Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
z s. w Karniowicach

Biologiczne czynniki ograniczające ryzyko związane ze stosowaniem środków ochrony roślin

Karniowice 2021

OPRACOWANIE: PIOTR BUCKI, DZIAŁ TECHNOLOGII
PRODUKCJI ROLNICZEJ I DOŚWIADCZALNICTWA MODR

WYDAWCA: MAŁOPOLSKI OŚRODEK DORADZTWA
ROLNICZEGO Z S. W KARNIOWICACH
UL. OSIEDLOWA 9, 32-082 KARNIOWICE, TEL. 12-285-21-13/14
FAX 12-285-11-07; WWW.MODR.PL

SKŁAD I OPRACOWANIE GRAFICZNE: DZIAŁ METODYKI
DORADZTWA, SZKOLEŃ I WYDAWNICTW - ZESPÓŁ WYDAWNICTW -
EMILIA WAWRYSZUK

ISBN 978-83-66244-49-8

WPROWADZENIE

Nadmierna chemizacja rolnictwa odbiła piętno na środowisku przyrodniczym w postaci zubożenia bioróżnorodności i degradacji ekosystemów. Przyczyniło się to do istotnego zmniejszenia populacji rodzimych zwierząt i roślin. Z kolei zachwianie równowagi biologicznej wraz ze zmianami klimatu spowodowały wzrost zagrożenia ze strony agrofagów (chwastów, szkodników i chorób), w tym inwazyjnych. Istnieje silna potrzeba zmienienia rozwoju rolnictwa w kierunku bardziej zrównoważonego, niezagrażającego zdrowiu i życiu żywych organizmów, również ludzi. W tym kontekście trzeba jednak podkreślić niemożność całkowitego zaniechania wykorzystania środków ochrony roślin w dobie rosnącej populacji ludzkiej, a co za tym idzie, coraz większego zapotrzebowania na żywność. Ilość stosowanych sztucznych pestycydów i termin wykonania zabiegów ochrony powinny być więc dobrane odpowiednio do zagrożenia plantacji i stosowane w minimalnej ilości, na ile to możliwe. Wpisuje się to także w założenia Integrowanej Produkcji Roślin (IP) oraz Europejskiego Zielonego Ładu, których priorytetem jest bezpieczeństwo żywnościowe uwzględniające ograniczenie stosowania pestycydów.

Obecnie sukcesywnie wycofuje się określone substancje aktywne stosowane dotychczas w rolnictwie do ochrony roślin, a w ich miejsce dopuszcza się nowe, potencjalnie mniej toksyczne dla środowiska, lecz ich ilość jest stosunkowo niewielka. Strategia ograniczania ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin powinna więc sprowadzać się przede wszystkim do działań zmierzających do stworzenia jak najlepszych warunków wzrostu i rozwoju roślin. Rośliny uprawiane zgodnie z ich wymaganiami względem stanowiska (wilgotność, światło, składniki pokarmowe, przestrzeń życiowa) i zachowaniem właściwej, optymalnej dla gatunków rozstawy są bardziej tolerancyjne na zagrożenia ze strony szkodników i czynników chorobotwórczych. Obecna wiedza i dalsze poznawanie relacji międzygatunkowych również przyczyniają się do zrównoważonej produkcji, czego przykładem jest uzyskiwanie wysokich plonów z upraw współrzędnych w gospodarstwach ekologicznych. Do pozostałych czynników biologicznych wpływających na lepszą kondycję roślin, i tym samym redukcję konieczności stosowania pestycydów obciążonych ryzykiem, zaliczyć należy m.in.: właściwe zmianowanie upraw po sobie, usuwanie resztek pożniwnych, odkażanie gleby, wprowadzanie pożytecznych mikroorganizmów, ograniczanie roślin konkurujących, stosowanie naturalnych preparatów organicznych i mineralnych, aktywatorów rewitalizujących glebę itd. Istotną rolę pełni postęp hodowlany. Pozwala on na wprowadzenie do uprawy odmian, charakteryzujących się częściową lub całkowitą odpornością na choroby i szkodniki lub (w przypadku wyjątkowo agresywnych patogenów) podwyższoną tolerancją na ich wystąpienie. Nowe, ulepszone odmiany są też według zapewnień hodowców wysokowydajne również w trudnych warunkach uprawowych na słabszych glebach, nieuregulowanych stosunkach wodnych itp.

Niniejsza broszura ma za zadanie przybliżyć informacje nt. produkcji roślinnej wysokiej jakości z ograniczeniem stosowania środków ochrony roślin i związanego z tym ryzyka. Wysoka presja ze strony agrofagów utrudnia uzyskanie płodów bez lub z minimalną ilością pozostałości, lecz jest to możliwe dzięki uwzględnieniu wskazówek znajdujących się na jej kolejnych stronach.

PRZYGOTOWANIE STANOWISKA POD UPRAWĘ

Gleba jest integralną częścią środowiska życia roślin i od niej w dużej mierze zależy ich kondycja. Do najczęstszych przyczyn niepowodzeń w uprawie związanych ze stanowiskiem (oprócz organizmów niepożądanych i wyboru gatunku uprawianego) zaliczyć można m.in.: nieuregulowane stosunki wodne, pH dalekie od optymalnego, nadmierne zasolenie, niedobór próchnicy oraz zanik życia mikro- i makrofauny glebowej, szkody związane z ukształtowaniem terenu (wymarzanie na północnym stoku, wietrzne stanowiska itd.), utrudnienia związane z rodzajem gleby, np. nadmierna kamienistość.

Jesienią przed nowym sezonem zaleca się uprzednio wykonać analizę gleby w celu określenia jej pH i zawartości składników pokarmowych, a przed założeniem sadu dodatkowo sprawdzić poziom wód gruntowych. Pozwoli to możliwie wcześnie ocenić potrzebę jesiennego wapnowania i nawożenia organicznego lub nawozami fosforowo-potasowymi. Możliwe będzie też wysianie jeszcze poplonów na przyoranie (z uwagi na widoczne w ostatnich latach przedłużenie okresu bezmroźnego). Nawożenie azotowe jest silnie sprzężone z regulacjami prawnymi dotyczącymi ochrony wód przed azotanami pochodzenia rolniczego, które wskazują, że maksymalna roczna dawka nawozów naturalnych wynosi 170 kg N w czystym składniku na 1 ha UR w ciągu roku. Ilość azotu dostępnego w nawozie organicznym należy obliczyć za pomocą równoważników nawozowych lub posiłkować się udokumentowaną analizą składu chemicznego nawozu.

Laska Egnera do pobierania prób glebowych, fot. Andrzej Gmiąt

W okresie jesiennym jednym z niezbędnych zabiegów (przynajmniej raz na kilka lat) jest wapnowanie, ponieważ w naszym kraju istnieje problem zakwaszenia gleb. Polecane jest także jego wykonanie nawet w okresie zimowym (zachowując ograniczenia

Wapnowanie pól, fot. Andrzej Gmiąt

prawne zawarte w ustawie o nawozach i nawożeniu) przed odwilżą, przy małej warstwie śniegu, która zapobiegnie wywianiu wapna. Wapnowanie należy do jednych z najważniejszych zabiegów agrotechnicznych. Poprawia właściwości fizyko-chemiczne gleb, ich strukturę, a przede wszystkim przyswajalność większości składników pokarmowych poprzez podwyższenie pH. Próchnica w połączeniu z wapniem ogranicza procesy zlepiania na glebach ciężkich i szybkiego zaskorupiania na glebach lekkich. Poza tym w warunkach niskiego pH rośliny są poddane negatywnemu wpływowi aktywnych form glinu. Mogą one powodować degenerację systemu korzeniowego i ograniczenie przemieszczania fosforu i przyswajania wapnia i magnezu. Rośliny są wówczas bardziej podatne na choroby i szkodniki oraz niekorzystne czynniki abiotyczne. Wapnowanie „ożywia" glebę wraz ze stworzeniem lepszych warunków do bytowania mikroorganizmów. Ten rodzaj nawożenia wapnem w formie węglanowej (najlepiej w formie pylistej) można z powodzeniem przeprowadzić bezpośrednio na słomę. Taki zabieg zamiast standardowego, pożniwnego nawożenia azotowego sprzyja ukierunkowaniu bakterii na intensywne wiązanie azotu atmosferycznego, ponieważ nie jest on dostarczany. W takim wypadku drobnoustroje również chętniej przekształcają słomę w kwasy humusowe.

Zasadność wapnowania w zależności od typu gleb dla kilku zakresów pH przedstawia poniższa tabela.

Kategoria agronomiczna gleby	pH dla przedziału potrzeb wapnowania				
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone	zbędne
bardzo lekkie	do 4,0	4,1–4,5	4,6–5,0	5,1–5,5	od 5,6
lekkie	do 4,5	4,6–5,0	5,1–5,5	5,6–6,0	od 6,1
średnie	do 5,0	5,1–5,5	5,6–6,0	6,1–6,5	od 6,6
ciężkie	do 5,5	5,6–6,0	6,1–6,5	6,6–7,0	od 7,0

W ostatnich latach na terenie większości naszego kraju czułym punktem produkcji roślinnej jest niedobór wody w glebie. Zależnie od typu i właściwości gleby, uwarunkowań środowiskowych (np. nachylenia stoków) i rodzaju uprawianych roślin należy dostosować terminy mechanicznych zabiegów i sprzęt do ich wykonania. W rolnictwie zrównoważonym dużą wagę przykłada się do zmniejszenia intensywności uprawy na rzecz upraw bezorkowych i siewu bezpośredniego w mulcz (resztki po zbiorze przedplonu, biomasa roślin międzyplonu). Nieodwracanie roli przeciwdziała erozji, wypłukiwaniu substancji pokarmowych w głąb gleby, zabezpiecza strukturę agregatową przed rozmyciem, ogranicza ewaporację i kiełkowanie chwastów oraz aktywizuje życie biologiczne w glebie. Niemal każdy zabieg uprawowy oprócz szeregu korzyści może wpływać degradująco na środowisko glebowe. Aby to zagrożenie zminimalizować, należy pamiętać przede wszystkim o przeprowadzeniu go w czasie, gdy gleba ma określoną wilgotność. Na glebach lekkich wskazane są zabiegi nieliczne, płytsze i wykonane wczesną wiosną (oprócz orki), aby zatrzymać wodę w glebie i spowolnić procesy mineralizacji masy organicznej. Z kolei na glebach ciężkich, zasobnych, uprawki mają za zadanie głównie poprawić warunki powietrzno-wodne. Pogodzenie ochrony środowiska glebowego i ekonomicznej zasadności uprawek najlepiej odzwierciedla złota myśl z *Kodeksu Dobrej Praktyki*

Rolniczej mówiąca o tym, że zabiegów uprawowych powinno się wykonywać tak dużo, jak to jest konieczne, a zarazem tak mało, jak to jest możliwe.

PŁODOZMIAN

Prawidłowo opracowane wieloletnie następstwo roślin po sobie stanowi podstawę dobrej praktyki rolniczej i ogrodniczej. W naturalny sposób przyczynia się do poprawy struktury gleby i podnoszenia jej żyzności będących przyczynkiem uzyskania satysfakcjonujących plonów wysokiej jakości z ograniczeniem stosowania syntetycznych środków produkcji. Coroczna uprawa innych gatunków na tym samym stanowisku sprzyja wykorzystaniu całego potencjału glebowego. Ich systemy korzeniowe penetrują glebę na różnej głębokości w poszukiwaniu wody i składników pokarmowych. Minerały są pobierane wówczas z całego profilu, a nie tylko z wierzchniej warstwy. Nie dochodzi do jednostronnego wyjałowienia składników, jak ma to miejsce w uprawach monokulturowych. Istnieje mniejsze ryzyko wystąpienia zasolenia i wymywania składników pokarmowych w głąb profilu glebowego. Do głównych zalet płodozmianu należy ograniczenie ryzyka występowania chorób i szkodników w kolejnych latach dzięki zmianie uprawianych gatunków, szczególnie należących do różnych rodzin botanicznych oraz zwiększenie zasobności gleby w azot. Pozostawione resztki roślinne, które mogą być źródłem patogenów, nie zawsze są w stanie przetrwać kilka lat, aż do czasu powrotu rośliny żywicielskiej. Mała ilość gatunków uprawianych na tym samym stanowisku z czasem przyczynia się do degradacji (zmęczenia) gleb, jednostronnego wykorzystania składników pokarmowych, pogorszenia warunków fizyko-chemicznych (np. nadmiernego wysuszenia wierzchniej warstwy gleby), wzmożonej presji ze strony agrofagów, zachwaszczenia oraz zmniejszenia bioróżnorodności gatunkowej na danym stanowisku (w tym glebowej).

Ułożenie właściwego następstwa roślin po sobie w kolejnych latach na tym samym polu nie jest zbyt trudne, jednak trzeba się trzymać kilku zasad:

- należy uwzględnić nawozy zielone na przyoranie, które działają fitosanitarnie, wzbogacają glebę w azot oraz mają zdolność

pobierania składników wymytych do głębszych warstw gleby, dzięki czemu po mineralizacji ich resztek są one ponownie dostępne roślinom następczym,
- udział roślin bobowatych powinien wynosić 25–33% (powinny być uprawiane minimum rok),
- należy przemiennie stosować uprawę zbóż ozimych i jarych,
- gatunki o zróżnicowanych wymaganiach pokarmowych, których korzenie penetrują glebę na różnych głębokościach powinny być dobierane naprzemiennie,
- z powodu większego zagrożenia ze strony agrofagów nie można uprawiać po sobie gatunków z tej samej rodziny botanicznej, należy utrzymywać minimum 4-letnią przerwę w uprawie tego samego gatunku lub jemu pokrewnych,
- warzywa o dużych wymaganiach względem azotu lepiej jest uprawiać po roślinach bobowatych,
- warzywa słabo konkurujące z chwastami bezpieczniej uprawiać po warzywach dyniowatych,
- warzywa liściowe o krótkim okresie wegetacji (sałata, szpinak) bezpieczniej jest uprawiać dopiero w drugim roku po oborniku ze względu na łatwość akumulowania szkodliwych dla zdrowia azotanów,
- należy naprzemiennie uprawiać warzywa pozostawiające dużo i mało resztek pożniwnych (masy organicznej),
- rotacja roślin powinna uwzględniać również wymagania wodne (naprzemienna uprawa roślin o małych i wysokich wymaganiach względem wody),
- dobór gatunków i odmian zależy do uwarunkowań klimatycznych (rejony różnią się od siebie okresem wegetacji i ilością opadów),
- o ile to możliwe, należy po zbiorach szybko, ale starannie, przygotować stanowisko pod nową uprawę, aby gleba krótko była bez okrywy i narażona na erozję i zaskorupianie,
- gatunki sadownicze jako uprawy wieloletnie są wyłączone z płodozmianu, jednak podlegają zbliżonym zaleceniom następczym jak rośliny rolnicze i warzywnicze.

Przykładowe zmianowanie upraw rolniczych na gleby lepsze:			
I rok	pszenica ozima	IV rok	groch siewny
II rok	buraki cukrowe	V rok	rzepak ozimy
III rok	jęczmień jary		
Przykładowy płodozmian rolniczo-warzywniczy:			
I rok	kalafior (późny) (sałata jako przedplon)	IV rok	kapusta (późna) (szpinak jako przedplon)
II rok	jęczmień jary z wsiewką koniczyny	V rok	por
III rok	koniczyna	VI rok	fasola szparagowa i pszenica ozima
Przykładowy płodozmian warzywniczy:			
I rok	ogórek (szpinak jako przedplon)	III rok	seler
II rok	kapusta głowiasta biała (wczesna) (w poplonie nawóz zielony na przyoranie)	IV rok	pomidor (sałata jako przedplon)
		V rok	marchew

NAWOZY ZIELONE

Wzbogacenie gleby w materię organiczną jest nieodzownym elementem świadczącym o dbałości o nią przez rolnika. W czasach, gdy gospodarstwa coraz częściej specjalizują się w wybranej przez siebie dziedzinie, np. w uprawie warzyw lub roślin sadowniczych bez zaplecza inwentarskiego, trudno o obornik – podstawowe źródło próchnicy. Obecnie rosnącą popularnością cieszą się rośliny „na zielony nawóz" mające zbawienny wpływ na glebę. Ich wykorzystanie jest wszechstronne, co jest związane m.in. z szeroką pulą gatunkową. Można je traktować zarówno jako przedplony (rośliny, które zwalniają miejsce przed rozpoczęciem uprawy plonu głównego), plon główny, a także poplony letnie (siane w okresie lata i przyorywane jesienią) i ozime (siane na przełomie lata i jesieni; przyorywane wiosną). Właściwy termin przyorania „nawozów zielonych" nie jest jednoznaczny, niemniej jednak powinien być tak dobrany, by rośliny były okazałe i mocno się rozkrzewiły, lecz jednocześnie

jeszcze nie stwardniały. W przypadku gatunków kwitnących za optymalny okres uważa się rozpoczęcie kwitnienia łanu. Wymieszanie części zielonych z glebą powinno być poprzedzone ich pocięciem na mniejsze fragmenty. Rozdrobnienie przyspiesza bowiem ich proces rozkładu. Na glebach cięższych biomasa roślin powinna się znaleźć płycej, a na lekkich głębiej.

Rośliny wysiewane na przyoranie charakteryzują się na ogół szybkim przyrostem biomasy, głębokim i silnie rozgałęzionym systemem korzeniowym i stosunkowo krótkim okresem wegetacji. Ich uwzględnienie w płodozmianie niesie ze sobą szereg korzyści, jednak niekoniecznie są one dostrzegalne już w uprawie następczej. Do zalet „nawozów zielonych" należy m.in. pobudzenie życia biologicznego gleby, jej spulchnienie, napowietrzenie, „przywrócenie" do obiegu składników pokarmowych wymytych uprzednio do głębszych warstw, ograniczenie zachwaszczenia, a także szereg innych czynników wynikających z dostarczenia materii organicznej do gleby. Zależnie od uprawianego gatunku/mieszanki oprócz ww. zalet ten wariant nawożenia organicznego może dodatkowo wzbogacić glebę w łatwo przyswajalny dla roślin azot (rośliny bobowate), ograniczyć rozwój chorób i szkodników (gryka, gorczyca, rzodkiew oleista, żyto) i przywabiać owady zapylające (facelia, nostrzyk). Duże znaczenie odgrywają mieszanki, zwłaszcza bobowato-trawiaste łączące ze sobą zalety obu grup roślin, np. mieszanka złożona z życicy wielokwiatowej i koniczyny białej. Dobór gatunków do mieszanki nawozów zielonych powinien uwzględniać przede wszystkim możliwość przerośnięcia ich systemów korzeniowych przez możliwie jak największy zakres profilu glebowego, ich przystosowanie do warunków siedliskowych pola oraz długość okresu wegetacji (potencjalnego użytkowania).

Przykłady mieszanek wielogatunkowych (w nawiasach podano proponowaną ilość nasion w kg na ha uprawy):

- gryka i seradela (40; 40),
- peluszka, słonecznik (120; 20),
- bobik, owies, wyka jara (120; 20; 70),
- wyka ozima, życica wielokwiatowa, koniczyna krwistoczerwona (20; 20; 20),
- inkarnatka, lędźwian, wyka kosmata, koniczyna aleksandryjska, gryka, żyto świętojańskie, rośliny zielarskie, facelia (10; 20; 18; 4; 15; 15; 1; 1).

Brodawki korzeniowe na korzeniach peluszki

Facelia błękitna uprawiana na zielony nawóz, fot. Piotr Bucki

DOBÓR GATUNKU I ODMIANY

Kwestia wyboru odpowiednich gatunków i odmian jest podstawową zasadą, którą powinien rolnik rozpatrzyć przed uprawą. Oprócz przebiegu warunków atmosferycznych wymagania względem ilości docierającego słońca, zawartości wody i składników pokarmowych w glebie oraz różnice w okresie wegetacji to podstawowe czynniki decydujące o przydatności danego gatunku (i odmiany) do uprawy w danych warunkach środowiskowych pola. Wszelkie odstępstwa wiążą się z pogorszeniem kondycji roślin i możliwością uzyskania mniej satysfakcjonującego plonu lub nawet jego brak. Dobrym tego przykładem jest wybór odmiany bardzo późnej na stanowiska o krótkim okresie wegetacji. Odmiany w obrębie jednego gatunku różnią się również m.in. barwą, kształtem, wysokością, a nawet typem liści (np. odmiany pomidora o ziemniaczanym typie liści). Nasiona lub materiał nasadzeniowy z zagranicy (dotyczy to również pojedynczych, egzotycznych roślin przewożonych podczas wyjazdów urlopowych) może być źródłem rozprzestrzenienia się szkodników i patogenów dotychczas niespotykanych w naszym kraju np. wirusa brązowej wyboistości pomidora.

Warto zaznaczyć wysoką przydatność rodzimych odmian dostosowanych do uprawy w warunkach klimatycznych Polski. Każda odmiana, zanim

zostanie zarejestrowana, jest poddawana doświadczeniom obejmującym badania na jej odrębność, wyrównanie i trwałość (tzw. testy OWT). Doświadczenia te prowadzone są w jednym miejscu przez okres 1–5 lat zależnie od gatunku (rośliny sadownicze dłużej), a do porównania wykorzystuje się odmiany standardowe, powszechnie użytkowane. Odmiana zostaje uznana za odrębną, gdy minimum jedna z ocenianych cech jakościowych została wyrażona innym stopniem oceny. W przypadku parametrów ilościowych – gdy została potwierdzona statystycznie różnica przy 1-procentowym poziomie istotności w dwóch kolejnych lub dwóch na trzy lata badań. Odmianę można uznać za wyrównaną, gdy zmienność cech przez nią wykazywana jest tak mała, jak tylko to możliwe. Granica tolerancji jest zależna od rodzaju odmiany (obcopylne, syntetyczne, mieszańcowe wieloliniowe itd.). Trwałość odmiany ocenia się w dużej mierze równocześnie podczas dwóch poprzednich badań. Przyjmuje się, że jeżeli odmiana jest wyrównana to również można ją uznać za trwałą. W świetle aktualnych przepisów oprócz wspomnianych wyżej badań OWT, aby nowa odmiana mogła zostać wpisana do krajowego rejestru, musi odznaczać się tzw. zadowalającą wartością gospodarczą. Ten dodatkowy wymóg dotyczy głównie 93 gatunków roślin rolniczych. Odmiany wpisane do krajowego rejestru mogą być wprowadzane do obrotu handlowego, a po wpisaniu do wspólnotowych katalogów

Badania porównawcze kilkunastu odmian pomidora, fot. Piotr Bucki

– także na terenie Unii Europejskiej. Podobnie również zagraniczne odmiany wpisane do katalogów wspólnotowych mogą być przedmiotem handlu w naszym kraju, mimo że niekoniecznie zostały przebadane pod kątem ich przydatności do uprawy w Polsce. Badania przed- i porejestrowe nowych odmian są prowadzone przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) w Słupi Wielkiej, który to jest odpowiedzialny za rejestrację i publikowanie list opisowych odmian. W województwie małopolskim zadania te realizowane są przez oddział w Węgrzcach.

HODOWLA ODPORNOŚCIOWA ODMIAN

Hodowla nowych odmian prowadzona w kierunku bardziej tolerancyjnych na czynniki abiotyczne (susza, zasolenie itp.) oraz częściowej lub pełnej odporności na patogeny i szkodniki to jedna z najszybciej rozwijających się i przyszłościowych metod ograniczania konieczności stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Łatwiej jest osiągnąć odporność na choroby z powodu ich bliższych powiązań z roślinami. Duże znaczenie w odporności pełnią specyficzne związki, dzięki którym rośliny są rzadziej atakowane, np. związki fenolowe i glikozydy terpenoidowe. W aspekcie składu chemicznego ważna jest też zasobność atakowanego organu przez szkodniki w preferowane przez nie składniki, np. wybrane aminokwasy. Im mniej ich jest, tym będą one mniej narażone. Hodowla odpornościowa szczególnego znaczenia nabiera w uprawach warzywniczych i zielarskich, w których silnie promuje się ograniczenie stosowania sztucznych ś.o.r. i skażenia żywności. Poczesne miejsce w rolnictwie i ogrodnictwie obok odmian odpornych na choroby i szkodniki zajmują również odmiany tzw. tolerancyjne. Pomimo zaatakowania ich przez organizmy szkodliwe szybko zabliźniają rany, wciąż cechuje je wysoki wigor, a uzyskiwany plon jest satysfakcjonujący. Wrażliwość na agrofagi zależy również od wieku roślin (i fazy rozwojowej), rodzaju organu i tkanek (w tym występowania wosku i innych barier mechanicznych) i czynników środowiska. Wysoce pożądana, lecz niestety bardzo długotrwała, jest hodowla odmian odpornych lub tolerancyjnych na wirusy, ponieważ te szybko się rozprze-

strzeniają pośrednio przez szkodniki oraz trudno je wyeliminować z plantacji. Efektem manipulacji w genomie roślinnym są rośliny genetycznie zmodyfikowane. Owe manipulacje dotyczą przede wszystkim odmian odpornych na herbicydy. Ich uprawa co prawda wiąże się z ograniczeniem ilości stosowanych herbicydów, lecz z czasem chwasty się na nie uodparniają. Istnieją też duże obawy co do jakości żywności pochodzącej z genetycznie zmodyfikowanych roślin. Wysoką rolę hodowli nowych odmian w ograniczeniu zużycia pestycydów dobrze odzwierciedlają powszechnie występujące choroby, np. parch jabłoni, przy której w uprawie odmian całkowicie odpornych eliminuje się konieczność wykonywania zabiegów ś.o.r. natomiast przy skrajnie wrażliwych trzeba ich wykonać przeszło kilkanaście.

Niestety okazuje się czasem, że odmiany zakwalifikowane jako odporne na dany patogen zostają mimo wszystko zainfekowane. Świadczy o tym m.in. doświadczenie przeprowadzone na polu zakażonym różnymi izolatami kiły kapusty równocześnie pochodzącymi z kilku rejonów Polski. U standardowej odmiany odpornej na tę chorobę nastąpiło przełamanie cechującej tę odmianę odporności i zakażenie roślin przez jeden z izolatów. Stanowi to dowód, że wraz z postępującą hodowlą odmian i uprawą roślin przez człowieka równocześnie następuje uodpornienie patogenów.

SZCZEPIENIE ROŚLIN

Zabieg szczepienia roślin jest jednym z najstarszych zabiegów stosowanych w ogrodnictwie. Dotyczy on zarówno roślin ozdobnych, warzywnych jak i sadowniczych. Polega na połączeniu dwóch komponentów roślinnych: podkładki i zraza odmiany szlachetnej. Szczepienie może też przybrać formę okulizacji, gdzie zamiast pędu odmiany szlachetnej wykorzystuje się pojedyncze „oczko", czyli wegetatywny pąk, z małym fragmentem kory. W praktyce jedno z najczęściej wykorzystywanych rodzajów szczepień polega na połączeniu podkładki i odmiany szlachetnej pod ostrym skosem. Oba komponenty powinny mieć tę samą średnicę i muszą ściśle do siebie przylegać. W przypadku warzyw ten typ szczepienia nosi nazwę „metody japońskiej", a u roślin drzewiastych „przez stosowanie".

Szczepienie doskonale wpisuje się jako czynnik biologiczny pozwalający na redukcję, a nawet (w niektórych przypadkach) na całkowite zaniechanie stosowania środków ochrony roślin. Dobra podkładka jako część nowej rośliny w powyższym kontekście powinna cechować się wysoką odpornością na choroby i szkodniki glebowe (większą tolerancją na zmęczenie gleby), umiejętnością pobierania składników pokarmowych i wody również z głębszych warstw gleby. Ponadto powinna wzmacniać wigor odmiany szlachetnej oraz podwyższać tolerancję na stres abiotyczny związany z suszą, nadmierną wilgotnością gleby (lub podłoża), zasoleniem, wiatrem, niedoborem światła itd. Podkładkami są albo dzikie gatunki blisko spokrewnione z gatunkami uprawnymi lub też uzyskane na drodze hodowli rośliny charakteryzujące się odpowiednim materiałem genetycznym pozyskanym z natury (np. siewki antonówki, pigwa, ałycza, jarząb pospolity, dynia figolistna, bakłażan grochowy, dzika róża itp.). Oprócz ww. właściwości podkładek mogą one determinować również: kierunek stymulowania cech wzrostu i rozwoju (bardziej generatywne, wegetatywne lub zrównoważone), przydatność do uprawy w określonych warunkach środowiskowych (w polu, pod osłonami, o ograniczonej objętości podłoża itp.), długość życia rośliny, plonowanie, jakość owoców, a nawet ich kształt. Trudno jest uogólnić sprzyjające warunki do zrastania się podkładki ze zrazem, gdyż są zależne od gatunku, niemniej jednak w „komorze szczepiennej" powinny być zapewnione: wysoka wilgotność powietrza i temperatura oraz stosunkowo cieniste warunki. O skuteczności tego zabiegu decyduje kompatybilność gatunkowa. Generalnie im bliżej gatunki są ze sobą spokrewnione, tym większa jest szansa na szczepienie, lecz nie jest to regułą (np. grusze i jabłonie pomimo przynależności do jednej rodziny botanicznej nie zrastają się ze sobą na długie lata).

U zdrewniałych gatunków szczepienie wykonuje się na ogół w okresie spoczynku, za pomocą szczepaka. Niektóre z nich bardzo trudno się przyjmują (np. orzech włoski), ponieważ wymagają szczególnej troski podczas zrastania, a biologia rośliny nie ułatwia tego zadania (np. puste przestrzenie w środku zrazów). Do wspomożenia procesu zrastania komponenty ściśle obwiązuje się np. paskami z folii polietylenowej, z kolei do zabliźniania ran po cięciu zrazów używa się powszechnie maści ogrodniczej lub tzw. czerwonego wosku.

W sadownictwie szczepi się m.in. winorośle na podkładkach odpornych na filokserę (mszycę atakującą korzenie) czy jabłonie na podkładkach bardziej tolerancyjnych na zarazę ogniową. Ze względu na mniejsze zużycie materiału szkółkarskiego w porównaniu do tradycyjnego szczepienia zrazami dużą popularność zdobyła okulizacja, dzięki której wykorzystuje się pojedyncze oczka.

W warzywnictwie szczepienie obejmuje obecnie na szeroką skalę prawie wyłącznie gatunki z rodziny *Solanaceae* i *Cucurbitaceae*. W niemal wszystkich metodach szczepienia warzyw wykorzystuje się dodatkowo specjalne klipsy podtrzymujące rośliny i ułatwiające dociśnięcie komponentów. Omawiany zabieg w odróżnieniu od pozostałych roślin ogrodniczych ma praktyczne i ekonomiczne znaczenie w uprawach pod osłonami, gdzie określone gatunki są często uprawiane w monokulturze przez wiele lat na tym samym stanowisku, co wynika ze specyfiki regionu (np. papryka w tunelach radomskich). Po zaszczepieniu młode rośliny transportuje się do małych tunelików, aby łatwiej było utrzymać bardzo wysoką wilgotność powietrza. Warzywa jako rośliny zielne szybko się zrastają. Ostatnio bardzo modne stało się m.in. szczepienie pomidora na ziemniaku. W kontekście ochrony hybryda ta ma tę zaletę, że nie jest atakowana przez stonkę ziemniaczaną.

Omawiany zabieg jest też bardzo popularny w szkółkach roślin ozdobnych. Dotyczy zarówno krzewów i drzew (liściastych i iglastych), jak

Szczepiona rozsada pomidorów szklarniowych, fot. Piotr Bucki

i gatunków o mniejszych gabarytach. W drugim przypadku szczepienie ma jednak bardziej na celu rozmnożenie danej odmiany lub nadanie jej określonej formy niż ochronę przed chorobami lub szkodnikami.

Ubiegłe lata stały się dowodem pogarszających się warunków uprawowych wynikających z pogłębiających się stresów środowiskowych, gradacji szkodników czy nagromadzenia patogenów. Jest to wystarczający powód, by pomimo kilkusetletniej tradycji szczepienia nie traciło ono na wartości, a wręcz przeciwnie – zyskiwało na popularności ze względu na swój proekologiczny charakter. Mnogość gatunków uprawnych i dzikich sprawiają, że jest jeszcze wiele możliwości w zakresie szczepienia roślin.

ODŻYWIANIE ROŚLIN

Zarówno niedobór jak i nadmiar składników pokarmowych w glebie lub podłożu uprawowym wywołuje negatywne skutki w roślinach. Przykładowo może to się objawiać uwrażliwieniem na zimno (nadmiar azotu), ograniczonym wzrostem wegetatywnym (niedobór azotu), zaburzeniami w produkcji chlorofilu (niedobór magnezu), purpurowo-fioletowymi przebarwieniami części wegetatywnych (niedobór fosforu), zaburzeniami wybarwiania się części jadalnych (potas). Trzeba podkreślić, że pewne mechanizmy decydujące o rozwoju rośliny są zależne nie tylko od jednego składnika, lecz od dwóch lub nawet więcej jednocześnie. Koniecznością staje się tu przytoczenie prawa minimum Liebiga: czynnik, którego jest najmniej (jest w minimum) działa ograniczająco na organizm. W praktyce oznacza to, że nawet jeśli prowadzone jest odżywianie optymalne większością składników, lecz jeden z nich jest w niedoborze, to roślina nie jest w stanie osiągnąć największej wydajności i wydać wysokiego plonu dobrej jakości. Podobnie, jak z innymi czynnikami, nieprawidłowe odżywienie wiąże się z pogorszeniem kondycji roślin, a co za tym idzie, stają się one bardziej narażone na czynniki abiotyczne i biotyczne. Niektóre objawy na roślinie, których źródłem jest niedobór lub nadmiar jakiegoś pierwiastka, mogą być bardzo zbliżone. Łatwo wówczas o pomyłkę podczas szybkiej interwencji dokarmiania. Jedną z wartych przypomnienia zasad jest lokalizacja zmian na roślinie (np. przebarwień, nekroz). W dużym uproszczeniu można stwierdzić,

że pojawiające się defekty związane z makroelementami (N, P, K, Mg, Ca, S) w większości są widoczne na starszych częściach rośliny, natomiast te związane z mikroelementami (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B) na częściach górnych, wierzchołkowych. Spośród wielu pierwiastków wymienię kilka z najważniejszych z punktu widzenia odporności na czynniki stresowe. Azot jest uznawany za najbardziej produktywny pierwiastek. Nic więc dziwnego, że nierzadko dochodzi do nadmiernego nim odżywienia. Rośliny przenawożone azotem stają się nadmiernie wegetatywne, później kończą wzrost i wchodzą w okres zawiązywania owoców. Z powodu silnego wydelikacenia oraz ciemnozielonego odcienia liści chętniej nalatują na nie szkodniki i są podatniejsze na zakażenie chorobami. Największą rolę w odporności roślin pełni wapń, a następnie krzem. Są niezbędnymi składnikami ścian komórkowych. Zwiększają wytrzymałość mechaniczną oraz odporność roślin dzięki utrudnieniu chorobom i szkodnikom przełamania naturalnej bariery ochronnej. Wapń, w porównaniu do innych pierwiastków, wolno przemieszcza się w roślinie. Stąd też często można obserwować jego niedobory. np. na papryce i pomidorze w postaci suchej wierzchołkowej zgnilizny owoców i gorzkiej plamistości podskórnej w przypadku jabłek. Pozornie wydają się nie być niebezpieczne, jednak stanowią one „wrota" do infekcji przez patogeny.

Samo nasycenie gleby niezbędnymi minerałami nie wystarcza. Ich dostępność dla roślin jest silnie sprzężona ze stężeniem jonów wodorowych i wodorotlenowych, co popularnie określa się mianem odczynu (pH) gleby. Rośliny zbożowe tolerują szeroki zakres pH gleby, jednak nie oznacza to, że przy każdym odczynie plonują one równoważnie. I tak dla pszenicy wynosi 5,6–7,0; dla żyta 4,8–7,0; dla pszenżyta 5,8–7,0; dla jęczmienia 6,2–7,3; dla owsa 5,5–7,0; a dla kukurydzy 5,0–7,0. Ziemniakom odpowiada pH 5,0–6,2; a rzepakowi 5,8–7,2. Mogą się one nieznacznie różnić w zależności od m.in. odmiany, typu gleby i terminu uprawy (oziminy, jare). Warto dodać, że niektóre z gatunków mogą być uprawiane w glebie o odczynie szerszym niż zalecane, jednak wówczas istnieje większe ryzyko uprawy. I tak dla przykładu można wymienić pomidora, który w „kwaśnych warunkach" równie dobrze rośnie, jednak niska zawartość wapnia zwiększa szanse wystąpienia suchej zgnilizny wierzchołkowej owoców. Z kolei u warzyw kapustnych podwyższenie pH gleby w kierunku obojętnego lub nawet lekko alkalicznego

(zależnie od gatunku) ogranicza zapadalność na kiłę. Nie wolno zapominać również, że nawozy mineralne dzielą się na fizjologicznie kwaśne, obojętne i zasadowe. Oznacza to, że część ze składników zawartych w nawozach jest pobierana przez rośliny, a reszta tworzy z wodą związki zakwaszające lub alkalizujące glebę. Do nawozów zakwaszających należą m.in. siarczan amonu i saletra amonowa, do obojętnych np. saletrzak zwykły, a do lekko alkalizujących – saletra wapniowa.

Widocznym objawom niedoborów składników pokarmowych w roślinach można sprostać poprzez dokarmianie dolistne. Ma ono duże znaczenie interwencyjne również podczas stresów wywołanych czynnikami pogodowymi, np. po przymrozkach. Jest przydatną metodą żywienia roślin kwasolubnych składnikami, które są łatwo przyswajalne na glebach o odczynie obojętnym lub alkalicznym. W porównaniu do nawożenia doglebowego charakteryzuje się bardzo szybko widocznymi efektami. Na skuteczność nawożenia dolistnego wpływ ma bardzo wiele czynników:

- wilgotność powietrza (im jest ona wyższa tym lepiej; dobrym terminem wykonania oprysku jest wczesny ranek podczas pochmurnej pogody i przy długo utrzymującej się rosie);
- temperatura powietrza (optymalna mieści się w zakresie 12–25°C, zbyt niska ogranicza pobieranie, a zbyt wysoka może powodować poparzenie roślin);
- rodzaj uprawianych roślin (gatunki o liściach z nalotem woskowym, np. kapustne trudniej absorbują składniki tą metodą; w tym przypadku rozwiązaniem może być wykonanie zabiegu po deszczu, który częściowo zmyje nalot, a ponadto wilgotność powietrza będzie wysoka);
- odpowiednie stężenie roztworu (im rośliny starsze i z większą warstwą wosku tym stężenie może być wyższe);
- faza rozwojowa (okres intensywnego wzrostu roślin jest uznawany za najbardziej wskazany do dokarmiania);
- powtarzalność (zabiegi można wykonywać kilka razy co 1–2 tygodnie);
- dodatek substancji wspomagających wchłanianie (jedną z nich jest popularny mocznik);

- rodzaj składnika pokarmowego (najszybciej wchłanianym przez liście pierwiastkiem jest azot, a najwolniej fosfor);
- rodzaj nawozu (nie wszystkie nawozy dobrze sprawdzają się w dokarmianiu dolistnym, dobre efekty daje wykorzystanie wieloskładnikowych nawozów chelatowych);
- ilość cieczy roboczej (im rośliny uprawne mają większą biomasę, tym więcej cieczy użytkowej potrzeba do zwilżenia roślin);
- prawidłowe łączenie (oczywiście nie wolno mieszać jednocześnie nawozów dolistnych i herbicydów, ale można z większością pozostałych środków ochrony roślin w oparciu o dane zawarte w programach ochrony).

Ryzyko związane ze stosowaniem środków ochrony roślin nie dotyczy nawozów, które oprócz żywienia roślin działają toksycznie na patogeny. Są oparte głównie na potasie i fosforze, a ich roztwory mają bardzo wysokie pH (>10). W wyniku działania wysuszającego na zarodniki i zwiększenia ciśnienia osmotycznego na powierzchni liści skutecznie ograniczają lub zwalczają choroby grzybowe, które rozwijają się w środowisku wilgotnym. Działają również pośrednio, poprzez pobudzanie w roślinach naturalnych mechanizmów obronnych. Z kolei fosforyny potasu, magnezu i miedzi zawierają fosfor w formie wykazującej działanie toksyczne względem patogenów z rodzajów *Phytophthora* i *Oomycetes*. Stosowanie nawozów dolistnych zawierających cynk redukuje populacje szkodników poprzez uszkadzanie początkowych stadiów rozwojowych i hamowanie rozwoju alternariozy w uprawach warzyw. W tym miejscu nie sposób nie wymienić preparatów miedziowych (w formie tlenków, wodorotlenków i tlenochlorków miedzi). Stosowane są z wysoką skutecznością do ograniczania wielu chorób grzybowych i bakteryjnych roślin warzywniczych (np. zarazy ziemniaka, bakteryjnej kanciastej plamistości, bakteriozy obwódkowej fasoli) i sadowniczych (np. antraknozy, kędzierzawości liści brzoskwini, zarazy ogniowej, parcha). Większość z nich jest dopuszczona do stosowania także w rolnictwie ekologicznym. Te preparaty, które nie bazują na związku miedzi z chlorem są bezpieczniejsze dla roślin. Istnieje minimalne ryzyko uodparniania się patogenów na tego typu preparaty.

Na pierwszy rzut oka wydawać by się mogło, że nawożenie organiczne jest (oprócz przenawożenia) bezpieczną formą kompleksowego zaopatrzenia roślin w niezbędne do prawidłowego wzrostu i rozwoju składniki pokarmowe. W dzisiejszych czasach, gdzie rolnictwo jest silnie zintensyfikowane, wprowadzanie materii organicznej pochodzenia zwierzęcego do gleby jest obciążone pewnym ryzykiem. Najlepszym tego przykładem jest stosowanie obornika niewiadomego pochodzenia. Jak powszechnie wiadomo, nawóz ten składa się również z pewnej ilości ściółki w postaci słomy, a ta z kolei, jeśli pochodzi z uprawy zbóż intensywnie prowadzonych, może być źródłem pozostałości herbicydów i regulatorów wzrostu. W uprawie roślin rolniczych może nie stanowi to zbyt dużego problemu, ale w warzywnictwie już tak. Objawy fitotoksyczności pojawiające się np. na pomidorach uprawianych na balotach ze słomy przypominają zakażenie wirusami. Ich liście są silnie zredukowane, mają „paprociowaty" kształt, a stożki wzrostu mogą w krytycznych przypadkach zamierać. Racjonalnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest upewnienie się co do jakości sprowadzonej słomy lub obornika, albo dłuższe ich kompostowanie we własnym gospodarstwie. Obornik dłużej podlegający procesom fermentacyjnym zawiera mniej toksycznych substancji, które ulegają biodegradacji. Innymi czynnikami, które przemawiają za stosowaniem jedynie dobrze odleżałego obornika jest mniejsze ryzyko związane z rozprzestrzenianiem chwastów, chorób i szkodników (giną one w wyniku działania wysokiej temperatury i długiego składowania). Dla przykładu, w stosunkowo świeżym oborniku doskonałe do rozwoju warunki znajdują m.in. pędraki chrabąszczy.

Kwestię nawożenia i ograniczenia stosowania pestycydów można również rozpatrzyć, biorąc pod uwagę nawozy mineralne. Jednym z nich jest cyjanamid wapnia ($CaCN_2$) pod handlową nazwą Perlka. Ten azotowapniowy nawóz o dłuższym uwalnianiu azotu ulega w glebie wielu reakcjom, podczas których zachodzi dezynfekcja gleby względem nasion chwastów i patogenów glebowych (np. kiły kapusty). Według danych literaturowych fitotoksyczność tego nawozu powoduje, że należy zachować 2–3-dniową karencję na każde 100 kg/ha pomiędzy jego zastosowaniem a siewem lub sadzeniem roślin. W czasie aplikacji gleba powinna być

na tyle wilgotna, aby mogły w niej zachodzić reakcje chemiczne. W warunkach chłodu i suszy należy ją odpowiednio przedłużyć. Dodatkową zaletą Perlki jest odkwaszanie gleby (zawiera 50% CaO).

OCHRONA BIOLOGICZNA

Wykorzystywanie organizmów pożytecznych do ochrony roślin przed patogenami i szkodnikami stale zyskuje na popularności z powodu swojego proekologicznego charakteru, co dobrze wpisuje się w strategię „zero tolerancji" dla pozostałości ś.o.r. Stanowi to istotny element w Integrowanej Produkcji (IP) ukierunkowanej na wytworzenie bezpiecznej dla zdrowia żywności. Ochrona biologiczna przed szkodnikami jest powszechnie stosowana i uznawana za najbardziej efektywną w uprawach pod osłonami, gdzie panują warunki kontrolowane. Tam też prowadzi się tzw. okresową kolonizację, polegającą na introdukcji wrogów naturalnych szkodników na czas uprawy.

Tab. Przykłady popularnych żywych organizmów przeznaczonych do zwalczania szkodników w uprawie warzyw w pomieszczeniach (na podstawie Programu ochrony roślin warzywnych i ozdobnych uprawianych pod osłonami na 2019 rok).

Pożyteczny organizm	Zwalczany szkodnik	Roślina uprawna
dobroczynek szklarniowy	przędziorki	oberżyna, ogórek, papryka, pomidor
pryszczarek mszycojad	mszyce	oberżyna, ogórek, papryka, pomidor, sałata
dziubałeczek wielożerny	wciornastki, mszyce, mączliki i przędziorki	melon, oberżyna, ogórek, papryka
męczelka syberyjska	miniarki	oberżyna, ogórek, papryka, pomidor, cukinia, fasola

Pożyteczny organizm	Zwalczany szkodnik	Roślina uprawna
dobrotnica szklarniowa	mączlik szklarniowy	oberżyna, ogórek, papryka, pomidor
biedronka dwukropka	mszyce, bawełnica topolowo-sałatowa	oberżyna, ogórek, papryka, pomidor, sałata
złotook pospolity	mszyce, bawełnica topolowo-sałatowa	oberżyna, ogórek, sałata
nicienie *Steinernema feltiae*	larwy ziemiórek	pomidor, ogórek

Spośród mikroorganizmów zwalczających szkodniki w uprawach pod osłonami wykorzystywanych szerzej w ostatnich latach na uwagę zasługują m.in. bakterie *Bacillus thuringiensis* ssp. zwalczające gąsienice motyli (szkodniki niszczą liście), grzyb *Isaria fumosorosea* zwalczający mączliki oraz grzyb *Beauveria bassiana* przeznaczony do ograniczania populacji mączlika szklarniowego, ostroskrzydłego, wciornastków i przędziorka chmielowca. Wprowadzanie organizmów pożytecznych należy oprzeć na zaleceniach podanych na opakowaniu. Zależnie od gatunku można je introdukować zapobiegawczo co pewien okres (pamiętając o zapewnieniu pokarmu) lub po pojawieniu się szkodnika (najlepiej w pobliżu jego skupisk). Ich liczbę należy dostosować proporcjonalnie do ilości szkodników. Aby ułatwić ocenę zagrożenia dobrze jest się posłużyć różnymi metodami monitoringu. W tym celu najczęściej stosuje się tablice lepowe o różnej barwie lub pułapki feromonowe zawierające atraktanty.

Biedronka dwukropka (Adalia bipunctata) i larwa bzyga (Syrphus ribesii), fot. Elżbieta Wojciechowicz-Żytko

Wśród roślin rolniczych na szeroką skalę wykorzystuje się kruszynka (*Trichogramma*

sp.), zwalcza on omacnicę prosowiankę w uprawie kukurydzy. Skuteczność kruszynka waha się średnio od 70% (za pomocą zabiegów agrolotniczych) do nawet 95% (metodą wieszania zawieszek). Te pożyteczne owady błonkoskrzydłe z rodziny kruszynkowatych dobrze sprawdzają się również w ochronie sadów m.in. jabłoniowych i śliwowych przed owocówkami. W uprawach sadowniczych introdukuje się (w tym przypadku raz na wiele lat) m.in. drapieżnego roztocza, dobroczynka gruszowca przy pomocy filcowych opasek, które umieszcza się najczęściej na przełomie zimy i wiosny na pędach krzewów i drzew owocowych. Zwalcza on wszystkie stadia rozwojowe roztoczy, przędziorków i innych drobnych owadów.

Tablica lepowa w sadzie śliwowym, fot. Ilona Maczek

Ochrona biologiczna przejawia się również najprościej w postaci ochrony rodzimych gatunków będących naturalnymi wrogami szkodników. Rodzima, sprzyjająca rolnikowi mikro- i makrofauna jest dobrze przystosowana do zwalczania współwystępujących z nimi od wieków agrofagów. Prostota tej formy ochrony i wzgląd na środowisko przyrodnicze powoduje, że jest ona stosowana zarówno przez producentów, jak i działkowców, a co więcej, może do niej dołączyć każdy z nas. Stwarzanie optymalnych warunków do rozwoju organizmów pożytecznych obejmuje m.in.:

- współrzędną uprawę roślin,
- nawożenie organiczne,
- uprawę roślin „na zielony nawóz",
- pozostawianie dziko rosnących drzew i krzewów (pod warunkiem, że nie są to gatunki, gdzie bytują np. dwudomne patogeny i szkodniki (rdza wejmutkowo-porzeczkowa, mszyca trzmielinowo-burakowa),
- zakładanie budek lęgowych i dokarmianie ptaków w okresie zimowym,

- tworzenie naturalnych schronień np. sterty gałęzi,
- wbijanie żerdzi ułatwiających ptakom drapieżnym wypatrywanie gryzoni,
- wysiew roślin kwitnących (w tym miododajnych) np. facelii, nostrzyków,
- późne koszenie łąk.

Trzeba pamiętać, że organizmy pożyteczne są na ogół bardziej wrażliwe na pestycydy niż agrofagi. Z tego względu ś.o.r. powinny być stosowane w okresie i formie możliwie najmniej obciążającym środowisko (np. po oblocie pszczół, w postaci zaprawiania nasion).

Ryzyko związane ze stosowaniem środków ochrony roślin jest minimalne w przypadku wykorzystania do tego celu preparatów opartych na substancjach naturalnych. W dużej mierze ich działanie jest związane z wykorzystaniem związków wtórnych roślin. Wśród nich na pierwszy plan wysuwają się olejki eteryczne będące „esencją" roślin tzw. olejkowych, głównie z rodziny *Lamiaceae*. Obecnie promuje się m.in. olejek pomarańczowy o działaniu grzybobójczym, owadobójczym i roztoczobójczym. Olejki eteryczne mogą być też stosowane jako repelenty szkodników. Stosowanie własnych roztworów może być utrudnione w związku z charakterem tłuszczowym substan-

Konstrukcja ułatwiająca ptakom drapieżnym wypatrywanie gryzoni (z lewej). Trzcina i inne naturalne materiały sprzyjają gniazdowaniu owadów pożytecznych (z prawej), fot. Ilona Maczek

cji czynnej (olejku), więc bezpieczniej jest użyć gotowego, komercyjnego preparatu, np. Limocide. Ich złożoność (są mieszaniną wielu związków chemicznych) znacznie utrudni agrofagom uodparnianie się na nie. Pozostałe, przykładowe, naturalne środki ochrony na bazie roślin zostały ujęte w tabeli poniżej.

Roślina wykorzystana do produkcji biopreparatów	Zwalczany agrofag	Rodzaj biopreparatu, rozcieńczenie	Termin i rodzaj stosowania
czosnek	przędziorki, mszyce	wyciąg 1:1	wiosna–lato, zapobiegawczo i interwencyjnie
	szara pleśń	wyciąg lub wywar bez rozcieńczenia	wiosna i lato, zapobiegawczo i przy porażeniu
wrotycz pospolity	kwieciaki, opuchlaki, mączniak prawdziwy	wywar 1:5	zapobiegawczo i przy wystąpieniu
pokrzywa zwyczajna	czerwce	gnojówka fermentująca 1:50	przy wystąpieniu
pokrzywa zwyczajna	mączniak rzekomy	gnojówka 1:10	zapobiegawczo, kilkakrotnie co 2–3 tygodnie
krwawnik pospolity	miodówki i liściożerne gąsienice	wywar bez rozcieńczenia	zapobiegawczo i przy wystąpieniu
	kędzierzawość liści brzoskwini		nabrzmiewanie i pękanie pąków oraz okres kwitnienia
skrzyp polny	parch gruszy	wywar 1:4	od kwitnienia po wzrost owoców
	brunatna zgnilizna drzew		w okresie kwitnienia

CZYNNIKI DECYDUJĄCE O SKUTECZNOŚCI ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Skuteczność ś.o.r. jest ściśle powiązana z warunkami środowiskowymi, które towarzyszą w trakcie ich zastosowania. Przy zachowaniu odpowiednich warunków jest możliwe ograniczenie ich zużycia bez obniżenia efektywności zabiegu, łącząc dodatkowo dbałość o środowisko naturalne i zawartość portfela. W związku z powyższym w ramach strategii ograniczenia ryzyka związanego z ich stosowaniem jednym z podstawowych działań jest ścisłe zapoznanie się z etykietą dołączoną do opakowań pestycydów. Niestety nie wszyscy producenci ś.o.r. podają szczegółowe informacje. Stąd też znajomość substancji aktywnych i kierunku ich przemian jest wysoce u rolników pożądana. Świadomość konieczności rotowania, nie preparatów, lecz samych substancji aktywnych w nich zawartych, powinna być powszechnie znana z racji łatwiejszego uodparniania się agrofagów. Wiedza o substancjach aktywnych pozwala również na ocenę możliwości łączenia określonych ś.o.r. podczas jednego oprysku. Bezwzględnie należy przestrzegać m.in. maksymalnej dawki agrochemikaliów i ilości zabiegów w ochronie określonego gatunku rośliny uprawnej przypadających na sezon. Przed wykonaniem zabiegu należy dokonać analizy, czy w danych warunkach zastosowanie danego preparatu jest w pełni uzasadnione. Istotnymi czynnikami determinującymi wykonanie zabiegu pestycydami są: sygnalizacja wystąpienia zagrożenia ze strony agrofagów w postaci przekazanych alertów (powiadomień), przekroczenie progu ekonomicznej szkodliwości lub własne obserwacje.

Z czynników zewnętrznych wpływających na skuteczność stosowania ś.o.r. na pierwszy plan wysuwa się temperatura. Dla większości pestycydów optimum temperaturowe mieści się w zakresie 15–20°C. Pewna część substancji aktywnych jest jednak dobrze reaktywna nawet w temperaturze kilku stopni powyżej zera. Za wartość graniczną uważa się wartość wyższą od ok. 25°C. Uogólniając, w zbyt niskiej temperaturze preparaty mają obniżoną skuteczność, a zbyt wysoka, wraz z intensywnym transportem, nierzadko jest powodem uszkodzeń, zwłaszcza części wierzchołkowych. Najkorzystniej jest wykonywać opryskiwanie w okresie pochmurnej pogody, lecz bez przewidywanych opadów mogących spłukać oprysk. W takich warunkach

również minimalizuje się zagrożenie wynikające ze skupiania przez promienie słoneczne kropli preparatów na zwilżonych częściach roślin, a co za tym idzie poparzeń. Ponadto ograniczone zostaje parowanie, a utrzymujące się zwilżenie sprzyja wchłanianiu substancji przez rośliny. Jest to też związane z dłużej utrzymującą się wówczas wyższą wilgotnością powietrza.

Wraz z pestycydami przemysł rolniczy oferuje również preparaty pomocnicze zwane adiuwantami, poprawiające właściwości cieczy roboczej i ułatwiające jej wchłanialność przez rośliny. Do ich zadań (zależnie od rodzaju) należy m.in. obniżanie napięcia powierzchniowego roztworów, sprzyjanie równomiernemu pokryciu powierzchni roślin, ograniczenie zmycia środków produkcji roślinnej (ś.o.r. i nawozów dolistnych) przez deszcz i wysychania, a także znoszenia przez wiatr. Adiuwanty ułatwiają również zwalczanie szkodników pokrytych woskiem lub tworzących oprzędy (np. przędziorki). Należy je dodać do cieczy roboczej bezpośrednio przed zabiegiem. Zastosowanie adiuwantów wiąże się z możliwością ograniczenia zastosowanych agrochemikaliów średnio o 20–30%.

PODSUMOWANIE

Chemiczna interwencja w życie rośliny jest obarczona ryzykiem pogorszenia otaczających ją warunków środowiskowych poprzez zaburzenia w ekosystemie. Bezpieczniejszą formą ochrony upraw, środowiska przyrodniczego i nas samych (w tym poprzez produkcję zdrowej żywności) są wszelkie działania mające na celu poprawę środowiska, w którym się rozwija. Należy o to zadbać nie tylko w trakcie samej uprawy, ale jeszcze wcześniej. Odbudowa żyzności gleby, pobudzenie w niej życia biologicznego, zwiększenie bioróżnorodności, wykorzystanie hodowli nowych odmian i szczepienia na podkładkach to tylko wybrane możliwości wzrostu tolerancji lub odporności na czynniki biotyczne i abiotyczne roślin uprawnych.

Przystąpienie do zabiegu środkami ochrony roślin powinno być dobrze przemyślane, przeprowadzone w określonych warunkach i mieć miejsce tylko w przypadku realnego zagrożenia. Można przypuszczać, że w kolejnych latach polityka obostrzeń dotyczących stosowania ś.o.r. oraz ilości

dopuszczonych substancji aktywnych będzie coraz bardziej rygorystyczna. Świadczy o tym m.in. fakt, że w ramach Europejskiego Zielonego Ładu i innych inicjatyw proekologicznych zakłada się, że do 2030 roku rolnictwo ekologiczne ma obejmować 25% powierzchni gruntów rolnych, a ilość stosowanych pestycydów ma ulec zmniejszeniu o 50%.

BIBLIOGRAFIA

1. Babik I., Kaniszewski S. [red.]. 2004. Ekologiczne metody uprawy warzyw. Materiały dla doradców. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego – Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu. Radom.

2. Chohura P. Poradnik nawożenia warzyw polowych. Hortpress Sp. z o.o. Warszawa.

3. Czuba Roman [red.]. 1996. Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Zakłady Chemiczne „Police" S.A. Police.

4. Czynczyk A. 2012. Szkółkarstwo sadownicze. PWRiL. Warszawa.

5. Dobrzański A. 2016. Czy warto stosować adiuwanty? Truskawka, malina, jagody. Plantpress. Nr 4.

6. Domagała-Świątkiewicz I. 2004. Najważniejsze nawożenie. Wydawnictwo „Działkowiec" Sp. z o.o. Warszawa.

7. Gmiąt A. [red.]. 2016. Budowa materii organicznej w oparciu o innowacyjne metody agrotechniczne – zalecenia dla praktyki rolniczej. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach; Stowarzyszenie Producentów i Doradców Rolnictwa z s. w Brzesku. Konary.

8. Jaskulski D., Jaskulska I. 2018. Współczesne sposoby i systemy uprawy roli w teorii i praktyce rolniczej. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu. Poznań.

9. Jaworska M. 2012. Ochrona środowiska i ochrona roślin. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Kraków.

10. Knaflewski M. [red.]. 2007. Ogólna uprawa warzyw. PWRiL. Poznań.

11. Kopcewicz J., Lewak S. [red.]. 2012. Fizjologia roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN SA. Wydanie 3 zmienione. Warszawa.

12. Legutowska H. 2009. Preparaty roślinne. Wydawnictwo „Działkowiec" Sp. z o.o. Warszawa.

13. Lipiński W., Krysztoforski M., Artyszak A. Wapnowanie od A do Z. Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego. Kraków.

14. Maziarz A. 2012. Uprawa ogórków pod osłonami. Hortpress Sp. z o.o. Warszawa.

15. Mika A. 2014. Szczepienie i inne metody rozmnażania roślin sadowniczych. PWRiL. Warszawa.

16. Mohan M., Haider S.Z., Andola H.C., Purohit V.K. 2011. Essential oils as green pesticides: for sustainable agriculture. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences: 2(4): 100–106.

17. Nowak D., Bilski Z., Pikosz M. 2020. Zasady układania płodozmianu. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu. Poznań.

18. Pieniążek S.A. [red.]. 2000. Sadownictwo. PWRiL. Warszawa.

19. Pniak M. 2017. Innowacyjne biologiczne metody zwalczania szkodników [w:] Innowacyjne metody ochrony w uprawach ekologicznych. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Karniowicach. Kraków.

20. Preuschen Gerhardt. 1991. Alternatywa dla przewidujących rolników. Nawozy zielone. Płodozmian. Fundacja Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi; Stowarzyszenie EKO-LAND. Krosno; Przysiek k/Torunia.

21. Sady W. 2006. Nawożenie warzyw polowych. Plantpress Sp. z o.o. Kraków.

22. Wesołowska M. 2014. Identification of Plasmodiophora brassicae Wor. isolate suppressing clubroot resistance in 'Kilaxy' F1 white cabbage. Folia Hort. 26(1): 57–62. DOI: 10.2478/fhort-2014–0006

23. Wojdyła A., Czajka A., Soika G., Rybczyński D., Treder J., Stępowska A. Program Ochrony Roślin Warzywnych i ozdobnych uprawianych pod osłonami 2019. Hortpress Sp. z o.o. Warszawa.

24. Wysocka-Owczarek M. 2010. Uprawa pomidorów w szklarniach i tunelach foliowych. Hortpress Sp. z o.o. Warszawa.

ŹRÓDŁA INTERNETOWE

1. https://www.arimr.gov.pl/kontrole-beneficjentow/program-ograniczajacy-stosowanie-azotanow.html (28.01.2021 r.)

2. https://biocont.pl/produkt/dobroczynek-gruszowiec/ (26.02.2021 r.)

3. https://doradcatechmot.pl/2018/08/10/wapnowanie-i-gipsowanie-gleby-czyli boksowanie-sie-z-glinem/ (26.02.2021 r.)

4. https://coboru.gov.pl/ (03.03.2021 r.)