

## ZJAWISKO UODPARNIANIA SIĘ NIEKTÓRYCH GATUNKÓW CHWASTÓW NA HERBICYDY

Józef Rola

Zakład Ekologii i Zwalczania Chwastów IUNG we Wrocławiu

## WSTĘP

Uodparnianie się chwastów i patogenów na stosowane herbicydy jest podobnym zjawiskiem do uodparniania się ludzi i zwierząt na antybiotyki. Proces ten jest naturalną konsekwencją niepełnej skuteczności stosowanych pestycydów co jest wynikiem dużej różnorodności rodzajów i gatunków chorób, szkodników oraz chwastów. Na przykład aktualnie entomolodzy wymieniają ponad 400 gatunków owadów, które wykazują odporność na określone insektycydy [11].

Ewidentną ewolucję odporności obserwuje się u grzybów w przypadku stosowania fungicydów, co wynika ze sposobu ich działania i jest powodem częstych zmian w asortymencie zalecanych preparatów. Te same zasady obowiązują w stosowaniu herbicydów chociaż w tym przypadku proces uodparniania się chwastów zachodzi znacznie wolniej niż owadów lub w grupie patogenów pochodzenia grzybowego [9]. Jednakże w niektórych krajach i regionach, gdzie chemiczne odchwaszczanie stosuje się od ponad 25 lat, problem uodparniania się szeregu gatunków na poszczególne preparaty z każdym rokiem wzrasta [1,5,6]. Pierwsze przypadki odporności chwastów na triaziny odnotowano w połowie lat 70-tych [4,12]. Dotyczyły one gatunków prosowatych, *Chenopodium album* i *Amaranthus retroflexus* na plantacjach kukurydzy uprawianej w USA i zachodniej Europie. Następnie pojawiło się szereg doniesień z różnych krajów potwierdzających odporność wielu gatunków chwastów na triaziny oraz inne herbicydy, jak np. paraquat, trifluralina, metribuzin itp. [3,8,14]. Aktualnie stwierdza się, że od pierwszych doniesień z lat 70-tych, na herbicydy triazynowe uodporniło się 37 gatunków należących do 24 rodzin [4,9]. Najczęściej wymieniane są plantacje kukurydzy odchwaszczane przez wiele lat atrazyną lub symazyną. Na przykład na Węgrzech ocenia się, że na 75% plantacji kukurydzy występuje *Amaranthus retroflexus* odporny na triaziny [10]. Podobna sytuacja istnieje w wielu stanach USA [11] i Kanady. Ponadto na polach kukurydzy we Francji stwierdzono odporne formy *Chenopodium album* [9,11,13].

Coraz więcej przypadków uodparniania się niektórych gatunków chwastów na triazyny ujawnia się w sadach i szkółkach. Najwięcej dotyczy to *Senecio vulgaris* [6, 17] oraz *Poa annua* [9]. Z podobnych powodów w Szwajcarii, Austrii i Francji na plantacjach winorośli problemem stałym są takie gatunki, jak: *Convolvulus arvensis*, *Erigeron canadensis*, *Taraxacum officinalis*, *Senecio vulgaris* oraz prosowate.

Należy przypuszczać, że również w Polsce problem uodparniania się niektórych gatunków chwastów na powszechnie stosowane herbicydy z każdym rokiem będzie wzrastał. Dotyczyć to będzie zwłaszcza plantacji wieloletnich i monokultur odchwaszczanych herbicydami o zbliżonych substancjach aktywnych, jak np. grupa triazyn, pochodnych mocznika, dwupirydyli itp.

W przedstawionej pracy podano przykłady potwierdzające uodparnianie się kilku gatunków chwastów na atrazynę w warunkach Dolnego Śląska.

#### METODYKA BADAŃ

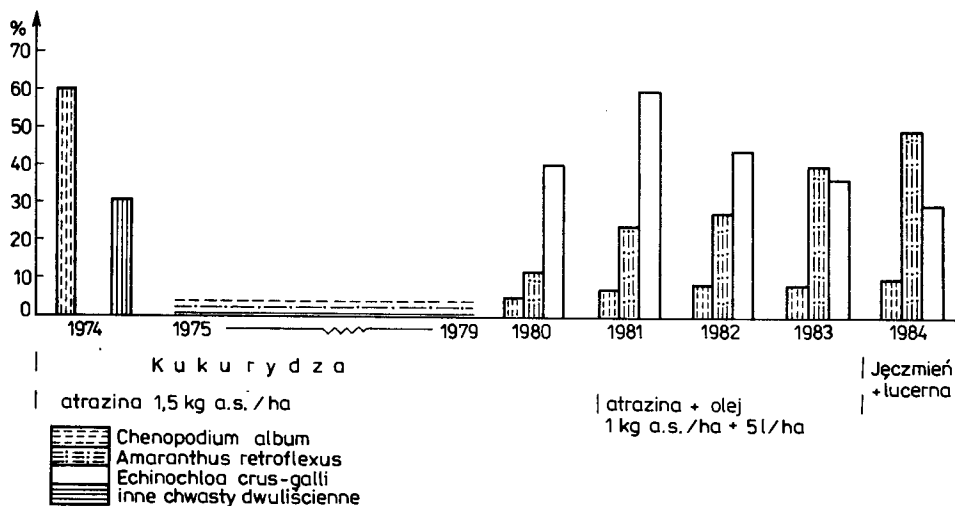
W roku 1964 założono doświadczenie statyczne na polu Zakładu Ekologii i Zwalczania Chwastów IUNG we Wrocławiu (ul. Jabłeczna), którego celem było m. in. porównanie wpływu kilku herbicydów (w tym atrazyny), stosowanych w zwiększonych dawkach, na zachowanie się występujących tam gatunków chwastów. Gatunkiem dominującym był *Agropyron repens* oraz kilkanaście taksonów chwastów dwuliściennych. Doświadczenie usytuowano na czarnej ziemi zdegradowanej kompleksu żyniego dobrego. Zawierała ona części piaszczystych 52%, pylastych 26%, ilastych 22%, próchnicy 2,8% oraz  $P_2O_5$  - 90 i  $K_2O$  - 43 mg/100 g gleby.

W ciągu całego okresu trwania doświadczenia pole pozostawało w ugorze i corocznie na tych samych poletkach stosowano te same preparaty bez zmiany ich dawek. Obserwacje dynamiki zachwaszczenia pod wpływem herbicydów wykonywano metodą agrofytosocjologiczną [14].

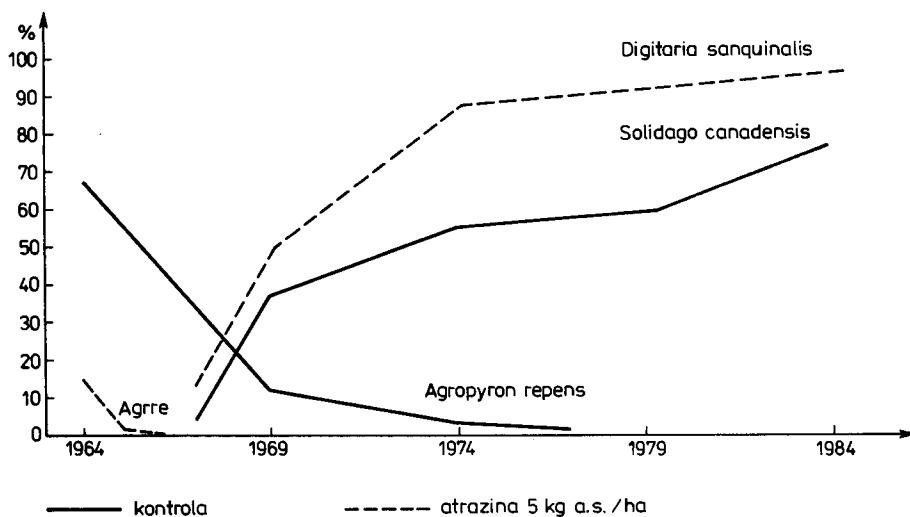
Ponadto pod stałą kontrolą znajduje się pole produkcyjne WOPR Wysoka k/Wrocławia położone na glebie: czarna ziemia, na piasku gliniastym mocnym, kompleks pszeny dobry, części piaszczystych 55%, pylastych 26%, ilastych 19%, zawartości:  $P_2O_5$  - 88,5%,  $K_2O$  - 27,0%, N - 0,18%, pH - 6,5, próchnicy - 3,72%. Na polu tym od 1974-1983 roku uprawiano kukurydzę, a w 1984 zasiano jęczmień jary z wsiewką lucerny. W pierwszym roku w kukurydzy występowało głównie *Chenopodium album* i w małym stopniu ponad 30 innych gatunków, w tym *Echinochloa crus galli*. Przez pierwsze 7 lat plantację opryskiwano atrazyną w dawce 1,5 kg a.s./ha, a następnie przez kolejne 3 lata tym samym preparatem w dawce 1 kg a.s./ha z dodatkiem oleju 5 l/ha. W jęczmieniu z wsiewką lucerny herbicydów nie stosowano. Pielęgnację mechaniczną kukurydzy ograniczono do 1 lub 2-krotnego płytkiego współłchnienia międzyrzędzi. Nawożenie NPK stosowano zgodnie z obowiązującymi zaleceniami.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wpływ atrazyny na dynamikę zachwaszczenia monokultury kukurydzy uprawianej przez 10 lat przedstawiono na rysunku 1. W pierwszym roku zastosowania atrazyny w



Rys. 1. Wpływ wieloletniego stosowania atrazyny w kukurydzy na stan i stopień zachwaszczenia pola. Wrocław - Wysoka (1974-1984)



Rys. 2. Herbicydy a sukcesja chwastów. Wrocław (1964-1984)

dawce 1,5 kg s.a./ha, zgodnie z oczekiwaniem do minimum ograniczono występowanie *Chenopodium album* oraz innych gatunków jednorocznych. Sytuacja ta powtórzyła się przez kolejne 6 lat. Następnie w roku 1980 stwierdzono narastanie liczebności *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album*. Inne gatunki nie zmieniły stopnia liczebności i występowały sporadycznie. Stan ten powtórzył się w dalszych 3-ch latach z wyraźną tendencją wzrostu liczebnego *Amaranthus retroflexus*. Gatunki te w kukurydzy dojrzewały, a ich diaspory przed zbiorem trafiły do gleby, co znalazło potwierdzenie w masowym zachwaszczeniu przez nie jęczmienia jarego. Powyższy fakt świadczy o tym, że u gatunków początkowo bardzo wrażliwych na atrazynę, nastąpiła stopniowa ewolucja odpornościowa i po kilku latach przestały reagować na ten herbicyd.

Następnym dowodem procesu uodparniania się innych gatunków chwastów na atrazynę są wyniki 20-letniego doświadczenia przedstawione na rysunku 2. W roku rozpoczęcia stosowania atrazyny na wybranym polu w zbiorowisku chwastów dominował *Agropyron repens* zajmując ok. 70% pokrycia powierzchni. Inne gatunki występowały sporadycznie. Pod wpływem corocznego opryskiwania atrazyną w dawce 5 kg a.s./ha już po pierwszych 2 latach nastąpił gwałtowny spadek liczebności *Agropyron repens* - aż do całkowitego zaniku w roku 1966. Jego miejsce stopniowo zajmowała *Digitaria sanguinalis* pokrywając po 10 latach ponad 80% powierzchni. A więc nastąpiło typowe zjawisko uodporniania się tego gatunku na wysokie dawki atrazyny - w sumie 100 kg a.s./ha w ciągu 20 lat. Tak wysokich dawek nie wytrzymały inne gatunki i zanikały już na początku tego okresu w 100%.

W doświadczeniu tym znalazło swój wyraz inne zjawisko dotyczące dynamiki zachwaszczenia, a mianowicie na obiekcie bez herbicydów stopniowe samoistne zanikanie *Agropyron repens* i na jego miejsce masowe pojawienie się *Solidago canadensis*. Nastąpiła więc typowa sukcesja od dawna obserwowana przez ekologów.

Obydwa omówione przykłady świadczą o tym, że uodparnianie się tych samych gatunków chwastów na określone herbicydy, w tym przypadku z grupy triazin, może nastąpić niezależnie od warunków siedliska. Znajduje to potwierdzenie w licznych publikacjach z wielu krajów [1,3,9,11]. W Polsce również napływają sygnały z różnych regionów, szczególnie od pracowników Woj. Stacji Ochrony Roślin o zaobserwowanych przypadkach braku działania lub mniejszej aktywności powszechnie używanych herbicydów na niektóre gatunki chwastów. Przykładem mogą być chwasty prosoвате i *Amaranthus retroflexus* w kukurydzy i burakach cukrowych, rumianowate, *Galium aparine* w zbożach, rzepaku ozimym, *Convolvulus arvensis*, *Taraxacum officinalis*, *Senecio vulgaris* i *Poa annua* w sadach itp.

Ostatnio ukazuje się coraz więcej prac wyjaśniających mechanizm zjawiska odporności [2,11,13]. Może ono występować drogą mutacji lub istniejących naturalnie genów odpornych na daną substancję chemiczną i następnie ewolucyjnie zdominować

całą populację gatunku. Często podkreśla się duże tempo rozprzestrzenienia gatunku zawierającego geny odporne na stosowany herbicyd. Na przykład w Anglii [11] wykazano, że nasiona *Senecio vulgaris* zawierającego geny odporne na triaziny roznoszone za pomocą wiatru stały się przyczyną rozprzestrzeniania tego gatunku na odległe tereny.

Selekcja określonego gatunku zbiorowiska nie zawsze prowadzi do jego odporności na stosowany herbicyd. Mogą o tym decydować różne czynniki np:

- selekcja chemiczna - tolerancja gatunków na poszczególne substancje aktywne, ich dawki i terminy stosowania
- selekcja fizyczna - rozmieszczenie nasion chwastów na różnych głębokościach
- selekcja przestrzenna - w wyniku konkurencji międzygatunkowej.
- selekcja biologiczna - zróżnicowane fazy rozwojowe opryskiwanych gatunków chwastów, odmienna budowa morfologiczna, choroby i szkodniki.

Powyższe przypadki (i prawdopodobnie wiele innych) najczęściej powodują tzw. kompensację gatunku, czyli jego dominację w zbiorowisku [15]. Natomiast uodpornianie się (resystentność) oznacza ewolucyjny spadek reakcji w populacji jednego gatunku chwastu na herbicyd stosowany wielokrotnie w obrębie tego samego pola.

Uodpornianiu się chwastów, podobnie jak i kompensacji w wyniku selekcji, można przeciwdziałać tymi samymi metodami. Do podstawowych należą:

- racjonalna agrotechnika,
- odpowiednie następstwo roślin,
- dobór herbicydów i dawek oraz terminów ich stosowania,
- zmianowanie herbicydów,
- stosowanie mieszanek substancji aktywnych.

Z chwilą pojawienia się populacji chwastów odpornych na określony herbicyd plantator powinien natychmiast zmienić dotychczasową taktykę odchwaszczania uwzględniając wszystkie dostępne sposoby. W tym celu w niektórych krajach opracowane są specjalne zalecenia dostosowane do lokalnych warunków siedliska i występujących gatunków chwastów [1,11]. Działania te mają niwelować skutki wadliwego systemu zwalczania chwastów, ograniczać rozprzestrzenienie się gatunków odpornych i zapobiegać uodpornianiu się następnych. Biorąc powyższe pod uwagę na polu WOPR Wysoka, dla którego stan zachwaszczenia ilustruje rysunek 1, należy przez wiele lat uprawiać rośliny umożliwiające wprowadzenie herbicydów dla skutecznego zniszczenia gatunków odpornych na atrazynę. Mogą to być buraki cukrowe, a w nich Betanal AM-11 i graminicydy, groch z zastosowaniem Afalonu i graminicydów mieszaną Dual + Afalon itp. Ponadto aktualnie dostępny asortyment herbicydów pozwala na wiele innych wariantów likwidacji skutków wieloletniego stosowania atrazyny w monokulturze kukurydzy. Zagadnienie to jest przedmiotem intensywnych badań Zakładu Ekologii i Zwalczania Chwastów IUNG we Wrocławiu.

## WNIOSKI

1. Sygnalizowane przez specjalistów wielu krajów coraz częstsze występowanie gatunków chwastów uodpornionych na powszechnie stosowane herbicydy znajdują potwierdzenie w warunkach Polski, szczególnie w rejonach intensywnego stosowania preparatów z grupy triazin.

2. Wykonane badania w rejonie Wrocławia wykazały, że do gatunków uodparniających się na atrazynę można zaliczyć: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* i *Echinochloa crus-galli* na polach z wieloletnią plantacją kukurydzy oraz *Convolvulus arvensis* w sadach.

3. Wymienione gatunki można ograniczyć lub wyeliminować poprzez zmianę dotychczasowego systemu odchwaszczania, a szczególnie poprzez zmianowanie herbicydów.

## LITERATURA

1. Ammon H.U.: Herbizid-resistente Unkräuter im Ackerbau und erste Bekämpfungserfahrungen. Mitteil. f. die Schweizerische Landwirt, 1-2, s. 8-17, 1984.
2. Beuret E.: Mechanizmen der Herbizid - resistenz. Mitteil. f. die Schweizerische Landwirt. 1-2, s. 1-7, 1984.
3. Böger P.: Ein neues Resistenzprinzip gegen herbizide. Z. Pfl. - Krankh, Pflschutz, Sonderh. IX. s. 153-162, 1981.
4. Gressel J.: Spread and action of herbicide tolerances and uses in crop breeding. Proc. Congr. of Plant Protection, Brighton, s. 608-615, 1983.
5. Harper J.L.: The evolution of weeds in relation to resistance to herbicides. Proc. British Crop Protection Conf. Weed, s. 179-189, 1956.
6. Holliday R.J., Putwain P.D.: Weed Research, 17, s. 291-296, 1977.
7. Holliday R.J., Putwain P.D.: Evolution of herbicide resistance in *Senecio vulgaris*: variation in suseptibility to simazine between and within populations. Journal of Applied Ecology, 17, s. 779-791, 1980.
8. Jana S., Naylor J.M.: Canadian Journal of Botany, 60, s. 1611-1617, 1982.
9. Le Baron H.M., Gressel J.: Herbicide resistance in plants, Jon. Wiley. New York, s. 0-401, 1982.
10. Nosticzius A., Müller J., Czimmer G.: The distribution of *Amaranthus retroflexus* in monoculture cornfields and its herbicide resistance in Hungarian. Botanika i Kozlemenyek 66, s. 299-307, 1979.
11. Putwain P.D.: Herbicide resistance in weeds - an inevitable consequence of herbicide use? Proc. British Crop Protection Conf. Weeds. s. 719-728, 1982.
12. Putwain P.D., Flack E., Mortimer A.M., Scott K.R.: The dynamics of triazine - resistant weed populations. Proc. Congr. of Plant Protection, Porighton, s. 625, 1983.
13. Radosevich S.R.: Weed Sci., 25, s. 316-318, 1977.
14. Rola J., Kuźniewski E., Rola H., Gabińska K.: Podstawowe wiadomości w zakresie prowadzenia doświadczeń rolniczych. Cz. III, IUNG Puławy, s. 1-123 1980.
15. Rola J.: Biul IOR, 44, s. 409-424, 1969.
16. Ryan G.E.: Weed Sci, 18, s. 614-616, 1970.
17. Scott K.R., Putwain P.D.: Weed Research, 21, s. 137-140, 1981.
18. Warwick D.I., Black L.: Can. J. Bot. 59, s. 689-693, 1981.

Юзеф Роля

ЯВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СОРНЯКОВ К ГЕРБИЦИДАМ

Р е з ю м е

Устойчивость сорняков к гербицидам является естественным последствием неполной эффективности применяемых препаратов в результате значительного разнообразия видов сорняков засоряющих культурные растения.

В труде приводятся примеры подтверждающие повышенную устойчивость нескольких видов сорняков к Атразину в условиях Нижней Силезии. Проведенные в период 1964-1984 гг. исследования показали, что на полях с многолетним возделыванием кукурузы очищенной от сорняков Атразином, появились устойчивые к этому гербициду экотипы *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* и *Echinochloa crus-galli*.

Józef Rola

PHENOMENON OF RESISTANCE OF SOME WEED SPECIES TO HERBICIDES

S u m m a r y

Resistance of weeds to herbicides is a natural consequence of an unfull efficiency of applied preparations connected with a considerable diversity of weed species infesting crops.

Examples confirming the resistance of several weed species to Atrazin under Lower Silesia conditions are quoted. The investigations carried out in 1964-1984 have proved that on fields with long-term cultivation of maize weeded by Atrazin, ecotypes of *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* and *Echinochloa crus-galli* resistant to this preparation occurred.