

JANUSZ LIPECKI

Akademia Rolnicza w Lublinie

UODPORNIANIE SIĘ CHWASTÓW NA CHLOROTRIAZYNY

Herbicydy znalazły powszechne zastosowanie w rolnictwie, a w intensywnym sadownictwie uważane są za jeden z najważniejszych czynników obniżających koszty produkcji. Długotrwałe zwalczanie chwastów za pomocą środków chemicznych w nasadzeniach wieloletnich lub w monokulturach (np. uprawiana po sobie na dużych obszarach kukurydza) ma jednak także ujemne następstwa. Już w 1956 roku Harper [cyt. za Beuret, 5] zwrócił uwagę, że chwasty mogą się uodpornić na herbicydy, podobnie jak owady i grzyby na pestycydy używane do ich zwalczania. Według Smitha [24] w początku lat sześćdziesiątych nie obserwowano jeszcze tego zjawiska, ale już około 10 lat później stwierdzono występowanie typów odpornych na herbicydy u 17 gatunków chwastów i liczba ta ma tendencję wzrastającą. W początku lat siedemdziesiątych zaczęły się pojawiać liczne przykłady odporności na herbicydy triazynowe, najczęściej stosowane w sadach, plantacjach krzewów jagodowych, a także kukurydzy [5]. Według tego samego autora, dwa zjawiska stanowią przyczynę odporności roślin na herbicydy triazynowe: zdolność do metabolizowania ich na czynniki nietoksyczne (obserwowana u kukurydzy i rosnąca u niektórych gatunków chwastów, np. *Echinochloa crus-galli*) oraz zanik reakcji rośliny na herbicyd obecny w jej tkankach. Reakcja ta uprzednio objawiała się zakłóceniem określonych procesów fizjologicznych w roślinie (w tym przypadku fotosyntezy), prowadząc do jej śmierci. Bandeen i wsp. [4] zaobserwowali zjawisko braku reakcji na triazyny u *Senecio vulgaris* L. na terenie szkółek drzew owocowych w stanie Waszyngton, USA, w 1968 roku. Obecnie obserwuje się je już u 14 gatunków należących do różnych grup systematycznych [5].

Holliday i Putwain [15, 16] potwierdzili istnienie odpornych na symazynę typów *Senecio vulgaris* L. w sadach angielskich. Siewki odporne nie reagowały na dawki herbicydu dochodzące do 2,8 kg/ha. Autorzy wykazali [16] istotnie liniową korelację między nasilaniem się odporności a długością okresu stosowania symazyny, zwracając jednocześnie uwagę na wpływ czynników genetycznych na pojawianie się odporności. Fakt istnienia typów odpornych w obrębie wspomnianego wyżej gatunku potwierdzili także Gasquez i Barralis [9] we Francji, Bandeen i McLaren [3] w Kanadzie oraz Stalder [25] w Szwajcarii. Gasquez

i Barralis [10] wykazali także pojawienie się odporności na herbicydy triazynowe (m. in. atrazynę, terbutylazynę, terbumeton) i mocznikowe (terbacil, diuron) w obrębie gatunków *Polygonum lapathifolium* L. i *Solanum nigrum* L., uważanych dotąd za wrażliwe na substancje z tej grupy. Potwierdziły to dalsze badania przeprowadzone przez Darmency i wsp. [6], którzy zaobserwowali różnice we wzroście i przebiegu kwitnienia między odpornymi i wrażliwymi na triazyny typami *Polygonum lapathifolium* L.; nie było natomiast różnic w kiełkowaniu nasion i jego przebiegu. Autorzy ci dowodzą, że odporność może się wytworzyć po 5—6 zabiegach przy użyciu tego samego herbicydu, w tym przypadku atrazyny. Podobnego zdania są Bandeen i wsp. [4], którzy twierdzą, że typy odporne pojawiają się początkowo w postaci pojedynczych okazów na polach traktowanych przez ponad 6 lat triazynami, bez uprawy mechanicznej. Beuret [5] utrzymuje, że oprócz *Polygonum lapathifolium* L. odporność na herbicydy triazynowe stwierdzono także u *Polygonum persicaria* L. Odporność *Solanum nigrum* L. obserwowali Kees [19] w RFN oraz Zanin i wsp. [29] we Włoszech, na plantacjach kukurydzy. Występowanie roślin tego gatunku w sadzie utrzymywanym przez wiele lat w ugorze herbicydowym za pomocą symazyny i atrazyny stwierdził także Lipecki [20], a wg Gasqueza i wsp. [11] odporne typy *S. nigrum* L. należą do najbardziej rozpowszechnionych we Francji z 13 badanych gatunków. Populacje odporne *S. nigrum* L. występujące głównie w północnych Włoszech wytrzymywały dawki dochodzące do 32 kg/ha atrazyny [29].

Liczni autorzy przytaczają dowody na istnienie typów odpornych na preparaty triazynowe w obrębie bardzo rozpowszechnionego gatunku *Chenopodium album* L. Według Bandeena i wsp. [4] pojawiły się one w 1973 roku na zachodzie USA. Gasquez i Barralis [9] dowiedli, że stosując niskie dawki herbicydów można spośród populacji wrażliwej na atrazynę wyselekcjonować ok. 1% roślin odpornych. Potomstwo tych roślin było już całkowicie odporne na ten preparat [12]. Wskazuje to na mechanizm selekcji, mający miejsce w praktyce sadowniczej lub rolniczej. Zjawisko odporności u roślin z gatunku *Ch. album* L. obserwowano też w Kanadzie [3, 21], RFN [18] i Szwajcarii [25]. Warwick i Marriage [26] zwracają uwagę, że odporne populacje *Ch. album* L. miały wyższą siłę kiełkowania nasion (62—79%) od wrażliwych (22—44%), chociaż wcześniejsze badania tych autorów nie wykazywały takiej prawidłowości [21]. Bandeen i McLaren [3] nie stwierdzili różnic morfologicznych między roślinami *Ch. album* L. o różnej wrażliwości na herbicydy, wykazali jedynie nieco późniejsze kiełkowanie nasion roślin odpornych. Tych ostatnich nie niszczyła atrazyna nawet w dawce 13,5 kg/ha, powodując jedynie skarłowacenie i chlorozę liści. Badacze ci, podają, że już w 1975 roku

typy odporne zajmowały ok. 300 ha w prowincji Ontario i mogą one stanowić problem w plantacjach kukurydzy.

Tabela

Stężenie atrazyny potrzebne do połowicznego zahamowania wydzielania O_2 przez izolowane chloroplasty (wg. różnych autorów, cyt. Beuret [5])

Gatunek i wrażliwość na atrazynę	Stężenie atrazyny
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	
— typy odporne	10^{-4} M.
— typy wrażliwe	$2,3 \times 10^{-7}$ M.
<i>Chenopodium album</i> L.	
— typy odporne	10^{-4} M.
— typy wrażliwe	$2,1 \times 10^{-7}$ M.
<i>Poa annua</i> L.	
— typy odporne	$1,2 \times 10^{-4}$ M.
— typy wrażliwe	2×10^{-7} M.

Odporność na triazyny obserwowano także u gatunków *Chenopodium ficifolium* Sm. i *Ch. serotinum* L. [18, 19], *Ch. polyspermum* L. i *Ch. strictum* L. [5]. Z powyższymi spostrzeżeniami nie zgadzają się wyniki obserwacji Grignac [13], który twierdzi, że *Ch. album* L. nie przejawiała odporności na atrazynę, najwidoczniej nie posiadając genu decydującego o tej odporności.

Wyniki licznych badań świadczą o wytworzeniu się typów odpornych na herbicydy triazynowe w obrębie gatunku *Amaranthus retroflexus* L. Bandeen i wsp. [4] podają, że odporny na triazyny *A. retroflexus* L. został znaleziony w 1968 roku w stanie Waszyngton w plantacji kukurydzy, a w późniejszych latach pojawił się we wschodnich stanach USA i wschodniej Kanadzie. Potwierdzili to Warwick i Weaver [27] oraz Marriage i Warwick [21], a Gasquez i Barralis [9] oraz Gasquez i wsp. [11] zaobserwowali podobne zjawisko we Francji i Stalder [25] w Szwajcarii. Mixner [22] uważa, że od momentu wprowadzenia herbicydów triazynowych w uprawie kukurydzy w Austrii (1959 rok) zaczęły dominować chwasty odporne na te preparaty, m. in. *Amaranthus retroflexus* Egger i wsp. [8] uważają ten gatunek za odporny na triazyny (w plantacji winorośli). Ahrens i wsp. [2] zakwestionowali jednak prawidłowość oznaczeń gatunków w rodzaju *Amaranthus* przez badaczy kanadyjskich. Dowodzą oni, że żaden z typów odpornych na triazyny nie należał do gatunku *A. retroflexus* L., lecz do gatunku *A. powellii* S. Wats. i *A. rehybridus* L. Ali i wsp. [1] stosując metodę badania fluorescencji chloro-

filu wykazali odporność *A. powellii* S. Watsi i wrażliwość *A. retroflexus* L. na herbicydy triazynowe. Według najnowszych danych, linie odporne istnieją jednak także w gatunku *A. retroflexus* L. [5]. Lipecki [20] obserwował liczne występowanie roślin tego gatunku w nasadzeniu jabłoni odchwaszczanym przez kilka lat herbicydami triazynowymi. Typy wrażliwe i odporne istnieją też w gatunku *A. hybridus* L., co wykazał Hensley [14] oraz *A. cruentus* L. [29]. Weaver i wsp. [28] wykazali nawet, że atrazyna stymuluje wzrost liści roślin *A. retroflexus* L. i *A. powellii* S. Wats. odpornych na ten preparat.

Stellaria media Vill. i *Poa annua* L. należały do roślin najskuteczniej zwalczanych przez herbicydy triazynowe. W 1978 roku Kees [17] opisał przypadek odporności *S. media* Vill. na atrazynę stosowaną w uprawie kukurydzy. Odporność ta pojawiła się w 1974 roku po pięciu latach stosowania herbicydu i utrzymywała się w następnych pokoleniach chwastu. Rośliny odporne znosiły dawkę atrazyny wynoszącą 9 kg/ha. Podobną reakcję na długotrwałe używanie herbicydów triazynowych wykazywała *Poa annua* L. [7, 9], a także *Galinsoga ciliata* [19]. Beuret [5] wymienia jeszcze następujące gatunki chwastów, które wytworzyły typy odporne na preparaty triazynowe: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Brassica campestris* L., *Senecio squallidus* L., *Bidens tripartitus* L., a Kees [19] zalicza do nich *Atriplex patulum* L. Bandeen i wsp. [4] zwracają uwagę, że odporna na triazyny *Ambrosia artemisiifolia* L. — w przeciwieństwie do innych gatunków — nie wykazuje tendencji do rozprzestrzeniania się na nowe tereny.

Większość autorów uważa, że pojawienie się odporności na herbicydy triazynowe w dużym stopniu utrudni zwalczanie tych chwastów. Wskazuje się na konieczność rotacji herbicydów z uwzględnieniem preparatów moczniowych lub stosowania ich mieszanek, co podniesie koszty odchwaszczania [5, 17, 19, 25]. Niektórzy autorzy stwierdzili wprawdzie, że odporne na herbicydy triazynowe typy *Senecio vulgaris* L. i *Amaranthus retroflexus* L. były mniej konkurencyjne w stosunku do roślin uprawnych niż typy wrażliwe [23], ale np. Darmency i Gasquez [7] zaobserwowali, że wrażliwe na triazyny typy *Poa annua* L. wytwarzały słabszy system korzeniowy w porównaniu z odpornymi.

W Polsce uprawa kukurydzy nie jest tak powszechna jak w południowej części Europy, toteż najbardziej prawdopodobne jest pojawienie się typów odpornych na triazyny w sadach, zwłaszcza, że możliwości rotacji preparatów są bardzo ograniczone, a podstawą chemicznego odchwaszczania nasadzeń sadowniczych są preparaty triazynowe. Problem ten będzie miał szczególnie duże znaczenie w zajmujących znaczne powierzchnie sadach produkcyjnych przedsiębiorstw państwowych i na plantacjach

krzewów jagodowych, na których stosowanie preparatów o działaniu do-
listnym jest bardzo utrudnione.

Ścisłych badań na ten temat w sadach w Polsce nie prowadzono, ale
podjęcie ich wydaje się uzasadnione, gdyż problem wytwarzania typów
odpornych na herbicydy ma duże znaczenie praktyczne i teoretyczne.
Świadczą o tym sygnały o niskiej niekiedy skuteczności preparatów tria-
zynowych stosowanych w nasadzeniach sadowniczych.

Obserwacje prowadzone w okresie wegetacji 1983 roku potwierdziły
wagę problemu. W wielu nasadzeniach sadowniczych pojawił się masowo
chwast *Erigeron canadensis* L., nie reagując na stosowane w sadach her-
bicydy triazynowe, dotychczas skutecznie go zwalczające.

LITERATURA

1. Ali A., Souza Machado V.: Weed Res., 21, nr 3—4, 191—197, 1981
2. Ahrens W.H., Wax L.M., Stoller E.W.: Weed Science, 29, nr 3, 345—348, 1981
3. Bandeen J.D., McLaren R.D.: Can. J. Plant Sci., 56, nr 2, 411—412, 1976
4. Bandeen J.D. i in.: Abstr. 1979 Mtg. Weed Sci. Soc. of America, 108—109, 1979
5. Beuret E.: Rev. Suisse Vitic., Arboric., Hortic., 14, nr 5, 297—302, 1982
6. Darmency H., Compoint J.P., Gasquez J.: Comp. Rend. Acad. Agric. France, 67, nr 3, 231—238, 1981
7. Darmency H., Gasquez J.: New Phytol., 89, nr 3, 487—493, 1981
8. Egger E. i in.: Riv. Vitic. e Enol. Conegliano, 31, nr 5, 195—217, 1978
9. Gasquez J., Barralis G.: Chemosphere, 11, 911—916, 1978
10. Gasquez J., Barralis G.: C. R. Acad. Sc. Paris, 288, ser. D, 1391—1393, 1979
11. Gasquez J., Barralis G., Aigle Nicole: Agronomie, 2, nr 2, 119—124, 1982
12. Gasquez J., Compoint J.P.: Agro-Ecosystems, 7, nr 1, 1—10, 1981
13. Grignac P.: Agro-Ecosystems, 4, nr 3, 377—385, 1978
14. Hensley J.R.: Weed Sci., 29, nr 1, 70—73, 1981
15. Holliday R.J., Putwain P.D.: Weed Res., 17, nr 5, 291—296, 1977
16. Holliday R.J., Putwain P.D.: J. Appl. Ecol., 17, nr 3, 779—791, 1980
17. Kees H.: Gesunde Pflanzen, 30, 6, 137—139, 1978.
18. Kees H.: Proc. EWRS Symp.: The Influence of Different Factors on the De-
velopment and Control of Weeds, Mainz, 225—232, 1979
19. Kees H.: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 58, nr 6, 657—668, 1981
20. Lipecki J.: Materiały z IV Spotkania Zespołu Herbicydowego KNO PAN,
Olsztyn, 37—41, 1982
21. Marriage P.B., Warwick S.I.: Weed Res., 20, 9—15, 1980
22. Mixner I.: Bodenkultur, 32, nr 1, 84—89, 1981
23. Radosevich S.R.: Abstr. 1979 Mtg. Sci. Soc. of America, 110, 1979
24. Smith E.H.: New Yorks Food and Life Sciences, 12, nr 3—4, 24—26, 1979
25. Stalder L.: Schweiz. Ost. u. Weinbau, 115, nr 12, 386—387, 1979

26. Warwick S.I., Marriage P.B.: *Can. J. Bot.*, 60, nr 4, 483—493, 1982
27. Warwick S.I., Weaver Susan E.: *Can. J. Plant Sci.*, 60, 1485—1488, 1980
28. Weaver Susan E., Warwick S.I., Thompson B.H.: *A. Appl. Ecol.* 19, nr 2, 611—620, 1982.
29. Zanin G., Vecchio V. Gasquez J.: *Riv. di Agronomia*, 15, nr 3—4, 196—207, 1981