedliska, wypierając z nich gatunki rodzime. Zjawisko to może prowadzić do zachwiania równowagi w siedliskach i być zagrożeniem dla bioróżnorodności (Weber i Gut 2004).

Do obcych gatunków inwazyjnych w Polsce można zaliczyć: barszcz Sosnowskiego, barszcz Mantegazziego, rdestowiec ostrokończysty, rdestowiec sachaliński, nawłóć

kanadyjską, nawłóć późną, niecierpka drobnokwiatowego i niecierpka gruczołowatego (Dajdok i Śliwiński 2007). Ze względu na zagrożenie pól uprawnych, do tej listy należałoby dodać jeszcze gatunki ekspansywne, które w ostatnich latach zwiększają swój zasięg, takie jak: wyczyniec polny, zaśláz pospolity oraz ambrozja bylicolistna. Spośród tych trzech ostatnich gatunków chwastów realne zagrożenie w uprawach zbóż stwarza wyczyniec polny – chwast bardzo konkurencyjny i bardzo plenny.

Oprócz chwastów ekspansywnych i inwazyjnych, w przyszłości coraz większego znaczenia będzie nabierała ochrona plantacji przed samosiewami roślin uprawnych, z uwagi na praktykowane często uproszczenia w uprawie roli i zmianowaniu roślin. Zwalczenie samosiewów wiąże się najczęściej z dodatkowymi kosztami ponoszonymi na ochronę roślin. Z uwagi na szybki wzrost w świecie powierzchni uprawy roślin transgenicznych odpornych na herbicydy, herbologia stoi przed poważnym zadaniem opracowania odpowiednich metod umożliwiających kontrolę nad samosiewami GMO.

Wykorzystanie biotechnologii

Wykorzystanie możliwości inżynierii genetycznej pozwala na ingerencję w genom danego gatunku. Celem tych działań jest jego zmiana, co w konsekwencji prowadzi do nadania pożądanych przez człowieka cech, jak na przykład cecha odporności na herbicydy, co ułatwia ochronę przed chwastami. Nie można również wykluczyć, że w przyszłości rośliny zostaną wyposażone w geny, dzięki którym będą mogły produkować „czynnik” do walki z konkretnym agrofagiem, jak np. allelopatyny przeciw chwastom.

Modyfikacjom genetycznym poddawane są głównie rośliny o dużym znaczeniu gospodarczym. W laboratoriach badawczych uzyskano już transgeniczne odmiany zbóż, jednak ich wprowadzenie do praktyki rolniczej wymaga jeszcze rozwiązania problemów związanych z koegzystencją z odmianami konwencjonalnymi, zachowaniem bioróżnorodności środowiska, a także problemów związanych z akceptacją tych upraw i ich produktów przez społeczeństwa i instytucje rządowe.

Integrowane zwalczanie chwastów

W myśl Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/128/WE integrowana ochrona roślin oznacza „staranne rozważenie wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, a następnie przedsięwzięcie właściwych środków mających na celu zahamowanie rozwoju populacji organizmów szkodliwych oraz utrzymanie stosowania środków ochrony roślin i innych form interwencji na ekonomicznie i ekologicznie uzasadnionym poziomie”.

Integrowane zwalczanie chwastów powinno być elementem integrowanej ochrony roślin i opierać się na regularnych obserwacjach (monitoringu) stanu i stopnia zachwaszczenia pól, postępowaniu uwzględniającym progi szkodliwości, stosowaniu różnych metod zwalczania chwastów, w tym stosowaniu herbicydów cechujących się jak najmniejszym oddziaływaniem ubocznym na środowisko. W związku z koncepcją integrowanej ochrony roślin, która już w niedalekiej przyszłości będzie obowiązującym systemem ochrony przed agrofagami w krajach członkowskich Unii Europejskiej (od 2014 roku) konieczne jest dalsze rozwijanie także niechemicznych metod zwalczania chwastów.

IV. PODSUMOWANIE

Od ponad 40 lat podstawową metodą regulacji zachwaszczenia w uprawie zbóż jest stosowanie herbicydów. W tym okresie wzbogaceniu ulegał asortyment s.a. zalecanych do stosowania oraz ulepszone zostały formy użytkowe środków chwastobójczych. W ostatnich latach coraz bardziej akcentowane są ujemne skutki stosowania herbicydów, pomimo znacznego postępu jaki dokonał się w ich ograniczaniu. Nowoczesne herbicydy cechują się niską toksycznością dla ssaków i stosunkowo krótkim okresem zalegania w glebie oraz stosowane są w niskich dawkach. Konieczne jest jednak podejmowanie dalszych kroków zmierzających do zminimalizowania ingerencji w środowisko przyrodnicze. Celowe jest więc opracowanie systemów precyzyjnego stosowania herbicydów w oparciu o zaawansowane rozwiązania techniczne, z wykorzystaniem komputerowych programów wspomagania decyzji. Regulacja zachwaszczenia powinna być skierowana przede wszystkim na chwasty o największej potencjalnej szkodliwości, a w ich zwalczaniu pomocne są także metody niechemiczne i działania zapobiegawcze. Właściwe rozpoznanie zagrożenia ze strony chwastów oraz zastosowanie różnych metod ich zwalczania, przy minimalnej ingerencji w środowisko przyrodnicze, jest istotą integrowanej ochrony – systemu, który będzie obowiązywał w krajach członkowskich Unii Europejskiej od 2014 roku.

V. LITERATURA

- Cousens R., Mortimer M. 1995. *Dynamics of Weed Populations*. Cambridge University Press, 332 pp.
- Clarke J. 2002a. Weed management strategies for winter cereals. p. 354–358. In: „Weed Management Handbook” (R.E.L. Naylor, ed.). Blackwell Publishing, 423 pp.
- Clarke J. 2002b. Developing decision-support systems to improve weed management. p. 311–322. In: „Weed Management Handbook” (R.E.L. Naylor, ed.). Blackwell Publishing, 423 pp.
- Dajdok Z., Śliwiński M. 2007. *Rośliny Inwazyjne Dolnego Śląska*. Polski Klub Ekologiczny, Okręg Dolnośląski, Wrocław, 42 ss.
- Doruchowski G. 2005. Elementy rolnictwa precyzyjnego w ochronie roślin. *Inżynieria Rolnicza* 6: 131–139.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. *Dz.U. Unii Europejskiej* L 309/71.
- Froud-William R.J. 2002. Weed competition. p. 16–38. In: „Weed Management Handbook” (R.E.L. Naylor, ed.). Blackwell Publishing, 423 pp.
- Gaillardon P., Leroux P., Delorme R. 2001. Evolution des produits phytosanitaires à usage agricoles. *Phytoma* 544: 10–16.
- Jensen K.F., Nielsen P.R. 2000. PC Plant protection – a decision support system for Danish agriculture the weed module. *Pam. Puł.* 120: 185–193.
- Monaco T.J., Weller S.C., Ashton F.M. 2002. *Weed Science – Principles and Practices*. Wiley, USA, 671 pp.
- Praczyk T., Skrzypczak G. 2004. *Herbicydy*. PWRiL, Poznań, 274 ss.
- Weber E., Gut D. 2004. Assessing the risk of potentially invasive plant species in Central Europe. *Nature Conservation* 12: 171–179.
- Zimdahl R.L. 2004. *Weed-Crop Competition. A Review*, Blackwell Publishing, 220 pp.

TADEUSZ PRACZYK, KRZYSZTOF DOMARADZKI, GRZEGORZ SKRZYPCZAK

TRENDS IN WEED CONTROL IN SMALL GRAINS
DURING 40 YEARS PERIOD IN POLAND AND FUTURE LOOK

SUMMARY

Since more than 40 years the primary method of weed control in small grains is the use of herbicides. During this period the assortment of active substances recommended for use has enriched and the formulations of herbicides have been improved. In recent years more and more is emphasized on negative consequences of the use of herbicides, despite of significant progress made in reducing them. Modern herbicides have a low toxicity for mammals and a relatively short period of decomposition in the soil and are used at low doses. However it is necessary to take further steps to minimize interference with the natural environment. Therefore it is appropriate to develop systems for precision application of herbicides based on advanced technology, using computer programs for decision support. Weed control should be focused primarily on the weeds of greatest potential hazard to the crops, and their control methods are helpful and not chemical and preventive action. Proper recognition of the threat of weeds and application of different methods, with minimal interference in the natural environment is the essence of integrated weed control systems.

Key words: weed management, cereals, herbicides