

KATARZYNA GOLNIK

*Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Specjalizacja Ochrona Roślin
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego
Nowoursynowska 166, 02-787, Warszawa
e-mail: golnik@alpha.sggw.waw.pl*

ROLA CHWASTÓW W AGROCENOZACH W ŚWIETLE BADAŃ NAD WPŁYWEM UPRAWY ODMIAN TRANSGENICZNYCH NA RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNĄ*

Chwasty w produkcji rolniczej są definiowane jako rośliny niepożądane w danej uprawie. Czy mogą być jednak uważane za pożyteczne dla człowieka? Ich negatywny wpływ na jakość i wysokość plonu, zwłaszcza przy masowym występowaniu na plantacji, został udowodniony i jest bezdyskusyjny. Jednak istnieją również dane wskazujące na negatywne skutki dla środowiska, i pośrednio dla człowieka, całkowitego wyeliminowania chwastów z pól.

Tradycyjnie produkcja rolnicza była postrzegana jako uprawa pojedynczego gatunku rośliny rosnącej na danym terenie. Jednak nowoczesne podejście do produkcji rolniczej, a szczególnie do ochrony roślin, polega na postrzeganiu pola jako złożonego ekosystemu, a zabiegów rolniczych tylko jako czynników wpływających na zachodzące w nim procesy. Szczególną uwagę zwraca się na znaczenie organizmów pożytecznych oraz różnorodności biologicznej. Tą ostatnią uważa się za gwarancję stabilności agroekosystemu oraz czynnik wpływający na krajobraz rolniczy, a tym samym na cechę jakości życia człowieka.

Wprowadzanie do produkcji wielu gatunków roślin uprawianych jest ograniczone czynnikami biologicznymi i technicznymi. Nawet poszczególne odmiany tego samego gatunku zwykle różnią się wymaganiami agrotechnicznymi czy terminem siewu i zbioru. A pojedyn-

czy genotyp rośliny na danym terenie bardzo ogranicza różnorodność, a nawet występowanie innych organizmów. Wszystkie wyżej wymienione czynniki tłumaczą duże zainteresowanie w ostatnich latach badaniami nad rolą chwastów w agrocenozach.

Intensyfikacja rolnictwa w przeciągu ostatnich dziesięcioleci wywołała istotne zmiany w środowisku w wielu krajach. Wyraźnie spadła liczebność gatunków roślin związanych z agrocenozami, od wieków towarzyszących uprawom. Na przykład w Wielkiej Brytanii w żadnej innej grupie gatunków roślin spadek ten nie był aż tak duży jak dla chwastów. Pociągnęło to za sobą spadek liczebności organizmów zależnych od chwastów. A więc między innymi owadów żywiących się chwastami oraz poszukujących na tych roślinach schronienia czy miejsca do złożenia jaj. Część z tych gatunków zalicza się do organizmów drapieżnych, uważanych za pożyteczne dla rolnictwa, ze względu na ich rolę w zwalczaniu szkodników upraw. Największy społeczny niepokój w krajach zachodniej Europy wywołało wyraźne zmniejszenie się liczby ptaków związanych ze środowiskiem rolniczym. Efekt był na tyle widoczny, że zaczęto go nawet określać mianem „drugiej Cichej Wiosny”, nawiązując do tytułu sławnej książki autorstwa Rachel Carson, traktującej o wpływie DDT na środowisko, a szcze-

*Seminarium przygotowane przez studentkę V roku, K. Golnik, na podstawie materiałów dostarczonych przez prof. Z. Dąbrowskiego, z dwóch międzynarodowych konferencji dotyczących roślin genetycznie zmodyfikowanych (Praga 2003, Cambridge, 2004).

gólnie na ptaki. Najlepiej ilustruje to sytuacja w Wielkiej Brytanii, gdzie badaniami nad ptakami zajmują się członkowie Brytyjskiego Towarzystwa Ornitologicznego (ang. British Trust for Ornithology, BTO). Są to ludzie w większości niezwiązani zawodowo z ornitologią, jednak skala tych badań jest niespotykana w innych krajach Europy. Wykazali oni, że w przeciągu około trzydziestu lat liczebność gatunków ptaków związanych ze środowiskiem rolniczym spadła o 30%. Za główną przyczynę tego spadku uważa się zmniejszenie ilości pożywienia, czyli nasion chwastów. Ma to szczególne znaczenie w okresie zimy i jest wywoływane coraz skuteczniejszym zwalczaniem chwastów oraz przechodzeniem na uprawę ozimin.

Istnieje obawa, że dalsza intensyfikacja upraw może doprowadzić do poważnych zmian w środowisku. Szczególnie nieufnie podchodzi się do uprawy roślin genetycznie modyfikowanych odpornych na herbicydy (GMHT). W 2000 r. A. Watkinson i jego współpracownicy opublikowali w czasopiśmie „Science” model matematyczny, który symulował reakcję populacji komosy (*Chenopodium album*, nazwa potoczna: lebioda) na wprowadzenie do uprawy odmiany buraka cukrowego odpornego na glyfosat. Komosa jest jednym z podstawowych źródeł pokarmu dla ptaków. Wnioski wypływające z modelowania były bardzo niepokojące. Wykazywały, że nowa technologia może doprowadzić do poważnych, niekorzystnych zmian w środowisku rolniczym (WATKINSON i współaut. 2000). Jednak wyliczeniom tym od początku towarzyszyły pewne zastrzeżenia samego autora i innych badaczy. Aby ostatecznie rozstrzygnąć wszystkie wątpliwości potrzebny był program zakrojonych na szeroką skalę polowych badań porównawczych.

Badania takie podjęto w Wielkiej Brytanii. Wybrano trzy gatunki roślin: burak, rzepak i kukurydzę. Badano rzepak jary. W przypadku buraka wysiewano odmianę cukrową i pastewną, lecz nie zaobserwowano między nimi różnic i wyniki podawano dla całego gatunku. Dla każdego z trzech wyżej wymienionych gatunków była prowadzona odrębna seria doświadczeń. Wybrano system, w którym starannie dobrane, duże pola produkcyjne, na których prowadzono doświadczenia dzielono na pół. Na jednej połowie wysiewano rośliny modyfikowane genetycznie odporne na herbicydy, a na drugiej połowie standartowe odmiany. W uprawach konwencjonalnych, aby zapew-

nić prowadzenie typowych zabiegów uprawowych, o ich wybór proszono farmera, do którego należało pole, który postępował z reguły zgodnie z zasadami maksymalizacji zysku ekonomicznego. Przy uprawach roślin transgenicznych farmerom doradzali specjaliści. Aby uzyskać statystycznie wiarygodne dane, należało przeprowadzić badania w sumie na co najmniej sześćdziesięciu polach dla każdego gatunku w przeciągu trzech lat. Były to największe w Europie badania nad uprawą roślin transgenicznych i od początku budziły liczne kontrowersje wśród brytyjskiej opinii publicznej.

Pomiary oddziaływania odmian transgenicznych na agrocenozy obejmowały szereg wskaźników różnorodności biologicznej takich jak: liczba chwastów w poszczególnych fazach rozwojowych, ich przynależność do gatunku, liczebność poszczególnych grup roślin (np. jedno lub dwuliściennych czy stanowiących źródło pokarmu dla ptaków), oraz ilość produkowanych nasion przez poszczególne gatunki. Dodatkowo badano liczebność takich organizmów jak ślimaki czy liczne grupy owadów jak np.: skoczogonki, biegaczowate, pająki, pluskwiki różnoskrzydłe, szkodniki danych upraw, motyle, czy pszczoły zapylające kwiaty. Badania były prowadzone także w dwóch uprawach następujących po uprawie transgenicznej (FIRBANK i współaut. 2003).

Doświadczenie zaplanowano w ten sposób, aby określić wpływ całego nowego systemu uprawy na bioróżnorodność, a nie tylko sam efekt wprowadzenia roślin modyfikowanych genetycznie. Dlatego nie jest zaskoczeniem, że uzyskane wyniki są różne dla poszczególnych gatunków uprawnych. Okazało się, że istotny był wpływ np. okresu stosowania herbicydu, późniejszy w uprawie odmian transgenicznych. Powodowało to wzrost ilości chwastów w pierwszym okresie wegetacji, najbardziej wyraźny w uprawie buraka. Dla odmiany na skład gatunkowy chwastów miał wpływ większy zakres działania herbicydów stosowanych w uprawie transgenicznej.

Zaobserwowano wyraźny spadek zachwaszczenia w uprawie transgenicznych odmian buraka i rzepaku. Ilość nasion chwastów w uprawie rzepaku spadła aż pięciokrotnie, a dla buraka trzykrotnie. Zachwaszczenie w uprawie rzepaku było stosunkowo wysokie (w konwencjonalnej uprawie rzepaku aż 3000 nasion/m², w porównaniu z 600 nasion/m² dla konwencjonalnej uprawy buraka). Dlatego bezwzględny spadek ilości nasion chwastów

był największy dla upraw rzepaku, co przekłada się na wyraźne różnice między uprawą roślin transgenicznych i konwencjonalnych. Większy spadek był notowany dla chwastów dwuliściennych. Uprawa odpornych na herbicydy odmian buraka może mieć jednak największy wpływ na różnorodność biologiczną, gdyż ilość powstających nasion chwastów była tutaj bardzo niska, jedynie 200 nasion/m². Oznacza to, że ze wszystkich porównywanych upraw transgeniczne odmiany buraka powinny najbardziej ograniczać ilość chwastów w następnych latach i dostępność pokarmu dla ptaków. Wyjątkowo w tej uprawie spadek dotyczył w takim samym stopniu chwastów dwuliściennych, jak i jednoliściennych. Jednak efekt w następnych latach nie był taki wyraźny jak przewidywano. Kiełkowało jedynie 1,4-3,5% nasion i dlatego istotniejsze okazały się inne czynniki niż sama ilość nasion dostępnych w glebie z poprzedniego roku. Według jednego ze wskaźników zachwaszczenie w roku następującym po uprawie transgenicznej było niższe o około 20% (HEARD i współaut. 2003)

W przypadku kukurydzy ilość nasion i masa chwastów zwiększyła się przy uprawie odmian transgenicznych o ponad 80%. Wzrosła zwłaszcza ilość i różnorodność roślin dwuliściennych. Efekt ten został spowodowany stosowaniem atrazyny w uprawie konwencjonalnych odmian. Herbicyd ten jest wolno rozkładany w glebie i działa jeszcze dość długo po zastosowaniu. Istnieje możliwość, że w przeciągu kilku lat zostanie on wycofany z użycia. Natomiast herbicydy stosowane w uprawach roślin transgenicznych działają poprzez kontakt z liśćmi i część chwastów została osłonięta przez rośliny kukurydzy. Ogólnie zachwaszczenie w uprawie kukurydzy było stosunkowo niskie. Dlatego nie zanotowano statystycznie istotnego wpływu uprawy odmiany transgenicznej na zachwaszczenie w następnych latach.

Podsumowując, zastosowanie odmiany transgenicznej takich roślin jak burak i rzepak powoduje spadek różnorodności biologicznej w okresie ich uprawy. Jednak efekt w następnych latach nie jest aż tak wyraźny. Warto przypomnieć, że model Watkinsona zakładał zerową produkcję nasion chwastów w latach pomiędzy uprawami transgenicznymi. Po wprowadzeniu roślin modyfikowanych genetycznie do powszechnej uprawy liczebność badanych gatunków na pewno się zmniejszy, gdyż zawsze w danym roku część pól będzie obsiewana

roślinami transgenicznymi. Trudno jednak ostatecznie rozstrzygnąć czy różnorodność biologiczna będzie spadać w kolejnych cyklach rotacji upraw. W USA, gdzie uprawy roślin transgenicznych są prowadzone od kilku lat, wzrost lub spadek różnorodności zależał od liczby zabiegów herbicydem, czyli od indywidualnej decyzji farmera.

Ponieważ ptaki poszukują pożywienia na obszarze znacznie większym niż pola doświadczalne, nie było możliwe bezpośrednio ocenienie wpływu upraw transgenicznych na ich liczebność. Uzyskane dane na temat liczebności chwastów i ich nasion powinny pozwolić na wykorzystanie modeli matematycznych do precyzyjnego określenia zagrożenia dla tej grupy zwierząt.

Sami autorzy projektu ostrzegają przed nadinterpretacją uzyskanych wyników. Przebadano tylko jeden aspekt uprawy roślin modyfikowanych genetycznie, a więc wpływ na różnorodność biologiczną agrocenoz. Nierozwiązanych pozostaje wiele kwestii związanych z praktycznym wykorzystaniem metod inżynierii genetycznej, jak powstawanie roślin odpornych, przepływ modyfikowanych genów do niektórych gatunków chwastów, kwestie etyczne i wiele innych. Dodatkowo, istnieje możliwość uzyskania roślin odpornych na herbicydy konwencjonalnymi metodami hodowli, a efekt strat w różnorodności biologicznej powinien być taki sam jak dla odmian transgenicznych.

Projekt badawczy przeprowadzony w Wielkiej Brytanii ma również znaczenie dla nauki poprzez opracowanie nowego modelu badań ekologicznych w uprawach rolniczych. Do tej pory nie prowadzono badań na tak dużą skalę. Można mieć nadzieję, że w przyszłości tą metodą będzie określany wpływ wielu nowych sposobów uprawy przed ich wprowadzeniem do powszechnego użycia. Ograniczeniem może być jednak znaczny koszt (ok. 6 mln £) i pracochłonność tej metody badań. Na podstawie już uzyskanych wyników można poprawić istniejące modele matematyczne tak, aby uzyskiwać dokładniejsze prognozy ryzyka.

Istnieje kilka sposobów rozwiązania problemu spadku różnorodności biologicznej spowodowanego intensyfikacją uprawy, zarówno konwencjonalnej, jak i odmian modyfikowanych genetycznie. Możliwe jest wydzielenie pewnych obszarów wyłączonych z typowej uprawy rolniczej lub o bardzo zmniejszonej liczbie zabiegów uprawnych. Stanowiłyby one

swego rodzaju rezerwę organizmów pożytecznych i zasobów genetycznych. Mogą to być pozostawione bez uprawy miedze i pasy na obrzeżach pól. Już teraz przy niektórych uprawach roślin transgenicznych odpornych na owady wymaga się pozostawienia pewnego procentu gruntu pod uprawę tradycyjnych odmian, aby zapobiec powstawaniu odpornych populacji szkodnika. Łatwo byłoby zaadoptować taki model także dla roślin odpornych na herbicyd. Podkreśla się znaczenie upraw mniej intensywnych, „przyjaznych środowisku”. Pewne nadzieje wiąże się z dotowanym przez Unię Europejską programem wyłączania z produkcji i rekultywacji terenów, na których uprawa jest najmniej opłacalna.

Wnioski wyciągnięte z doświadczeń przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii nie mogą być bezpośrednio przeniesione na inne regiony. Zostały one opracowane metodą porównania z aktualnie stosowanym modelem rolnictwa w tym kraju, a można przypuszczać, że nie odpowiada on modelowi rolnictwa w Polsce. Mozaikowy układ pól z licznymi miedzami i zadrzewieniami, występowanie terenów odłogowanych, ekstensywna uprawa w wielu gospodarstwach, sprzyjała dużej różnorodności biologicznej (CHMIELEWSKI i WĘGOREK 2003). Wyraźnie niższe zużycie herbicydów na hektar wskazuje, że przeciętne zachwaszczenie pól powinno być większe niż w Wielkiej Brytanii. Może to zaowocować większymi negatywnymi zmianami spowodowanymi wprowadzeniem do uprawy roślin genetycznie modyfikowanych na różnorodność biologiczną na obszarze Polski. Jednak oznacza to także, że korzyści ekonomiczne dla rolników byłyby wyższe. Dodatkowo niektóre tereny rolnicze są ostoją niespotykanych już w zachodniej Europie gatunków chwastów i odmian roślin uprawnych. Wprowadzenie uprawy roślin transgenicznych na tych terenach powodowałoby bardzo istotne, nieodwracalne straty. Z drugiej strony można zakładać, że nawet poważna intensyfikacja produkcji na pewnej części terenów, nawet z wprowadzeniem roślin transgenicznych, nie spowoduje dużych zmian w środowisku, gdyż wysoka różnorodność biologiczna w innych agrocenozach stanowiłaby wystarczającą strefę buforową.

Przewidywania dotyczące zmian w polskim rolnictwie w najbliższych latach zakładają intensyfikację produkcji, zwiększanie obszarów gospodarstw i związaną z tym likwidację miedz. Zmiany te mogą wywołać efekt strat w różnorodności biologicznej przewidywany dla uprawy roślin odpornych na herbicydy, nawet przy wykorzystaniu standardowych odmian. Presja ekonomiczna może być tak duża, że nastąpi wyraźna intensyfikacja zabiegów chemicznych w gospodarstwach mniej zaawansowanych technicznie, a to może doprowadzić do zagrożenia środowiska, a nawet zdrowia ludzi. Ewentualne wprowadzenie do uprawy roślin transgenicznych dodatkowo pogłębiłoby spadek różnorodności biologicznej. Za to ochrona w takich uprawach jest zazwyczaj wyraźnie łatwiejsza, co pozwoliłoby na rozwój ekonomiczny większej ilości gospodarstw.

Istnieje możliwość, że część producentów dążących do rozwoju swoich gospodarstw będzie brała pod uwagę trendy panujące na rynkach europejskich. Stymulowałoby to rozwój rolnictwa „przyjaznego środowisku”. Już teraz w Polsce można zaobserwować powstawanie gospodarstw prowadzących produkcję integrowaną czy ekologiczną. Powierzchnia gospodarstw ekologicznych wyniosła już 45 tys. ha w 2002 r. Jest to nadal mało w porównaniu na przykład z 485 tys. ha w Hiszpanii. Prowadzonych jest wiele programów badawczych i wdrożeniowych, zwłaszcza dotyczących metod uprawy określanych jako integrowana produkcja, jednak wyraźnie brakuje nadal programów edukacyjnych i promocji na szerszą skalę takiego typu rolnictwa. Takie uprawy zwiększyłyby różnorodność biologiczną oraz prawdopodobnie wymagałyby całkowitej rezygnacji z uprawy roślin modyfikowanych genetycznie na ich obszarze.

Wprowadzanie do rolnictwa nowych gatunków roślin i nowych metod uprawy stwarza szerokie możliwości, ale i wiele zagrożeń. Doświadczenie krajów zachodniej Europy wskazuje, jak zgubna może być nadmierna intensyfikacja produkcji oraz, że łatwiej jest chronić środowisko niż je odtwarzać. Dlatego należy pamiętać, że wszystkie elementy przyrody są ze sobą powiązane i nawet chwasty mogą pełnić pożyteczną rolę w agrocenozach.

ROLE OF WEEDS IN AGROCENOSIS IN A LIGHT OF RESEARCH ON INFLUENCE OF GENETICALLY MODIFIED CROPS ON BIODIVERSITY

S u m m a r y

The role of weeds in maintaining biodiversity in agrocenosis is discussed. The British research program carried out on the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops is de-

scribed. Effects of the introduction of genetically modified crops into Polish agriculture and their possible effect on biodiversity is discussed.

LITERATURA

- CHMIELEWSKI T. J., WĘGOREK T., 2003. *Rolnicza przestrzeń produkcyjna a różnorodność biologiczna*. [W:] *Różnorodność biologiczna Polski*. ANDRZEJEWSKI R., WEIGLE A. (red.). Narodowa Fundacja ochrony Środowiska, Warszawa, 203–210.
- FIRBANK L. G., HEARD M. S., WOIWOD I. P., HAWES C., HAUGHTON A. J., CHAMPION G. T., SCOTT R. J., HILL M. O., DEWAR A. M., SQUIRE G. R., MAY M. J., BROOKS D. R., BOHAN D. A., DANIELS R. E., OSBORNE J. L., ROY D. B., BLACK H. I. J., ROTHERY P., PERRY J. N., 2003. *An introduction to the Farm-Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops*. J. App. Ecol. 40, 2–16.
- HEARD M. S., HAWES C., CHAMPION G. T., CLARK S. J., FIRBANK G. L., HAUGHTON A. J., PARISH A. M., PERRY J. N., ROTHERY P., SCOTT R. J., SKELLERN M. P., SQUIRE G. R., HILL M. O., 2003. *Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I. Effects on abundance and diversity*. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 358, 1819–1832.
- WATKINSON A. R., FRECKLETON R. P., ROBINSON R. A., SUTHERLAND W. J., 2000. *Predictions of biodiversity response to genetically modified herbicide-tolerant crops*. Science 289, 1554–1557.