

Henryka Rola, Katarzyna Marczevska, Mariusz Kucharski

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

ZJAWISKO ODPORNOŚCI CHWASTÓW NA HERBICYDY W UPRAWACH ROLNICZYCH*

Wstęp

Od pięćdziesięciu już lat w Polsce regulację zachwaszczenia w uprawach rolniczych wykonuje się stosując metody zintegrowane, z użyciem herbicydów selektywnych dla rośliny uprawnej oraz skutecznych w niszczeniu chwastów. W tym okresie intensywnie stosowano herbicydy triazynowe, zawierające w swym składzie takie substancje, jak: atrazyna, symazyna i cjanazyna. Herbicydy te skutecznie eliminowały większość występujących na plantacjach chwastów, a w szczególności: *Chenopodium album*, *Thlaspi arvense*, *Amaranthus retroflexus*, *Anthemis arvensis*, *Galium aparine*, *Polygonum ssp.*, *Solanum nigrum*, *Lamium ssp.* i inne. Niestety, intensywne i długotrwałe stosowanie tych samych preparatów na określonym stanowisku może powodować ujemne skutki w postaci nadmiernych pozostałości substancji aktywnych w glebie, wodach i produktach roślinnych oraz kompensacji niektórych gatunków chwastów w zbiorowisku, a także nagromadzenia w siedlisku biotypów chwastów odpornych na herbicydy. Odporność oznacza brak wrażliwości niektórych osobników danego gatunku chwastu na taką dawkę preparatu, która stosowana w normalnych warunkach niszczy całą jego populację (3). Czynniki wpływającymi na powstawanie odporności chwastów na herbicydy są między innymi: stosowanie herbicydów o jednym mechanizmie działania na tym samym polu przez kilka lat, niewłaściwy dobór środków do składu gatunkowego chwastów, nieodpowiednia faza rozwojowa chwastów w momencie aplikacji środka oraz niesprzyjające warunki pogodowe i środowiskowe dla prawidłowego działania preparatu.

Jak wynika z badań W o ż n i c y i in. (15) chwasty mogą wykazywać odporność na jeden herbicyd, wówczas jest to tzw. odporność prosta lub pojedyncza, np.: *Stellaria media* wykazuje odporność na izoproturon, ale pozostaje wrażliwa na chlorotoluron. Obie substancje należą do tej samej grupy chemicznej i posiadają ten sam mechanizm działania na rośliny. Biotypy odporne wykazują często odporność mieszaną (krzyżową). W tym przypadku nie reagują one na co najmniej dwa herbicydy o tym samym

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

mechanizmie działania, ale o różnej budowie chemicznej, np. odporność *Amaranthus retroflexus* na nikosulfuron (z grupy sulfonilomocznika) i imazetapyr (z grupy imidazoli). Herbicydy należące do tych grup posiadają różną budowę chemiczną, ale taki sam mechanizm działania – blokują funkcjonowanie enzymu, który bierze udział w syntezie aminokwasów: waliny, leucyny i izoleucyny. Spotyka się także tzw. odporność wielokrotną, polegającą na braku wrażliwości określonego biotypu chwastu na co najmniej dwa herbicydy z różnych grup chemicznych i o różnym mechanizmie działania. Jak podaje W o ź n i c a i in. (15) w Australii zidentyfikowano biotyp *Lolium rigidum*, który wykazywał jednoczesną odporność na herbicydy z grupy triazyn, pochodnych mocznika, imidazoli, sulfonilomocznika oraz triazoli.

Według najnowszych danych, obejmujących wyniki badań przeprowadzonych przez różne ośrodki naukowe na świecie, dotychczas zidentyfikowano 183 gatunki chwastów odporne na różne substancje aktywne herbicydów. Wśród nich 110 to chwasty dwuliścienne, a 73 – jednoliścienne (www.weedscience.com). Wśród rozpoznanych gatunków dominuje przede wszystkim odporność na herbicydy z grupy triazyn, sulfonilomocznika i imidazoli, a także na graminy z różnych grup chemicznych. Pierwsze przypadki odporności chwastów na herbicydy triazynowe (atrazyna) pojawiły się po 10 latach od wprowadzenia tych związków na rynek (połowa lat sześćdziesiątych), natomiast pierwsze osobniki odporne na herbicydy sulfonilomocznikowe (chlorosulfuron) pojawiły się już po upływie 5 lat od wprowadzenia tych substancji do praktyki rolniczej. Do chwili obecnej zidentyfikowano 95 biotypów odpornych na herbicydy sulfonilomocznikowe. Taki stan powoduje, że herbicydy z tej grupy wyprzedzając grupę inhibitorów fotosyntezy (głównie triazyny) są obecnie „liderem” wśród substancji, na które odporna jest największa liczba biotypów chwastów.

Zjawisko odporności chwastów na herbicydy staje się coraz większym problemem także w Polsce. Do tej pory stwierdzono występowanie odporności niektórych gatunków na herbicydy triazynowe. Dotyczy to *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* i *Echinochola crus-galli* odpornych na atrazynę stosowaną w uprawie kukurydzy na Dolnym Śląsku (10), w Wielkopolsce (14) i na Lubelszczyźnie (6) oraz w sadach (2). Od lat osiemdziesiątych w ochronie przed chwastami upraw zbóż i kukurydzy powszechnie stosowane są herbicydy sulfonilomocznikowe. Na terenie Dolnego Śląska w kilku stanowiskach stwierdzono występowanie odporności *Apera spica-venti* i *Centaurea cyanus* (11) na chlorosulfuron stosowany w zasiewach pszenicy ozimej.

Konsekwencje występowania biotypów odpornych ponosi przede wszystkim rolnik. Oznacza to bowiem utratę skuteczności chwastobójczej herbicydu, spadek plonowania rośliny uprawnej, niemożność dalszego stosowania tego samego herbicydu, a często także z innych grup chemicznych w przypadku występowania odporności krzyżowej i wielokrotnej.

Chcąc ustrzec się przed selekcją biotypów odpornych należy opracować efektywne i szybkie metody identyfikacji odporności oraz sposoby przeciwdziałania temu zjawisku. Działania te wymagają współpracy producentów środków ochrony roślin, jednostek naukowych i rolników.

Wyniki i dyskusja

Identyfikacja odporności chwastów na herbicydy

W ostatnich latach do placówek naukowych zgłaszają się rolnicy z różnych rejonów Polski, którzy informują o braku odpowiedniej ochrony upraw przed chwastami po wykonaniu zabiegów herbicydowych, które dotychczas były w pełni skuteczne. Może to wskazywać na występowanie zjawiska odporności niektórych gatunków chwastów na najczęściej stosowane herbicydy.

W Zakładzie Herbologii i Techniki Uprawy Roli IUNG-PIB we Wrocławiu podjęto badania nad ustaleniem stopnia odporności chwastów na herbicydy w rejonie Dolnego Śląska. Napływające od plantatorów informacje o słabej skuteczności atrazyny i chlorosulfuronu w niszczeniu chwastów występujących w uprawie zbóż i kukurydzy stały się podstawą do podjęcia szerszych badań w tym zakresie. Badania odporności chwastów na herbicydy przeprowadzono między innymi metodą testu biologicznego (13). Metoda ta pozwala na testowanie wrażliwości na określone herbicydy dużej liczby biotypów chwastów z możliwością stosowania substancji aktywnych w dawkach kilkakrotnie wyższych od zalecanych w praktyce. W omawianych testach oceniano kondycję i masę chwastów po aplikacji różnych dawek herbicydu. Brak reakcji roślin (dobra kondycja, świeża i sucha masa zbliżona do osiągniętej w obiekcie kontrolnym) na stosowane dawki środka świadczy o odporności osobnika na badaną substancję.

Na podstawie przeprowadzonych badań na terenie Dolnego Śląska zidentyfikowano biotypy *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli* odporne na atrazynę. Metodą testu biologicznego stwierdzono, że biotypy wymienionych gatunków chwastów nie są niszczone przez atrazynę (Gesaprim 50 WP) stosowaną w dawce 32-krotnie wyższej ($64 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) od zalecanej w praktyce ($1,5\text{-}2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Wśród badanych biotypów chwastów stwierdzono występowanie odporności enzymatycznej i „w miejscu działania” (z ang. target site). Odporność enzymatyczna wywołana jest mutacją w genach kodujących enzym detoksykujący herbicyd (4). Odporność tę można przełamać stosując dawkę herbicydu kilkakrotnie wyższą od zalecanej w praktyce (fot. 1).

Odporność „w miejscu działania” wywołana jest mutacją w genomie jądrowym biotypu danego gatunku chwastu. Mutacja ta dotyczy zmian zachodzących w strukturze białka nie pozwalających na przyłączenie herbicydu i w konsekwencji jego zadziałanie (3). Gatunek, u którego występuje odporność tego typu pozostaje niezniszczony niezależnie od zastosowanej dawki (fot. 2).

Obecnie herbicydy triazynowe, a szczególnie te, które zawierają atrazynę są wycofywane z rynku środków ochrony roślin, co w najbliższych latach powinno znacząco wpłynąć na zmniejszenie występowania i rozprzestrzeniania się chwastów odpornych na tę substancję. Niestety, pomimo tych zmian występowanie zjawiska odporności nie będzie malało. Prowadzone przez Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli IUNG-PIB we Wrocławiu badania pozwoliły w ostatnich latach wykryć także odpor-



Fot. 1. Odporność enzymatyczna *Chenopodium album* na atrazynę

Źródło: Opracowanie własne.

Oznaczenia: K – kontrola nie opryskana atrazyną (Gesaprim 50 WP)

- 1 – dawka atrazyny 2 kg · ha⁻¹
- 2 – dawka atrazyny 8 kg · ha⁻¹
- 3 – dawka atrazyny 16 kg · ha⁻¹
- 4 – dawka atrazyny 32 kg · ha⁻¹
- 5 – dawka atrazyny 64 kg · ha⁻¹



Fot. 2. Odporność w miejscu działania *Chenopodium album* na atrazynę

Źródło: Opracowanie własne.

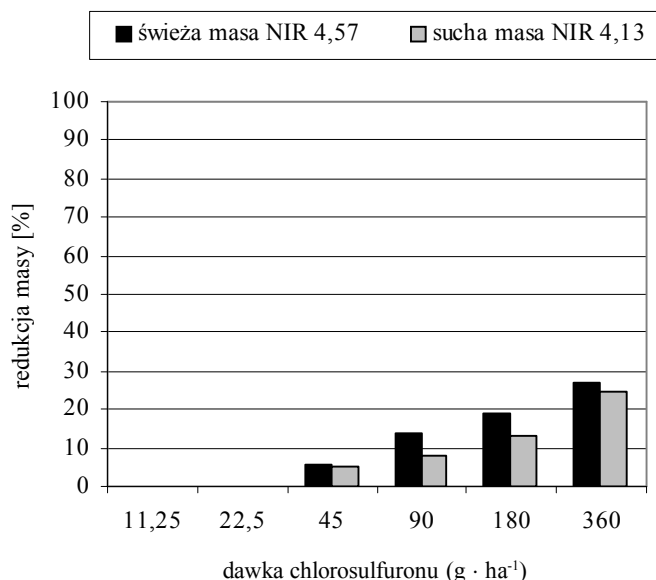
Oznaczenia: K – kontrola nie opryskana atrazyną (Gesaprim 50 WP)

- 1 – dawka atrazyny 2 kg · ha⁻¹
- 2 – dawka atrazyny 8 kg · ha⁻¹
- 3 – dawka atrazyny 16 kg · ha⁻¹
- 4 – dawka atrazyny 32 kg · ha⁻¹
- 5 – dawka atrazyny 64 kg · ha⁻¹

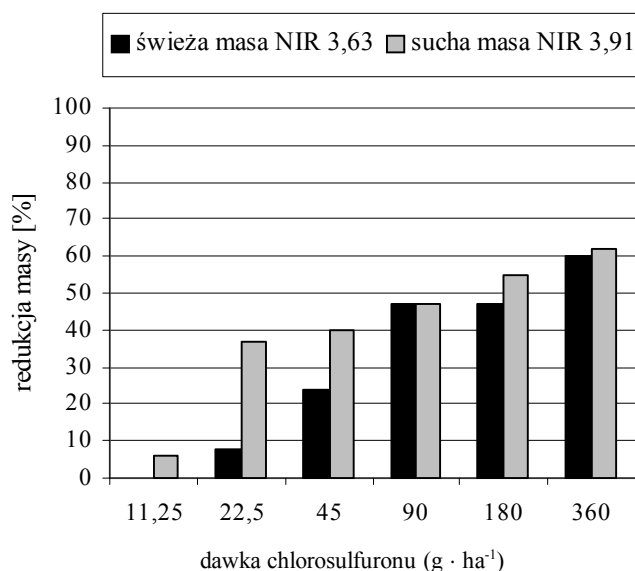
ność chwastów na herbicydy sulfonilomocznikowe stosowane w ochronie zbóż. Do chwili obecnej zidentyfikowano jedynie *Apera spica-venti* i *Centaurea cyanus* odporne na chlorosulfuron (Glean 75 WG) stosowany w pszenicy ozimej. Odporność *Apera spica-venti* na chlorosulfuron zidentyfikowano na niemal wszystkich polach uprawnych pszenicy ozimej w rejonie Dolnego Śląska. W testach biologicznych zalecana dawka chlorosulfuronu oraz 2-krotnie wyższa nie wpłynęły na zredukowanie świeżej i suchej masy roślin. Najwyższa z dawek (32-krotnie wyższa od zalecanej w praktyce) zmniejszyła masę roślin jedynie o 25% w porównaniu z roślinami kontrolnymi nie opryskanymi herbicydem (rys. 1). Aby potwierdzić występowanie u tego biotypu odporności „w miejscu działania” należałoby wykonać badania genetyczne metodą PCR (1).

Niższy stopień odporności na chlorosulfuron wykazywały biotypy *Centaurea cyanus* (rys. 2). Jednak również w tym przypadku zalecana dawka herbicydu nie wpłynęła na redukcję świeżej masy roślin, a suchą masę ograniczyła jedynie w kilku procentach, w porównaniu z roślinami nie opryskanymi. Dopiero najwyższa z aplikowanych dawek preparatu ograniczyła wzrost roślin w około 60%.

Bardziej złożony problem jest wówczas, gdy na danym polu mamy do czynienia z chwastami wykazującymi odporność krzyżową lub wielokrotną. Ostatnio w badaniach własnych stwierdzono występowanie na polach Dolnego Śląska gatunków chwastów nie niszczonej przez atrazynę oraz inne związki o tym samym mechanizmie działania, ale o innej niż atrazyna budowie chemicznej (chlorotoluron, linuron, lenacil,



Rys. 1. Wpływ chlorosulfuronu na świeżą i suchą masę części nadziemnych *Apera spica-venti*
Źródło: Marczevska K. i Rola H., 2006 (9).



Rys. 2. Wpływ chlorosulfuronu na świeżą i suchą masę części nadziemnych *Centaurea cyanus*
 Źródło: Marczevska K. i Rola H., 2006 (9).

metamitron, chlorydazon), stosowane w uprawie kukurydzy. Dotyczy to takich gatunków chwastów, jak: *Polygonum ssp.*, *Papaver rhoeas*, *Viola arvensis*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Anthemis arvensis*, *Thlaspi arvense*, *Lamium ssp.*, *Capsella bursa-pastoris*, *Solanum nigrum*, *Veronica persica*. Jest to sygnał, że na tym terenie mamy do czynienia także z odpornością krzyżową chwastów (7).

Przeciwdziałanie zjawisku odporności chwastów na herbicydy

Spośród najczęściej spotykanych zaleceń zmierzających do minimalizacji ryzyka rozwoju i rozprzestrzeniania odporności chwastów wymienia się uprawę roślin w monokulturze, brak rotacji herbicydów, uproszczenia agrotechniczne i inne. Występowanie zjawiska odporności wymusza opracowanie efektywnych programów zmierzających do ograniczenia selekcji biotypów odpornych. Należy tutaj uwzględnić:

- zmianowanie roślin (unikanie monokultury),
- odpowiedni dobór herbicydów,
- ograniczanie uproszczeń w uprawie i racjonalną agrotechnikę,
- optymalizację chemicznych metod zwalczania chwastów z uwzględnieniem jednoczesnego stosowania metod mechanicznych i biologicznych.

Najprostszym rozwiązaniem wydaje się ograniczenie lub zapobieganie występowaniu zjawiska odporności pojedynczej na jedną specyficzną substancję aktywną herbicydu lub też odporności krzyżowej na grupę herbicydów o tym samym mechanizmie działania. W takich przypadkach zwykle wystarczy zmienić rodzaj herbicydów na

takie, które posiadają odmienny mechanizm działania oraz prowadzić prawidłowe zmianowanie roślin. Sytuacja staje się znacznie trudniejsza, gdy mamy do czynienia z odpornością wielokrotną – na wiele różnych herbicydów. Takie przypadki wymagają konsultacji z jednostkami naukowymi i inspektoratami ochrony roślin.

W Zakładzie Herbologii i Technik Uprawy Roli IUNG - PIB we Wrocławiu podjęto także badania nad chemicznymi metodami ograniczania występowania zjawiska odporności chwastów na herbicydy na terenie Dolnego Śląska. W uprawie kukurydzy można, z dobrym skutkiem, zapobiegać zjawisku odporności chwastów stosując zamiast triazyn środki nie zawierające tych substancji, jak np. pochodne sulfonilomocznika lub ich mieszaniny z innymi herbicydami (tab. 1).

Tabela 1

Zabezpieczenie uprawy kukurydzy przed chwastami odpornymi na herbicydy triazynowe

Gatunki chwastów	Odporne na	Wrażliwe na
<i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Polygonum ssp.</i> <i>Senecio vulgaris</i>	atrazyna simazyna cyjanazyna	nikosulfuron rimsulfuron 2,4-D* MCPA* dikamba* foramsulfuron jodosulfuron acetochlor florasulam

* tylko dla gatunków dwuliściennych
Źródło: Rola H. i in., 2004 (12).

Obecnie w praktyce dużym powodzeniem cieszą się środki będące mieszaniną atrazyny z innymi substancjami aktywnymi. Są one bardzo skuteczne w niszczeniu większości gatunków chwastów zasiedlających kukurydzę, a przede wszystkim: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli*, *Galium aparine*, *Polygonum persicaria*, *Euphorbia helioscopia*, *Solanum nigrum*. Jednak nie powinny być one polecane do regulacji zachwaszczenia na polach, na których uprawiano kukurydzę w monokulturze i przez wiele lat stosowano herbicydy triazynowe. W takim stanowisku mogą występować biotypy odporne i wówczas zastosowanie mieszanin zawierających triazyny nie będzie w pełni zabezpieczało plantacji przed rozprzestrzenianiem się tych gatunków chwastów. Potwierdzeniem tego są badania przeprowadzone w opisanych warunkach, na podstawie których wykazano osłabione działanie środków zawierających mieszaninę atrazyny z metolachlorem, isoksaflolem i flufenacetem (tab. 2).

Podobny skład gatunkowy chwastów występuje również w uprawach buraka cukrowego. Jak wykazują badania K u c h a r s k i e g o i R o l i (8) gatunki takie, jak: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Polygonum ssp.* i *Lamium ssp.* występujące w uprawach buraka cukrowego wykazują odporność na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy (tab. 3).

Tabela 2

Efekt działania mieszaniny herbicydów w niszczeniu chwastów w kukurydzy odpornych na triazyny

Substancja aktywna (s.a.)	Dawka s.a. · ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów (%)		
		<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>
Kontrola	-	45*	109*	244*
Metrybuzyna + flufenacet	1,70 l	86	96	91
Mesotrione + atrazyna	0,08 l 0,54 kg	77	100	95
Isoxaflutol + atrazyna	0,80 l	89	99	53
Metolachlor + atrazyna	2,50 l	96	97	76
Atrazyna	1,45 kg	43	77	10

* liczba chwastów na 1 m²

Źródło: Rola H. i in., 2004 (12).

Alternatywą pozwalającą na zahamowanie tego procesu może być stosowanie systemów herbicydowych, uwzględniających takie substancje aktywne, jak: fenmedifam, desmedifam, etofumesat, triflusulfuron i chlopyralid (tab. 4).

Na plantacjach kukurydzy i buraka pojedyncze egzemplarze chwastów, których nie zniszczyły stosowane herbicydy powinny być usuwane mechanicznie. Natomiast pozostawione na plantacji mogą wydać nasiona, co zwiększy populację biotypów odpornych.

Na obecnym etapie badań prowadzonych przez Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli IUNG - PIB również odporne na chlorosulfuron biotypy *Apera spica-venti* i *Centaurea cyanus* skutecznie mogą być eliminowane ze zbiorowiska poprzez zastosowanie wielu środków nie zawierających substancji aktywnych z grupy sulfonyl-mocznika (tab. 5 i 6).

Tabela 4

Efekt działania herbicydów w niszczeniu chwastów odpornych w uprawie buraka cukrowego

Substancja aktywna (s.a.)	Dawka s.a. · ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów (%)			
		<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Lamium</i> ssp.	<i>Polygonum</i> ssp.
Kontrola	-	31*	65*	15*	75*
Fenmedifam + desmedifam	0,32 l	96	97	100	82
(Etofumesat + desmedifam + fenmedifam) + triflusulfuron	0,25 l 15 g	100	86	100	86
(Etofumesat + desmedifam + fenmedifam) + chlopyralid	0,30 l 0,06 l	100	100	100	100
Chlorydazon	1,3 kg	30	72	80	80
Lenacil	0,6 kg	69	40	40	60

* liczba chwastów na 1 m²

Źródło: Rola H. i in., 2004 (12).

Tabela 5

Efekt działania herbicydów w niszczeniu *Apera spica-venti* odpornej na chlorosulfuron w pszenicy ozimej

Substancja aktywna (s.a.)	Dawka s.a. · ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów (%)
Kontrola	-	175*
Chlorsulfuron	15 g	38
Isoproturon + karfentrazon	1,4 kg	90
Isoproturon	1,5 l	88
Chlortoluron + triasulfuron	0,8 kg	91
Cyjanazyna	1,0 kg	88
Isoproturon + diflufenikan	0,9 l	92
Chlortoluron	1,6 kg	95
Tralkoxydim + Aplus 60 EC	0,3 l 1,5 l	95
Fenoksaprop + mefenpyr	0,85 l	95
Diflufenikan + isoproturon	1,1 l	90
(Mesosulfuron + jodosulfuron + mefenpyr) + Actirob 842 EC	31,5 g 1,0 l	90

* liczba chwastów na 1 m²

Źródło: Marczevska K. i Rola H., 2006 (9).

Tabela 6

Efekt działania herbicydów w niszczeniu *Centaurea cyanus* odpornego na chlorosulfuron w pszenicy ozimej

Substancja aktywna (s.a.)	Dawka s.a. · ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów (%)
Kontrola	-	12*
Chlorsulfuron	15 g	12
2,4-D + fluroksypyr	0,55 l	99
MCPA + dikamba + mekoprop	1,10 l	99
Isoproturon + diflufenikan	0,90 l	100
Chlortoluron	1,6 kg	96
2,4-D + metosulam	0,46 l	100
Chlopyralid	0,12 l	94
2,4-D + florasulam	0,20 l	94

* liczba chwastów na 1 m²

Źródło: Marczevska K. i Rola H., 2006 (9).

Pozytywny efekt chemicznej metody zabezpieczenia upraw rolniczych przed chwastami odpornymi na herbicydy można uzyskać stosując odpowiednio dobrany środek, zastosowany we właściwym terminie i warunkach sprzyjających jego działaniu. Na przykład, temperatura powietrza poniżej 10°C nie sprzyja skutecznemu działaniu herbicydów nalistnych. Niska wilgotność powietrza osłabia wnikanie herbicydu przez tkankę liści chwastów, natomiast niska wilgotność gleby hamuje kiełkowanie nasion chwastów i pobieranie przez nie substancji aktywnej herbicydu. Stosowanie herbicy-

du zbyt późno, gdy zwalczane gatunki chwastów znajdują się już w zaawansowanych fazach rozwojowych daje szanse przeżycia najstarszym egzemplarzom, które wydając nasiona wzbogacają bank diaspor w glebie. Herbicyd dobrany niewłaściwie do składu florystycznego zbiorowiska roślin segetalnych w łanie eliminuje gatunki wrażliwe pozostawiając tolerancyjne, które nie wykazują reakcji na określoną substancję aktywną, niezależnie od zastosowanej dawki. Stosowanie herbicydów w obniżonych dawkach może być także jednym z czynników sprzyjających uodpornianiu się chwastów. Zachodzić to może wówczas, gdy na polu występuje duże nasilenie biotypów odpornych lub gatunków podatnych na ten proces. Uzasadnieniem do obniżenia dawek herbicydów są przesłanki ekonomiczne i troska o ochronę środowiska. Istotne jest, aby zastosowany herbicyd w obniżonej dawce zabezpieczał roślinę uprawną przed konkurencją chwastów. Można to osiągnąć poprzez całkowite ich wyeliminowanie z plantacji lub ograniczenie wzrostu i rozwoju tak, aby gatunki te nie zakwitły i nie wydały nasion. Obniżenie dawki herbicydu często nie powoduje całkowitego zniszczenia występującej na polu populacji chwastów, lecz poprzez osłabienie ich kondycji, zahamowanie wzrostu i rozwoju nie dopuszcza do wytworzenia przez rośliny nasion. U biotypów odpornych obniżona dawka herbicydu nie ogranicza generatywnego rozmnażania chwastów, sprzyjając tym samym procesowi ich dalszego rozprzestrzeniania się.

Podsumowanie

Jak wynika z przeglądu bardzo bogatej literatury problem odporności chwastów na herbicydy znany jest już od połowy lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia (5, 15). Zagadnienie to w aspekcie naukowym i praktycznym okazało się na tyle istotne, że w strukturach europejskich powołano Zespół (Komitet) pod nazwą HRAC (z ang. Herbicide Resistance Action Committee) skupiający naukowców, producentów herbicydów i dystrybutorów. Zespół ten opracował łatwą w interpretacji i użyciu tabelę, w której zawarto informacje stanowiące wytyczne dla rolników chcących uniknąć problemów związanych z pojawieniem się odpornych biotypów chwastów (tab. 7).

Zjawisko odporności chwastów na herbicydy znane jest już na całym świecie. Również na polach uprawnych Polski zjawisko to stało się faktem. Ważnym zagadnieniem stojącym przed nauką polską jest ustalenie skali problemu w całym kraju. Dotyczy to nie tylko triazyn do odchwaszczania kukurydzy czy sadów, lecz także innych preparatów stosowanych powszechnie do zwalczania chwastów na plantacjach buraka, rzepaku i zbóż. Niezbędny jest zatem monitoring pól pozwalający ustalić zasięg i rozmiar zjawiska odporności biotypów chwastów na stosowane herbicydy oraz opracowanie skutecznych i szybkich metod jego identyfikacji.

Tabela 7

Ocena ryzyka rozwoju odporności chwastów na herbicydy (wg HRAC)

Opcje technologiczne	Poziom ryzyka wystąpienia odporności		
	niski	średni	wysoki
Stosowane mieszanki lub rotacja herbicydów	>2 mechanizmów działania	2 mechanizmy	1 mechanizm
System zwalczania chwastów	biologiczny, mechaniczny i chemiczny	biologiczny i chemiczny	tylko chemiczny
Stosowanie herbicydów o tym samym mechanizmie działania w kilku sezonach	jednokrotnie	więcej niż raz	wielokrotnie
Zmianowanie roślin	pełna rotacja	ograniczona rotacja	brak rotacji (monokultura)
Stan zachwaszczenia	niski	średni	wysoki
Zwalczanie chwastów w ostatnich 3 latach	skuteczne	średnie	słabe

Źródło: www.weedscience.com

Literatura

- Ciarka D., Szalacha E., Gawroński S.W.: Wykorzystanie techniki biologii molekularnej do identyfikacji gatunków chwastów odpornych na herbicydy triazynowe. Pam. Puł., 2002, **129**: 267-272.
- Gadamski G., Ciarka D., Gawroński S.W.: Molecular survey of Polish resistant biotypes of weeds. Proc. Second International Weed Control Congress. Copenhagen, DK, 1996, 547-550.
- Gressel J., Regev Y., Malkin S., Kleifield Y.: Characterization of an s-triazine-resistant biotype *Brachypodium distachyon*. Weed Sci., 1983, **31**: 450-456.
- Gunsolus J.L.: Herbicide resistant weeds. North Central Regional Extension Publication, 1993, **468**: 1-10.
- Harper J.L.: The evaluation of weeds in relation to resistance to herbicides. Proc. British Crop Protection Conf. Weeds, 1956, **1**: 179-189.
- Jędruszczyk M., Antoszek R.: Ocena wrażliwości *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. na atrazynę i metrybuzynę. Pam. Puł., 2002, **129**: 51-59.
- Kucharski M.: Odporność chwastów na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy PS II na polach uprawnych południowo-zachodniej Polski. Monogr. Rozpr. Nauk., IUNG-PIB Puławy, 2005, **14**: 46-86.
- Kucharski M., Rola H.: Identyfikacja wybranych biotypów chwastów odpornych na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy w uprawie buraka cukrowego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2004, **44(2)**: 884-886.
- Marczewska K., Rola H.: Identyfikacja odpornych na chlorosulfuron biotypów *Apera spica-venti* i *Centaurea cyanus* oraz sposoby ich chemicznego zwalczania w pszenicy ozimej. Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl., 2006, **46(1)**: 215-222.
- Rola H.: Identyfikacja biotypów chwastów uodpornionych na herbicydy triazynowe metodą testu biologicznego. IUNG Puławy, 2001, 1-10.
- Rola H., Marczewska K.: Biotypy chwastów odporne na chlorosulfuron w rejonie Wrocławia. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2002, **42(2)**: 575-577.
- Rola H., Rola J., Kucharski M., Marczewska K.: Zabezpieczenie roślin uprawnych przed chwastami odpornymi na herbicydy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2004, **44(1)**: 339-346.

13. Rola H, Kucharski M, Marczevska K., Gawroński W.S., Ciarka D., Szalach E.: Metody identyfikacji biotypów chwastów odpornych na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy fotosystemu II. IUNG-PIB Puławy, 2006, 1-27.
14. Stachecki S., Adamczewski K.: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* – występowanie i reakcja na herbicydy o różnym mechanizmie działania. Pam. Puł., 2002, **129**: 247-252.
15. Woźnica Z., Adamczewski K., Manthey F.A.: Biotypy chwastów odpornych na herbicydy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1996, **36(1)**: 96-101.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Henryka Rola
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli
IUNG - PIB
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel. (071) 363 87 07
e-mail: h.rola@iung.wroclaw.pl