

ŚRODOWISKOWE ASPEKTY WIELOLETNIEGO STOSOWANIA PESTYCYDÓW NA BIAŁORUSI

S.V. SOROKA, P.M. KISLUSHKO, A.F. SKURIAT, A.P. MOLCHAN,
N.V. PETRASHKEVICH, M.M. KIVACHITSKAYA

Białoruski Instytut Ochrony Roślin
Mira 2, 223011 Priluki/Mińsk, Białoruś
belizr@tut.by

I. WSTĘP

Warunki klimatyczne i środowiskowe na Białorusi sprzyjają występowaniu i rozwojowi ponad 65 gatunków owadów – szkodników, 100 gatunków sprawców chorób roślin oraz 300 gatunków chwastów (Soroka i wsp. 2005). Obecnie na Białorusi syntetyczne preparaty chemiczne stanowią powyżej 98% całego asortymentu stosowanych środków ochrony roślin (Soroka i wsp. 2005), a liczba zarejestrowanych pestycydów wynosi ponad 500 (Novitsky 2008).

Wieloletnie stosowanie pestycydów należących do różnych grup chemicznych, ich wysoka biologiczna skuteczność, stworzyły potrzebę oceny potencjalnego zagrożenia środkami ochrony roślin dla środowiska (Skuryyat i wsp. 1987; Melnikov 1989; Kruglov 1991).

II. MATERIAŁ I METODY

Badania nad ekologiczną oceną skutków wieloletniego stosowania pestycydów prowadzono w Białoruskim Instytucie Ochrony Roślin w Prilukach, w oparciu o doświadczenia polowe założone w 1987 roku. Obiektem badań były uprawy rolnicze wymagające intensywnej ochrony, gdzie stosowano maksymalne dawki pestycydów (zboża jare i ozime, ziemniaki). W badaniach uwzględniono dwa warianty: intensywną ochronę upraw oraz obiekt kontrolny bez zabiegów ochronnych dla każdej z ocenianych upraw (tab. 1). Środki ochrony roślin dopuszczone do obrotu, zastosowano w maksymalnych dawkach niezależnie od stanu fitosanitarnego poszczególnych upraw i były to: Kinto Duo – 2 l/ha; Maraton – 3,5 l/ha; Fundazol – 0,5 kg/ha; Bravo – 3 l/ha; Seron – 3 l/ha; Altterr – 0,1 l/ha; Bi-58 – 1,5 l/ha.

Przy ocenie środowiskowego bezpieczeństwa długoletniego stosowania pestycydów pod uwagę wzięto ilościowy i jakościowy skład mikroflory glebowej, biologiczną ak-

tywność i oddychanie gleby, poziom akumulacji pozostałości pestycydów w warstwie ornej profilu glebowego oraz ich pionowe i poziome przemieszczanie się.

Tabela 1. Schemat wieloletniego doświadczenia ze stosowaniem pestycydów (Białoruski Instytut Ochrony Roślin, 1987–2010)

Table 1. Scheme of a long-term stationary trial (RUC „Institute of Plant Protection”, 1987–2010)

Uprawa – Crop	Intensywna ochrona Intensive protection	Kontrola – Control
Pszenica ozima Winter wheat	1. zaprawianie ziarna – seed dressing 2. herbicydy – herbicides 3. fungicydy – fungicides 4. insektycydy – insecticides 5. retardanty – retardants	bez stosowania herbicydów without herbicide application
Jęczmień – Barley	jak wyżej – the same	jak wyżej – the same
Ziemiak – Potato	1. zaprawianie bulw ziemniaka potato tuber disinfection 2. herbicydy – herbicides 3. fungicydy – fungicides 4. insektycydy – insecticides	jak wyżej – the same

Badania mikrobiologiczne prowadzono w oparciu o metody aprobowane podczas Wszzechzwiązkowej Konferencji Mikrobiologii Rolniczej w 1953 roku, a także wykorzystując podstawy metodologiczne opublikowane w materiałach konferencyjnych, z uwzględnieniem programu UNESCO (Metody 1979).

Badania nad dynamiką pestycydów w roślinach i glebie, prowadzono przy użyciu ogólnie stosowanych metod (Metody 1983, 1992a, b).

III. WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że intensywna chemiczna ochrona upraw rolniczych nie wpłynęła istotnie na mikroorganizmy glebowe i biochemiczną aktywność gleby w czasie wegetacji. W tabelach 1–2 przedstawiono dane dotyczące zmian w zakresie liczebności mikroflory glebowej oraz biologicznej aktywności gleby w uprawie pszenicy ozimej, jako wynik intensywnych zabiegów.

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że po upływie 23-letniego okresu stosowania zabiegów ochronnych w intensywnej technologii uprawy zbóż i ziemniaka przy całkowitym zastosowaniu pestycydów w ilości 278 kg/ha (132 kg/ha w przeliczeniu na substancje aktywne) nie stwierdzono całkowitego naruszenia stanu gleby, a nieistotne wahania liczebności mikroorganizmów glebowych i biologicznej aktywności

gleby miały przejściowy charakter. Skład ilościowy mikroorganizmów glebowych, biologiczna (fermentacyjna) aktywność gleby oraz intensywność oddychania w kombinacjach z 23-letnim okresem stosowania środków ochrony roślin w praktyce nie różniły się od kombinacji kontrolnych bez stosowania pestycydów (tab. 1–5).

Tabela 2. Dynamika zmian liczebności mikroorganizmów glebowych w warunkach intensywnej ochrony pszenicy ozimej (Białoruski Instytut Ochrony Roślin, 2010)

Table 2. Dynamics of change the soil microorganisms' number under the intensive winter wheat protection (RUC „Institute of Plant Protection”, 2010)

Mikroorganizmy w 1 g gleby Microorganisms in 1 g of soil	Przed zabiegiem Before treatment	Po 30 dniach After 30 days	Przed zbiorem Before harvest
Amonifikatory [mln] Ammonifiers [mln]	1,3 (1,0)*	8,2 (7,3)*	4,6 (3,1)*
Mikroorganizmy wykorzystujące formy azotu mineralnego [mln] Microorganisms, using the mineral nitrogen forms [mln]	5,0 (5,0)	16,0 (14,2)	12,8 (10,4)
Mikroorganizmy wykorzystujące związki fosforu organicznego [mln] Microorganisms, using the organic phosphorus combinations [mln]	3,7 (3,6)	6,8 (6,4)	8,7 (8,3)
<i>Actinomyces</i> [mln]	0,4 (0,6)	5,8 (5,4)	45,3 (40,7)
Grzyby glebowe [tys.] Soil fungi [ths.]	31,0 (37,0)	98,0 (76,0)	72,0 (76,0)
Mikroorganizmy rozkładające celulozę [tys.] Cellulose – destroying microorganisms [ths.]	61,0 (57,0)	136,0 (122,0)	203,0 (170,0)
Nitryfikatory [tys.] Nitrifiers [ths.]	1,8 (1,6)	5,3 (5,2)	2,8 (2,3)

*w nawiasach – wariant bez stosowania pestycydów – in brackets – untreated variant

W wyniku 23-letniego okresu stosowania pestycydów z różnych grup chemicznych nie stwierdzono akumulacji ich pozostałości w warstwie ornej, a także intensywnego, pionowego przemieszczania się składników w głąb profilu glebowego. Stwierdzone ilości pozostałości pestycydów w glebie były nieistotne: 2,4-D (0,03 mg/kg gleby) na głębokości 80–100 cm, chlopyralid (0,012 mg/kg gleby) na głębokości 20–490 cm, pendimetalina (0,008 mg/kg) na głębokości 60–80 cm, metrybuzyna (0,03 mg/kg gleby) na głębokości 40–60 cm (tab. 6).

Ważnym kryterium ekologicznego bezpieczeństwa stosowania środków ochrony roślin jest stopień akumulacji ich pozostałości w plonie roślin uprawnych. W latach 2006–2010 przeanalizowano 420 formułacji pestycydów w 15 uprawach, a całkowita liczba badanych prób wyniosła 1860.

Tabela 3. Zmiana fermentacyjnej aktywności i oddychania gleby w wyniku intensywnej ochrony pszenicy ozimej (Białoruski Instytut Ochrony Roślin, 2010)

Table 3. Change of fermentative activity and soil breathing against a background of the intensive winter wheat protection (RUC „Institute of Plant Protection”, 2010)

Wskaźniki – Indices	Przed zabiegiem Before treatment	Po 30 dniach After 30 days	Przed zbiorem Before harvest
Katalaza, cm ³ O ₂ w ciągu 3 min/2 g gleby Catalase, cm ³ O ₂ for 3 min per 2 g of soil	3,6 (3,3)*	7,5 (6,6)*	5,8 (4,3)*
Inwertaza, mg glukozy/1 g całkowicie suchej gleby w ciągu 24 godzin Invertase, mg glucose per 1 g of absolutely dry soil for 24 hours	2,4 (2,5)	4,1 (3,9)	1,9 (1,2)
Ureaza, mg NH ₃ /100 g powietrznie suchej gleby w ciągu 3 godzin Urease, mg NH ₃ per 100 g of air-dried soil for 3 hours	3,2 (3,0)	6,2 (5,4)	4,3 (3,8)
Proteaza, g.l. jednostek/10 g gleby Protease, g.l. units per 10 g of soil	8,2 (8,1)	11,3 (10,4)	18,8 (16,6)
Oddychanie gleby, CO ₂ w mg/100 g gleby w ciągu 24 godzin Soil breathing, CO ₂ in mg/100 g of soil for 24 hours	5,5 (5,7)	15,6 (12,3)	5,3 (4,1)

*w nawiasach – wariant bez stosowania pestycydów – in brackets – untreated variant

Tabela 4. Dynamika liczebności mikroorganizmów glebowych w wyniku 23-letniego okresu stosowania pestycydów (doświadczenie polowe, Priluki, dane z 2006–2010)

Table 4. Dynamics of soil microorganisms' number against a background of 23 years pesticides application (stationary trial, Priluki, 2006–2010 data)

Mikroorganizmy Microorganisms	Zmiana liczebności w stosunku do kontroli bez pestycydów [%] Change of number in to the control without pesticides [%]				
	2006	2007	2008	2009	2010
1	2	3	4	5	6
Amonifikatory Ammonificators	118	100	154	155	148
Mikroorganizmy wykorzystujące mineralne formy azotu Microorganisms using the mineral forms of nitrogen	90	105	110	124	124

1	2	3	4	5	6
Mikroorganizmy wykorzystujące związki organiczne fosforu Microorganisms using the organic phosphorus combinations	100	98	114	137	105
<i>Actinomyces</i>	92	103	115	168	219
Grzyby glebowe Soil fungi	94	91	113	105	128
Mikroorganizmy rozkładające cellulozę Cellulose destroying microorganisms	107	109	117	76	119
Nitryfikatory Nitrifiers	104	101	127	135	122

Tabela 5. Zmiany biologicznej (fermentacyjnej) aktywności i oddychania gleby w warunkach wieloletniego stosowania pestycydów (23-letni okres doświadczenia polowego, Priluki, dane z 2006–2010)

Table 5. Change of fermentative activity and soil breathing against a background of long-term pesticide application (stationary 23 year field trial, Priluki, 2006–2010 data)

Wskaźniki Indicators	Aktywność w stosunku do kontroli bez pestycydów [%] Activity to control without pesticides [%]				
	2006	2007	2008	2009	2010
Katalaza – Catalase	109	122	115	150	135
Inwertaza – Invertase	104	117	112	141	161
Ureaza – Urease	105	119	115	120	113
Proteaza – Protease	104	103	105	105	112
Oddychanie gleby Soil breathing	115	121	123	143	129

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że po rutynowym stosowaniu środków ochrony roślin, na ogół nie stwierdzano ich pozostałości w płodach rolnych. Opierając się na wynikach przeprowadzonych badań trzeba podkreślić, że tylko w 13 przypadkach wykryto pozostałości pestycydów.

Znamiennym jest, że po okresie wieloletniego stosowania środków ochrony roślin, urodzajność gleby nie uległa pogorszeniu, o czym świadczy uzyskany wzrost plonu w granicach 45–128% w kombinacjach objętych ochroną w porównaniu do kontroli (nie objętej zabiegami) (tab. 7).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Isoprotruron (Quarts Super, Kugar, Marathon)	1997, 2000, 2003, 2006	3,0	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	0,10
Pendimethalin (Marathon, Stomp)	2003, 2007	2,65	0,012	0,008	0,008	0,008	nie stwierdzono not observed	0,10
Metribuzin (Sencor)	1989, 1992, 1995, 2001, 2004	3,5	0,018	0,006	0,003	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	0,15
Bromukonazole (Granite)	1996, 1997, 1999, 2000, 2005, 2006	1,4	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	0,10
Dimethoate (Fosfamid, Bi-58)	1987, 1988, 1993, 1996, 1999, 2002, 2005, 2006	3,6	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	nie stwierdzono not observed	0,10

*MAC – maksymalna dopuszczalna koncentracja – Maximum Admissible Concentration

Tabela 7. Wpływ intensywnej ochrony na plon upraw rolniczych (23-letni okres doświadczeń polowych Białoruskiego Instytutu Ochrony Roślin, średnia za lata 2006–2010)

Table 7. Intensive protection influence on agricultural crop yield (23 years stationary trial of the RUC „Institute of Plant Protection”, average for 2006–2010)

Wariant Variant	Jęczmień – Barley		Pszenica ozima Winter wheat		Ziemniak – Potato	
	plon yield [dt/ha]	uratowany plon, % w stosunku do kontroli preserved yield, % to the control	plon yield [dt/ha]	uratowany plon preserved yield, % to the control	plon yield [dt/ha]	uratowany plon, % w stosunku do kontroli preserved yield, % to the control
Intensywna ochrona Intensive protection	57,1	63,5	67,0	45,0	279,6	128,0
Kontrola Untreated	37,2	–	46,2	–	122,6	–
Całkowita ilość pestycydów w latach 1987–2010 – Total pesticide load in 1987–2010 – 278 kg/ha dla formułacji preparatów – for formulations – 132 kg/ha dla substancji aktywnych – for active substances						

IV. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników badań należy stwierdzić, że typowe dla Białorusi gleby darniowe, płowe, średnio gliniaste charakteryzują się zdolnością do inaktywacji pestycydów z różnych grup chemicznych, o czym świadczy brak akumulacji pozostałości środków roślin w glebie. Po 23-letnim okresie stosowania pestycydów w uprawach ziemniaka, pszenicy ozimej i jęczmienia na poletkach doświadczalnych nie stwierdzono zasadniczo przemieszczania się pestycydów w głąb profilu glebowego, a także akumulacji pozostałości pestycydów w plonach badanych upraw. Zmiany ilościowe i jakościowe składu mikroflory glebowej, jak też biochemicznej aktywności gleby w wyniku wieloletniego stosowania pestycydów nie były istotne i miały tylko przejściowy charakter. Zatem, przy ścisłym respektowaniu zasad stosowania środków ochrony roślin, zagrożenie ekologiczne jest ograniczone do minimum.

V. LITERATURA

- Kruglov Yu.V. 1991. Mikroflora Pochvy i Pesticidy. M.: Agropromizdat, 129 ss.
 Melnikov N.N. 1989. Ekologiya i pesticidy. Agrokimiya 10: 128–141.
 Metody i problemy ekotoksikologicheskogo modelirovaniya i prognozirovaniya. 1979. Materialy 2 Vsesoyuz. rabochego soveshchaniya po mezhdunarod. programme YUNESKO „Chelovek i biosfera”: proekt No. 9–11 „Ekologicheskoe posledstviya sistematcheskogo ispolzovaniya pestitsidov i drugikh sredstv borby s vrednymi organizmami v nazemnykh i presnovodnykh ekosistemakh”. Pushchino, 214 ss.

- Metody opredeleniya mikrokolichestv pestitsidov v produktakh pitaniya, kormakh i vneshney srede: Spravochnoe izdanie. 1983. M.: Kolos, 304 ss.
- Metody opredeleniya mikrokolichestv pestitsidov v produktakh pitaniya, kormakh i vneshney srede: spravochnik. 1992a. M.: VO Kolos, t. 1, 366 ss.
- Metody opredeleniya mikrokolichestv v produktakh pitaniya, kormakh i vneshney srede: spravochnik. 1992b. M.: VO Agropromizdat, t. 2, 414 ss.
- Novitsky R.A. 2008. Gosudarstvennyy reestr sredstv zashchity rastenij (pestitsidov) i udobrenij, razreshennykh k primeneniyu v Respublike Belarus – Minsk. RUP Izd-vo Belblankavyd, 460 ss.
- Skuryyat A.F., Bunyakina A.M., Molchan A.P. 1987. Rashtki dyloru u glebe i aktyunastj mikroorganizmau na roznykh fonakh mineralnaga zhyulennya. Vestsi akad. navuk BSSR. Ser. s.g. navuk. 2: 68–71.
- Soroka S.V., Skuriat A.F., Kislushko P.M. 2005. Khimicheskij metod zashchity rastenij i obezpechenie ekologicheskoy bezopasnosti ego primeneniya v selskom khozyajstve Belarusi. Minsk: RUP IVTs Minfina, 196 ss.

S.V. SOROKA, P.M. KISLUSHKO, A.F. SKURIAT, A.P. MOLCHAN,
N.V. PETRASHKEVICH, M.M. KIVACHITSKAYA

ENVIRONMENTAL ASPECTS
OF MANY LONG-TERM PESTICIDE APPLICATION IN BELARUS

SUMMARY

The results of 23 years of winter wheat, barley and potato intensive systems of protection tested in a stationary field plot experiment showed that typical for Belarus soddy-podzolic medium loamy soils are of rather a high ability to inactivate different chemical class pesticides, as a result there was no preparation residue accumulation in the soil, no essential vertical migration of pesticides through the soil profile, and pesticide residue accumulation in the studied crop yield. The changes in soil microflora quantitative and qualitative composition and also soil biochemical activity against a background of a long-term pesticide application were not essential and of temporal character. So, by strict observation the rules of plant protection product application, the ecological risk is minimized.

Key words: chemical control, environmental risk, soil microflora