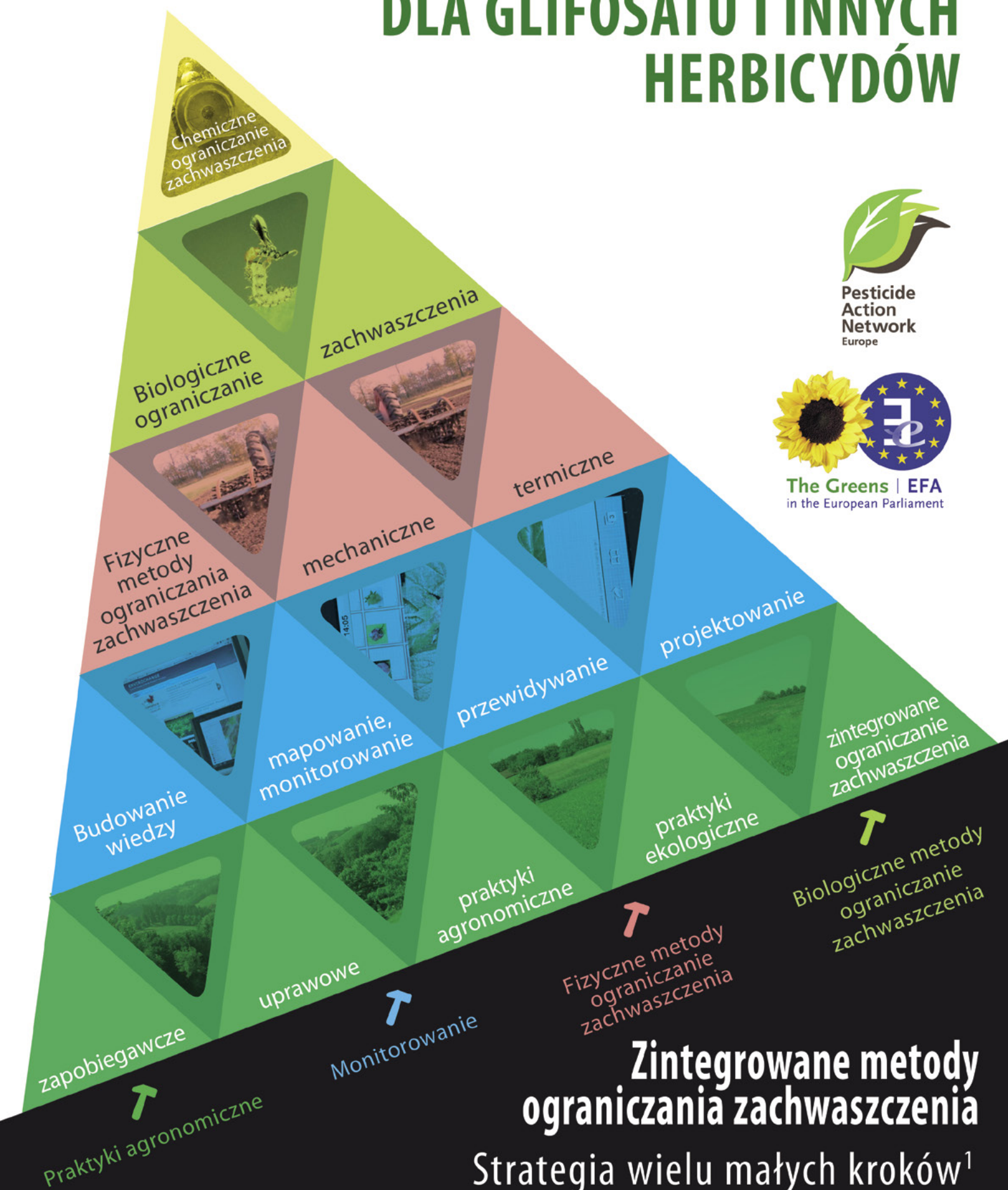


NIECHEMICZNE METODY OGRANICZANIA ZACHWASZCZENIA JAKO ALTERNATYWA DLA GLIFOSATU I INNYCH HERBICYDÓW



Podziękowania: Ten raport powstał dzięki wsparciu finansowemu Grupy Zieloni/Wolny Sojusz Europejski w Parlamencie Europejskim i został napisany przez zespół organizacji PAN Europe z pomocą prof. Isabel Branco, która pracuje w Quercus jako wykładowca gleboznawstwa na Uniwersytecie Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), oraz Charlesa Merfielda, dyrektora BHU Future Farming Centre. PAN Europe docenia ich cenny wkład w powstanie tego raportu.

Pesticide Action Network Europe, 2018 (wydanie drugie).

Rue de la Pacification 67, 1000 Brussels, Belgium

tel: +32 2 318 62 55; info@pan-europe.info; www.pan-europe.info



¹ Strategia wielu małych kroków składających się na zintegrowane metody ograniczania zachwaszczania, w oryginale "Many little hammers", pol. - dużo małych młoteczków – termin utworzony przez dwóch naukowców: Matta Liebmana i Erica Gallandta do opisania zastosowania wielu technik zwalczania chwastów – o mniejszej skuteczności niż herbicydy, lecz dających dobry efekt przy stosowaniu w kombinacji; <https://growiwm.org/using-many-little-hammers-to-combat-herbicide-resistance/>

	page
1 Wstęp	1
2 Glifosat	3
3 Zastosowania glifosatu	4
4 Sprzedaż glifosatu i innych herbicydów w UE	8
5 Obawy związane ze zdrowiem	11
6 Wpływ na funkcjonowanie ekosystemów i glebę	13
7 Niechemiczne metody ograniczania zachwaszczenia	16
7.1 Zapobiegawcze metody ograniczania zachwaszczenia	21
7.2 Ograniczanie zachwaszczenia w czasie wegetacji roślin uprawnych	25
7.3 Biologiczne metody ograniczania zachwaszczenia	37
7.4 Ograniczanie zachwaszczenia przez zwierzęta gospodarskie	38
7.5 Herbicydy eobiotyczne	39
8 Ekonomiczne aspekty zakazu stosowania glifosatu	40
8.1 Europejskie badania niechemicznych metod ograniczania zachwaszczenia ...	43
8.2 Europejskie partnerstwo na rzecz "wydajnego i zrównoważonego rolnictwa" ...	44
8.3 Wspólna polityka rolna na rzecz ograniczenia stosowania pestycydów	45
8.4 Proponowany nowy model funkcjonowania WPR	50
9 Działania polityczne	52
9.1 Europejska Inicjatywa Obywatelska (ECI) "Zakaz stosowania glifosatu oraz ochrona ludzi i środowiska przed toksycznymi pestycydami" ..	52
9.2 Odpowiedź Unii Europejskiej na ECI	53
9.3 Sześć państw członkowskich prosi UE o opracowanie planu odejścia od glifosatu ..	55
10 Wnioski	57
Bibliografia	58
Aneks 1	
Podsumowanie danych na temat toksyczności glifosatu	64
Aneks 2	
Niechemiczne ograniczanie szczawiu (<i>Rumex</i>)	69
Aneks 3	
Ilustracja podejścia "wielu małych kroków" w ograniczaniu zachwaszczenia	82

Diagram 1.

Światowe zużycie glifosatu dla celów rolniczych i nierolniczych
(na podstawie James, 2016)7

Diagram 2.

Sprzedaż pestycydów w UE (2011–2014) według kategorii,
wyrażona w tysiącach ton substancji aktywnych (Eurostat)9

Diagram 3.

Sprzedaż herbicydów, fungicydów i insektycydów
w krajach UE w 2014 r. (Eurostat)..... 10

Diagram 4.

Sprzedaż herbicydów w krajach UE w latach 2011–2014 (Eurostat)..... 10

Diagram 5.

Piramida zintegrowanego ograniczania zachwaszczenia.
Budowanie od dołu do góry 19

Diagram 6.

Plan zintegrowanego ograniczania zachwaszczenia w winnicach 20

Diagram 7.

Klasyfikacja / hierarchia pielników 25

Diagram 8.

W jaki sposób obecna Wspólna Polityka Rolna może zachęcać
do redukcji użycia pestycydów? 46

Diagram 9.

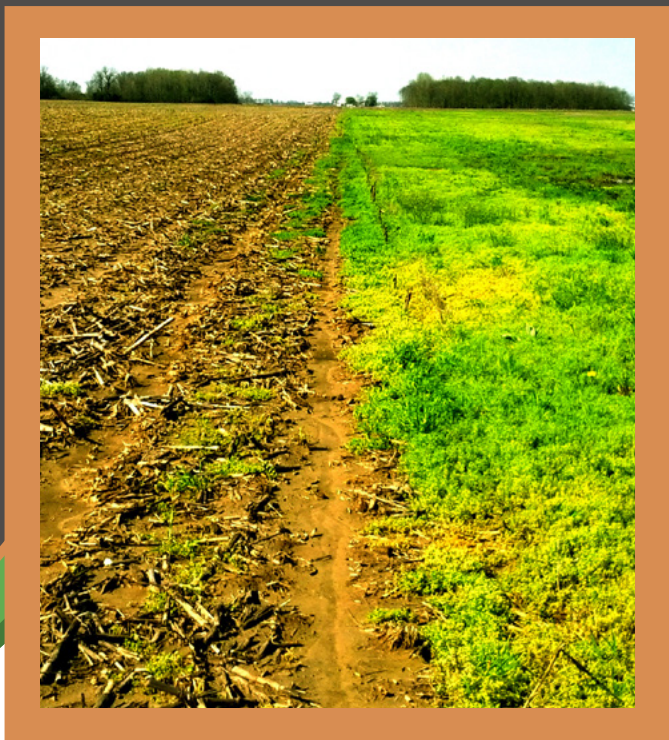
Zintegrowane ograniczanie zachwaszczenia szczawiem (*Rumex*) na użytkach zielonych82

Diagram 10.

Zintegrowane ograniczanie chwastów jednorocznych w jęczmieniu jarym..... 83

Diagram 11.

Zintegrowane ograniczanie chwastów jednorocznych w pszenicy ozimej 84



Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

1 Wstęp

Chociaż stosowanie syntetycznych pestycydów w rolnictwie przyczyniło się do zwiększenia produkcji żywności, zapłaciliśmy za to olbrzymią cenę – degradacją środowiska, zniszczeniem zasobów naturalnych i własnym zdrowiem. Raport Specjalnego Sprawozdawcy ONZ do spraw prawa do żywności podkreśla negatywny wpływ stosowania pestycydów na ludzkie zdrowie (pracowników, ich rodzin, przypadkowych osób, lokalnych mieszkańców i konsumentów) i środowisko. Raport ten pokazuje również, że intensywne rolnictwo oparte na stosowaniu pestycydów nie przyczyniło się do zmniejszenia głodu na świecie².

Herbicydy są stosowane w rolnictwie i ogrodnictwie do zwalczania chwastów, które konkurują z roślinami uprawnymi oraz pastwiskowymi o dostęp do składników pokarmowych, wody i światła słonecznego, co skutkuje zmniejszeniem plonów i w rezultacie mniejszą opłacalnością. Innym bardzo powszechnym zastosowaniem herbicydów są systemy upraw bezorkowych i uproszczonych, w których używa się ich, przede wszystkim glifosatu, aby zakończyć wegetację roślin, po zbiorach, a także przed uprawą przedplonów i zakładaniem pastwisk. Glifosat stosuje się również przed zbiorami, w celu przyspieszenia dojrzewania i desykacji,

tj. zasuszenia zbóż i roślin uprawianych na nasiona. Zastosowania nierolnicze glifosatu obejmują zwalczanie roślin inwazyjnych i wspomaganie ochrony obszarów publicznych, stosowany jest on również ze względów estetycznych lub w celu zapobiegania wypadkom (chodniki, nawierzchnie drogowe i tory kolejowe), a także do niszczenia chwastów w prywatnych ogrodach.

Powszechnie uważa się, że herbicydy są bezpieczne dla naszego zdrowia i mają niewielki wpływ na środowisko. W oparciu o te przekonania systemy rolnicze głównego nurtu są niemal całkowicie uzależnione od stosowania pestycydów, szczególnie herbicydów. Większość rolników zrezygnowała z wielu równie skutecznych niechemicznych metod ograniczania zachwaszczenia. W rezultacie każdego dnia w celu zwalczania chwastów tony herbicydów stosowane są na polach i w ich otoczeniu, zagrażając ludzkiemu zdrowiu oraz negatywnie wpływając na procesy biologiczne i funkcjonowanie ekosystemów. Gospodarstwa rolne i ogrodnictwo uzależniły się od pestycydów, a wiele niechemicznych metod i praktyk zniknęło ze zbiorowej pamięci, więc rolnicy i ogrodnicy wpadli w pułapkę uzależnienia się od pestycydów, z której nie potrafią się wydostać.

² Organizacja Narodów Zjednoczonych, 2017. Raport Specjalnego Sprawozdawcy do spraw prawa do żywności: http://ap.ohchr.org/documents/dpage_e.aspx?si=A/HRC/34/48

Stosowanie herbicydów może wywołać wiele skutków ubocznych, w tym wpływać toksycznie na gatunki niebędące przedmiotem zwalczania, m.in. na organizmy glebowe, bezkręgowce i kręgowce, a także wywierać negatywny wpływ na całe ekosystemy. Swoją ciemną stronę ma również zamierzona redukcja chwastów, które są niezwykle ważnym zasobem żywnościowym i siedliskowym dla innych gatunków żyjących na terenie gospodarstwa, takich jak owady i ptaki. Tak więc istnieją bezpośrednie i pośrednie skutki tak szerokiego spektrum zastosowań herbicydów w ekosystemach rolnych, których konsekwencją jest dramatyczne zmniejszenie populacji wyjątkowo ważnych dla środowiska gatunków: dziko rosnących roślin kwitnących, owadów³ i ptaków⁴, niegdyś powszechnie występujących na obszarach rolniczych.

Herbicydy nie tylko stanowią zagrożenie dla zdrowia człowieka oraz ekosystemów, ale coraz częściej nie spełniają swojego zadania, ponieważ chwasty wykazują z czasem coraz większą odporność na regularne działanie stosowanych herbicydów – do takiego stopnia, że herbicydy nie są w stanie ich zniszczyć. W 2018 r. odnotowano prawie 500 „konkretnych przypadków odporności”, tzn. gatunków chwastów odpornych na jeden herbicyd, gdy w 1970 r. było ich mniej niż 10⁵. Z tego ponad 100 gatunków jest odpornych na dwa mechanizmy działania herbicydów, więcej niż 50 na trzy mechanizmy, aż do jednego gatunku odpornego na 11 mechanizmów działania. W rezultacie tego intensywnego stosowania liczba gatunków chwastów odpornych na glifosat wynosi dzisiaj 42. Staje się jasne, że herbicydy poza tym, że mają negatywny wpływ na środowisko naturalne i zdrowie, zawiodą coraz bardziej jako technologia. Oznacza to, że rolnicy mogą być zmuszeni do stosowania niechemicznych metod ograniczania zachwaszczenia, ponieważ herbicydy przestaną działać.

Ten raport przedstawia szeroki wachlarz niechemicznych alternatyw dla herbicydów, które są już dostępne i używane zarówno przez rolników ekologicznych, jak i tych, którzy stosują zintegrowaną ochronę przed chwastami (ang. integrated weed management – IWM). Autorzy raportu podkreślają pilną potrzebą zastosowania tych narzędzi przez rolników i ogrodników głównego nurtu oraz konieczność dalszego rozwijania i ulepszania dzisiejszych niechemicznych narzędzi, jak również opracowywania nowych rozwiązań tam, gdzie obecne techniki nie są wystarczająco skuteczne. Przyjmując za punkt odniesienia herbicydy oparte na glifosacie, niniejsza analiza przedstawia szeroką gamę metod ograniczania zachwaszczenia, które charakteryzują się wysoką skutecznością bez konieczności użycia herbicydów. Dzięki połączeniu mechanicznych, biologicznych i ekologicznych praktyk rolniczych z pozyskaną wiedzą na temat biologicznych i ekologicznych cech roślin uprawnych i chwastów, rolnicy mogą skutecznie poradzić sobie z chwastami bez herbicydów, utrzymując wysokie plony, unikając nabywania przez chwasty odporności, chroniąc zdrowie gleb i różnorodność biologiczną, a także minimalizując erozję.

Raport obejmuje również takie tematy jak stosowanie glifosatu w UE i globalnie, sprzedaż pestycydów w UE oraz wpływ glifosatu na glebę oraz środowisko, jak również ludzkie zdrowie. Na koniec raport prezentuje listę sugestii dotyczących przejścia na praktyki ograniczające zachwaszczenie, w których nie stosuje się pestycydów.

Praca ta była prowadzona równolegle z projektem „Filming farmers across European Union on alternatives to herbicides, especially glyphosate”, który również został zamówiony przez grupę Zieloni/Wolny Sojusz Europejski w Parlamencie Europejskim.

³ Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., et al. (2017). Ponad 75-procentowe zmniejszenie całkowitej biomasy latających owadów na obszarach chronionych w ciągu ostatnich 27 lat. PLoS ONE 12(10): e0185809; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

⁴ <http://vigienature.mnhn.fr/page/produire-des-indicateurs-partir-des-indices-des-especes-habitat>, <https://news.cnrs.fr/articles/where-have-all-the-farmland-birds-gone>, <https://phys.org/news/2018-03-bird-populations-french-countryside-collapsing.html>, <https://www.independent.co.uk/environment/europe-bird-population-countryside-reduced-pesticides-france-wildlife-cnrs-a8267246.html>

⁵ Heap I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds; <http://www.weedscience.org/>



Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

2 Glifosat

Glifosat jest substancją aktywną najpowszechniej używanego na świecie (i w EU) herbicydu – Roundupu. Oryginalna mieszanka wyprodukowana przez Monsanto była sprzedawana pod nazwą handlową Roundup TM. Stał się on bardzo szybko popularny wśród rolników, ponieważ ma szerokie spektrum działania (niszczy wszystkie rośliny naczyniowe) oraz systemowo niszczy całe rośliny, a nie tylko liście (dzięki temu, że przemieszcza się przez ich systemy naczyniowe). W latach 90. użycie Roundupu wzrosło jeszcze bardziej wraz z wprowadzeniem przez Monsanto produktów pod nazwą „Roundup Ready” – przeznaczonych najpierw dla odpornych na glifosat genetycznie modyfikowanych (GM) upraw soi, a następnie kukurydzy i bawełny. Roundup i inne oparte na glifosacie herbicydy stanowią podstawę rolnictwa bezorkowego, więc w rezultacie są stosowane na milionach hektarów na całym świecie tylko do tego celu.

Potencjał chwastobójczy glifosatu (N(fosfonometylo)glicyna)) został odkryty przez Monsanto w 1971 r., a trzy lata później wpisano go do rejestru herbicydów⁶. Glifosat jest toksyczny dla roślin, ponieważ blokuje działanie enzymu syntazy

(5-enolopirogroniano-szikimowo-3-fosforanowej lub EPSP), który pełni kluczową rolę w syntezie aminokwasów i innych podstawowych dla roślin substancji pokarmowych (poprzez kaskadę reakcji znanych jako szlak szikimowy), co skutkuje niedoborem substancji odżywczych i ostatecznie obumarciem rośliny (Holländer & Amrhein, 1980). Ścieżkę tę wykryto również w mikroorganizmach, w tym w bakteriach i grzybach, ale nie u zwierząt (Herrmann, 1995). Na przykład w 2010 r. glifosat został opatentowany przez Monsanto jako środek antybakteryjny przeciwko pewnym patogenetycznym zakażeniom⁷.

Od 2000 r., kiedy wygasł patent Monsanto na glifosat, wielu innych producentów pestycydów zaczęło produkować oparte na nim środki chwastobójcze. Według European Glyphosate Task Force do konsorcjum przedsiębiorstw, które wytwarzają produkty oparte na glifosacie, należy dzisiaj ponad 40 przedsiębiorstw, a w Europie jest obecnie zarejestrowanych ponad 300 produktów chwastobójczych zawierających glifosat⁸.

⁶ Patent number US 3799758 A. N-phosphonomethyl-glycine phytotoxicant compositions.

⁷ Patent number US 7771736 B2. Glyphosate formulations and their use for the inhibition of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase

⁸ Strona internetowa Glyphosate Task Force (konsorcjum przemysłowe): <http://www.glyphosate.eu/>



Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

3 Zastosowania glifosatu

Glifosat jest nieselektywnym, systemicznym herbicydem o szerokim spektrum zastosowań, desykantem (środkiem wysuszającym) oraz – w mniejszym stopniu – regulatorem wzrostu roślin. Herbicydy oparte na glifosacie (czyli zawierające glifosat jako substancję aktywną oraz inne związki chemiczne), ponieważ są nieselektywne, skutecznie niszczą wszystkie rodzaje roślin (w tym trawy, rośliny wieloletnie, winorośl, krzewy i drzewa) po zastosowaniu na zielone liście. Uważa się, że glifosat skutecznie zwalcza ponad 100 jednorocznych chwastów szerokolistnych i gatunków traw, jak również ponad 60 gatunków chwastów wieloletnich (Dill i in., 2010). Reprezentatywne podsumowanie jego zastosowań w Uni Europejskiej przedstawiono w tabeli 1.

W rolnictwie konwencjonalnym herbicydy oparte na glifosacie stosuje się, zanim zostaną wysiane nasiona, aby zniszczyć chwasty i przez to ułatwić rozwój roślinom uprawnym. W rolnictwie bezorkowym używa się ich jako alternatywy dla orki, aby

oczyścić ziemię z chwastów i poprzednio uprawianych roślin. Ponadto glifosat znajduje zastosowanie jako herbicyd przedwschodowy, pomiędzy siewem a wschodami, aby zniszczyć siewki chwastów, które zostały pobudzone do kiełkowania przez orkę. W przypadku upraw roślin odpornych na glifosat (w większości genetycznie modyfikowanych) herbicyd stosuje się po wschodach, aby zniszczyć chwasty, pozostawiając rośliny uprawne. Herbicydów opartych na glifosacie używa się również do odchwaszczania gleby w uprawach wieloletnich, takich jak drzewa owocowe i winorośl.

Jeszcze innym zastosowaniem glifosatu jest dosuszanie upraw zbożowych i nasiennych na krótko przed zbiorami w celu przyspieszenia procesu dojrzewania i dosuszania nasion przy jednoczesnym zniszczeniu samych roślin w celu ułatwienia zbiorów. Po żniwach przy użyciu glifosatu niszczy się pozostałości roślin uprawnych i wszelkich obecnych na polu chwastów. Stosowanie glifosatu jako desykanta przed zbiorami stało się powszechną prakty-

Tabela 1. Reprezentatywne podsumowanie zastosowań herbicydów opartych na glifosacie w UE (poddany ocenie niezależnych ekspertów raport EFSA, 2015)

Roślina uprawna/ gatunek	Wzrost i stadium	Kontrolowane szkodniki	Dawka produk- tu l/ha (min–max)	Dawka substancji czynnej kg/ha (min–max)
wszystkie*	przed wysiewem	jednoroczne, wieloletnie i dwuletnie chwasty	1-6	0,36-2,16
wszystkie*	po wysiewie, przed wschodami	jednoroczne, wieloletnie i dwuletnie chwasty	1-3	0,36-1,08
zboża (przed zbiorem): pszenica, żyto, pszenżyto, jęczmień, owies**	dojrzałość upraw < 30% wilgotności ziarna	wczesze jednoroczne, wieloletnie i dwuletnie chwasty	2-6	0,72-2,16
rośliny oleiste (przed zbiorem): rzepak, gorczyca, len***	dojrzałość upraw < 30% wilgotności ziarna	wczesze jednoroczne, wieloletnie i dwuletnie chwasty	2-6	0,72-2,16
uprawy sadownicze, winorośl, w tym drzewa cytrusowe, orzechowe i oliwne	po wschodach chwastów	wczesze jednoroczne, wieloletnie i dwuletnie chwasty	2-8	0,72-2,88

* Rośliny uprawne, w tym między innymi: warzywa korzeniowe, bulwiaste, cebulowe, łodygowe, warzywa polowe (warzywa o jadalnych owocach, kapustne, liściaste, świeże zioła, warzywa strączkowe), nasiona roślin strączkowych i oleistych, ziemniaki, zboża, buraki cukrowe i pastewne; przed sadzeniem drzew i krzewów owocowych oraz ozdobnych, a także sadzonek szkółkarskich itd.

** Minimalny okres karencji przed zbiorem (roślin nie można zebrać wcześniej) – 7 dni.

*** Minimalny okres karencji przed zbiorem (roślin nie można zebrać wcześniej) – 14 dni.

ką, szczególnie w regionach o wysokiej wilgotności powietrza. Jednak, ponieważ ten rodzaj zastosowania wiąże się z najwyższym poziomem pozostałości pestycydów, niektóre państwa członkowskie mają w tej kwestii surowe przepisy (ramka 1⁹).

Listę wszystkich zarejestrowanych zastosowań można znaleźć w poddanym ocenie niezależnych ekspertów sprawozdaniu z oceny ryzyka związanego z glifosatem Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA, 2015). Jego podsumowanie przedstawiono w tabeli 1. W UE maksymalna

⁹ Oficjalna strona DG SANTE: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_faq_glyphosate_20170719_final.pdf

Ramka 1. Glifosat: różne praktyki desykacji w krajach członkowskich UE

“

Glifosat jest stosowany w różny sposób przez poszczególne kraje członkowskie. Według Dyrekcji Generalnej ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności (DG SANTE) niektóre kraje mają przepisy określające terminy stosowania glifosatu, a inne – regulacje dotyczące dopuszczalnych dawek dla jego różnych zastosowań. Raport duńskiej Agencji Ochrony Środowiska na temat stosowania glifosatu wyjaśnia:

Kraje członkowskie UE różnią się w pewnym stopniu w kwestii zatwierdzania konkretnych zastosowań glifosatu. W Danii dozwolone jest użycie glifosatu w celu zwalczania chwastów przed zbiorami i dosuszania („pomoc żniwna”) do 10 dni przed żniwami. W Austrii stosowanie glifosatu do dosuszania upraw zbożowych zostało zabronione w 2013 r., podczas gdy stosowanie go do zwalczania chwastów jest nadal dozwolone. W Niemczech stosowanie glifosatu jako „pomocy żniwnej” nie jest zabronione, ale nie uważa się to za dobrą praktykę rolniczą. Taka sama sytuacja jest w Szwecji: na rynku nie są dostępne żadne produkty zawierające glifosat zatwierdzone do tego konkretnego zastosowania.

Europejskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin (ECPA) dodaje: *W kilku północno-zachodnich krajach europejskich glifosat może być stosowany w celu zwalczania chwastów przed zbiorami, przyspieszenia dojrzewania roślin niesamokończących wegetację, aby ograniczyć straty, a także w celu ułatwienia zbiorów roślin samokończących przy deszczowej pogodzie. Poszczególne państwa przyjęły różne zalecenia odnośnie stosowania glifosatu, ale ich wspólnym elementem jest to, że wilgotność próbek dosuszonego ziarna może wynosić najwyżej 30%. Warunki klimatyczne w krajach południowej Europy sprawiają, że niewiele chwastów pozostaje zielona do czasu zbiorów i rośliny uprawne zwykle w pełni dojrzewają, więc stosowanie glifosatu przed zbiorami nie jest zazwyczaj zalecane.*

”

dawka glifosatu, którą można zastosować w okresie 12 miesięcy, wynosi 4,32 kg substancji czynnej na 1 ha, co odpowiada mniej więcej 12 litrom herbicydu (EFSA, 2015).

W skali globalnej 50% używanych w rolnictwie produktów, które zawierają glifosat, stosuje się w uprawie roślin genetycznie modyfikowanych odpornych na działanie herbicydów zawierających tę substancję czynną, w tym: kukurydzy, bawełny, soi, rzepaku i buraka cukrowego. Jedynym celem hodowli odmian odpornych na glifosat jest możliwość stosowania herbicydów zawierających glifosat do zwalczania chwastów w okresie wegetacji roślin

uprawnych. Jednak Unia Europejska wprowadziła bardzo surowe regulacje prawne w odniesieniu do upraw GMO, w związku z czym 19 państw członkowskich wprowadziło zakaz zastosowań GMO, które już uzyskały autoryzację lub są w trakcie procesu autoryzacji¹⁰. Krajami członkowskimi, które uprawiają rośliny GMO, są: Czechy (przyp. red. – w Czechach od 2018 r. nie jest uprawiana kukurydza GMO¹¹), Hiszpania, Słowacja, Rumunia i Portugalia¹². Należy podkreślić, że całkowita powierzchnia upraw GMO w Europie wynosi około 130 000 ha, co stanowi mniej niż 0,1% ziemi uprawnej w UE. 95% gruntów rolnych, na których uprawia się rośliny GMO, znajduje się w Hiszpanii¹³.

¹⁰ https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/authorisation/cultivation/geographical_scope_en

¹¹ Doubkova Z. Biotechnology / GMOs in the Czech Republic in 2019, Ministry of the Environment of the Czech Republic.

¹² European Commission, Fact Sheet: Questions and Answers on EU's policies on GMOs (2015); http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-4778_en.htm

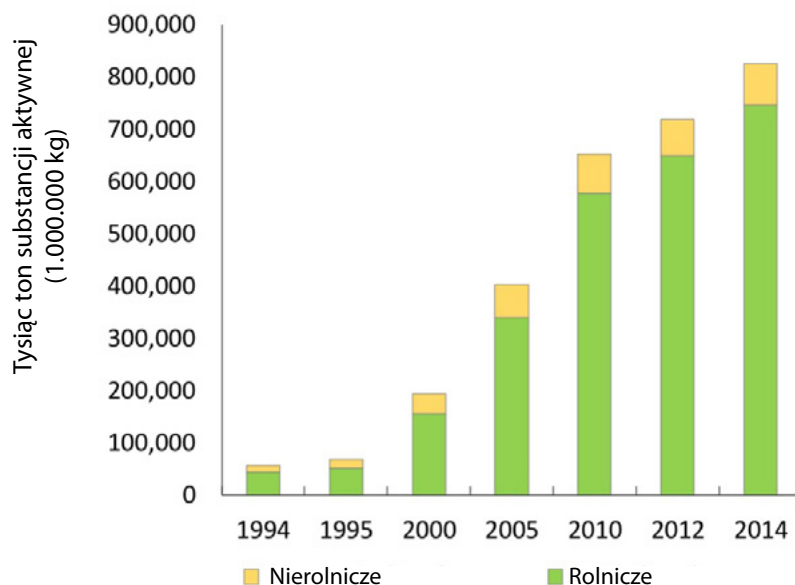


Diagram 1. Światowe zużycie glifosatu dla celów rolniczych i nierolniczych (na podstawie: James, 2016).

Jak do tej pory tylko jedna roślina GMO uzyskała autoryzację dla uprawy w UE – kukurydza MON 810. Jakkolwiek uprawa ta nie jest odporna na glifosat, stosuje się go przed wzejściem roślin i jako desykanta przed zbiorami, tak jak w innych uprawach monokulturowych na skalę przemysłową.

Nie ma oficjalnych danych odnośnie do całkowitej ilości glifosatu stosowanego dla celów rolniczych lub nierolniczych w całej UE. Publikacja oparta na amerykańskich analizach i oficjalnych światowych danych oraz danych przemysłu daje całościowy obraz użycia glifosatu, w rolnictwie i poza nim (Benbrook, 2016), przedstawiony na diagramie 1. Dane te pokazują również, że w okresie

ostatnich dziesięciu lat światowe zużycie tej substancji wzrosło prawie piętnastokrotnie.

W UE niektóre dane są gromadzone przez państwa członkowskie. Na przykład w Niemczech glifosat stosuje się na około 4,3 mln ha ziemi uprawnej (39% całej ziemi uprawnej) – niemieckie badania przeprowadzone przez Uniwersytet w Getyndze szacują, że w 2009 r. w tym kraju zastosowano około 4197 ton substancji aktywnej (Steinmann i in., 2012). W Wielkiej Brytanii w 2014 r. środki ochrony roślin oparte na glifosacie były najczęściej używanymi herbicydami, ich zużycie wyniosło prawie 1800 ton substancji aktywnej (Garthwaite i in., 2014).

¹³ <https://www.infogm.org/-Qui-cultive-des-OGM-dans-les-monde-Et-ou->



**Alternatywy dla
stosowania herbicydów
w ograniczaniu chwastów
– przypadek glifosatu**

4 Sprzedaż glifosatu i herbicydów w UE

Według światowej organizacji Transparency Market Research w 2012 r. Europa odpowiadała za 16,6% globalnego rynku glifosatu¹⁴, a zdaniem jego producentów – stanowił on 25% globalnego rynku herbicydów¹⁵.

UE nie publikuje danych na temat zużycia poszczególnych środków chwastobójczych, co sprawia, że trudno jest zorientować się, jak dużo herbicydów opartych na glifosacie sprzedaje się (lub stosuje) w krajach członkowskich. Niemniej jednak biuro statystyczne Unii Europejskiej (Eurostat) udostępnia statystyki dotyczące sprzedaży

pestycydów w UE¹⁶ (wyrażone w masie składników aktywnych), które przedstawiamy poniżej.

Diagram 2 prezentuje podsumowanie sprzedaży pestycydów w UE w latach 2011–2014. Herbicydy są drugą pod względem wielkości sprzedaży kategorią pestycydów dostępnych na rynku europejskim (131 300 ton substancji czynnych) i w 2014 r. stanowiły 33,1% ogólnej sprzedaży pestycydów (ogółem 396 200 ton substancji czynnych).

Jeśli jednak przyjrzymy się sprzedaży pestycydów w poszczególnych państwach, zobaczymy, że w niektórych z nich herbicydy są najpowszechniej

¹⁴ <https://www.transparencymarketresearch.com/glyphosate-market.html>

¹⁵ <http://www.glyphosate.eu/glyphosate-basics/what-glyphosate>

¹⁶ http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Pesticide_sales_statistics

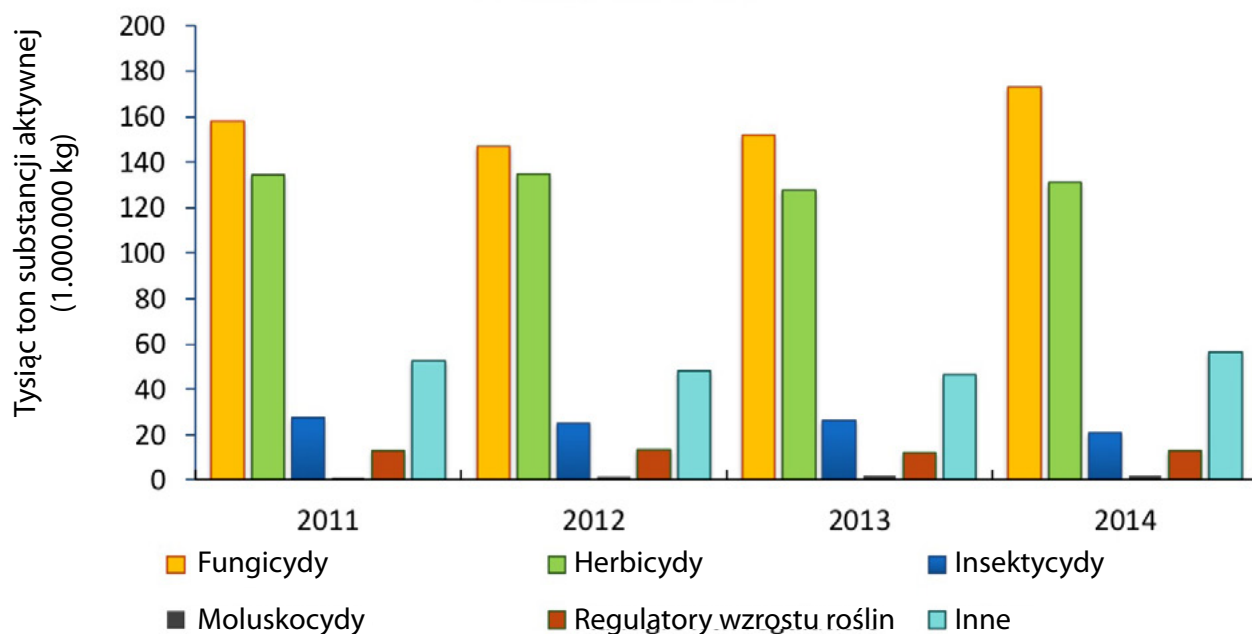


Diagram 2. Sprzedaż pestycydów w UE (2011–2014) według kategorii, wyrażona w tysiącach ton substancji aktywnych (Eurostat)

niej sprzedawaną kategorią pestycydów (diagram 3). Na przykład w 2014 r. więcej herbicydów niż fungicydów sprzedano w 14 krajach UE: Bułgarii, Czechach, Danii, Finlandii, Niemczech, Irlandii, Polsce, Rumunii, Szwecji, Zjednoczonym Królestwie Wielkiej Brytanii, na Łotwie, Litwie, Słowacji i Węgrzech.

Krajami, w których sprzedaje się najwięcej herbicydów, są: Francja, Hiszpania, Zjednoczone Królestwo Wielkiej Brytanii i Polska (diagram 4). Współ-

nie w 2014 r. kraje te odpowiadały za sprzedaż 88 200 ton substancji aktywnych lub 51% całości sprzedaży herbicydów w UE. Warto zwrócić uwagę na to, że Hiszpania jest krajem, gdzie uprawia się najwięcej roślin odpornych na glifosat w UE, i że ma ona drugi pod względem wielkości areal ziemi uprawnej we wspólnocie (po Francji). Ogólnie w latach 2011–2014 sprzedaż herbicydów niewiele się zmieniła, poza Danią, gdzie nastąpiło wyraźne jej zmniejszenie (diagram 4).

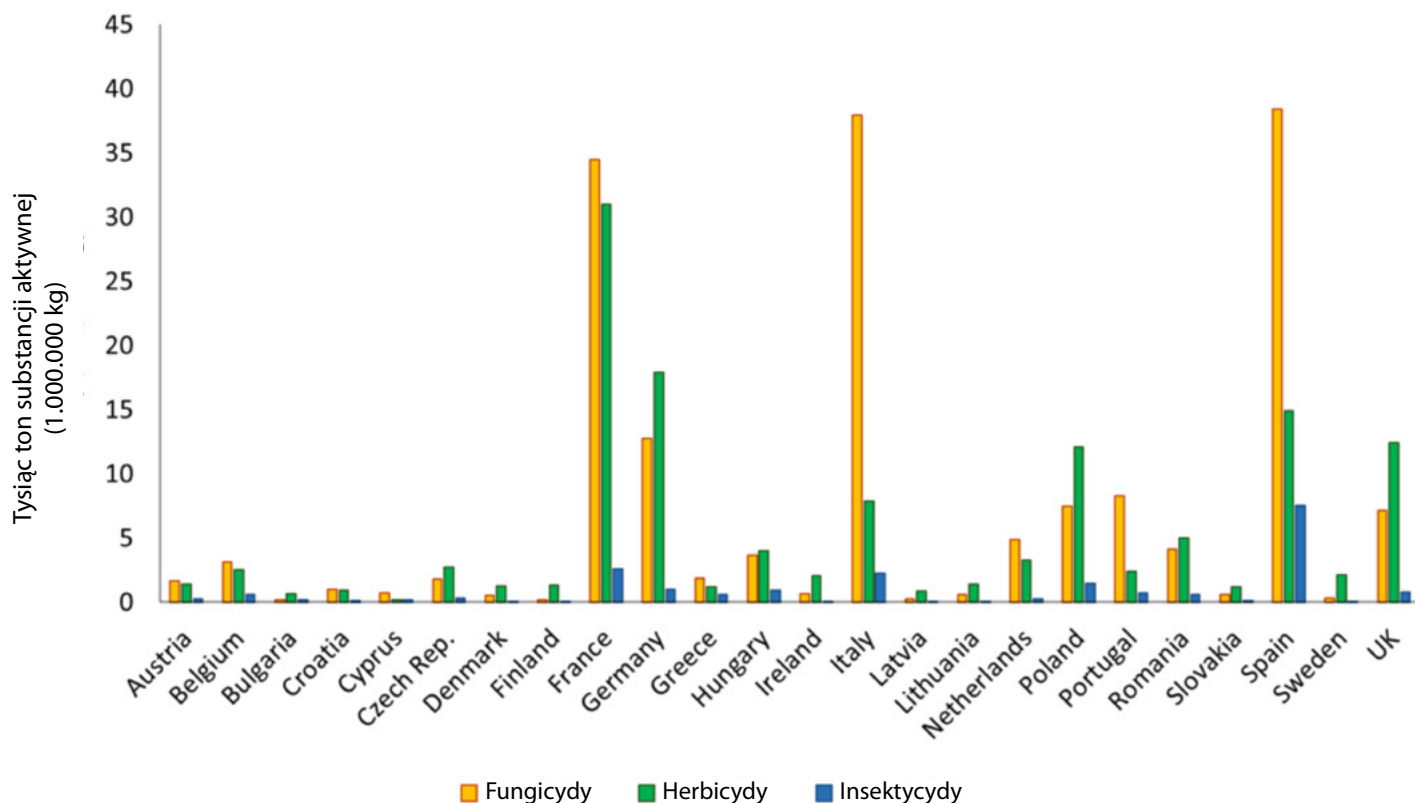


Diagram 3. Sprzedaż herbicydów, fungicydów i insektycydów w poszczególnych krajach UE w 2014 r. (Eurostat). Kraje ze sprzedażą poniżej 1 miliona ton zostały pominięte.

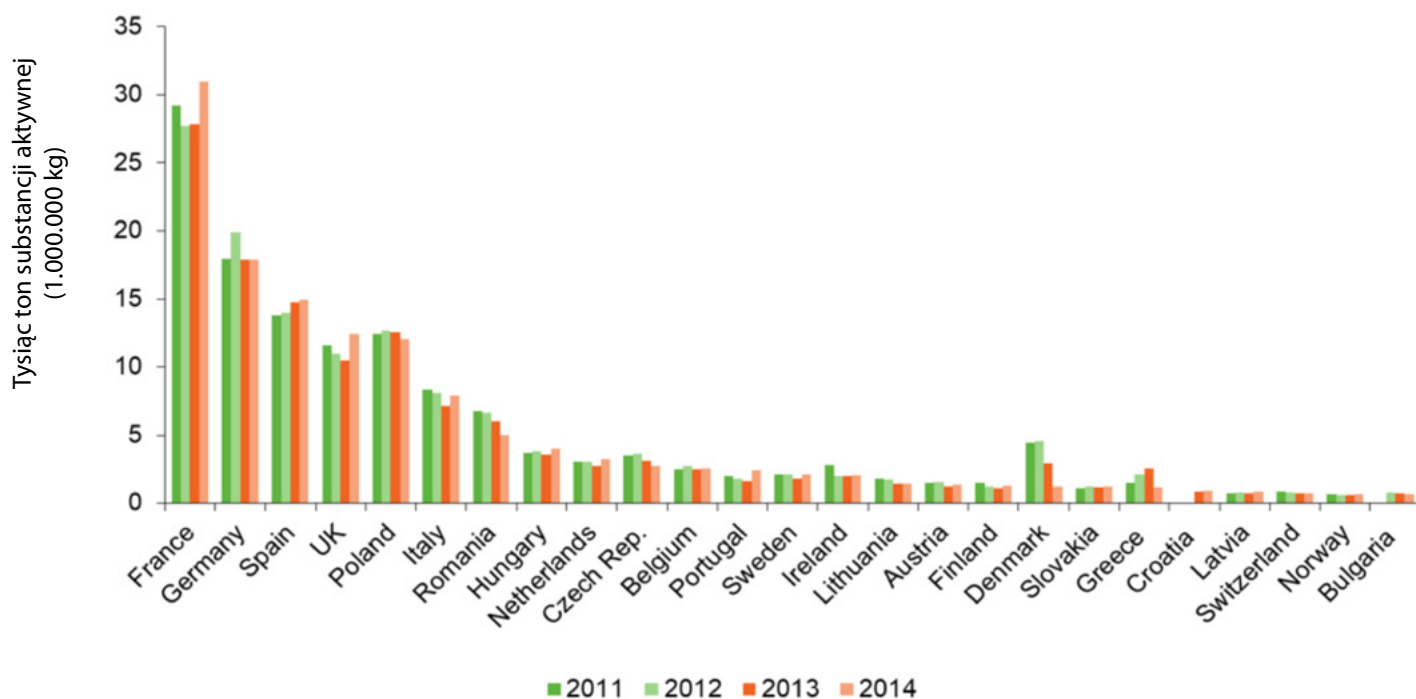


Diagram 4. Sprzedaż herbicydów w krajach UE w latach 2011–2012 (Eurostat)



Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

5 Obawy związane ze zdrowiem

Literatura naukowa zawiera wiele przykładów związku między kontaktem z samym glifosatem i zawierającymi go herbicydami a szeroką gamą negatywnych skutków dla zdrowia ludzi, zwierząt laboratoryjnych i gospodarskich, jak również dzikiej fauny i flory (podsumowanie wiedzy na temat toksyczności glifosatu przedstawiamy w aneksie 1). Co ważne, jeśli chodzi o rolników, badania kliniczne wykazały, że wśród pracowników, którzy w przeszłości byli wystawieni na działanie glifosatu, występuje wyższa zachorowalność na rzadką formę nowotworu – chłoniaki nieziarnicze (ang. non-Hodgkin lymphoma) w porównaniu z tymi, którzy nie stosowali glifosatu (De Roos i in., 2003; McDuffie i in., 2011). W 2015 r. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) Światowej Organizacji Zdrowia po przeprowadzeniu oceny potencjału rakotwórczego glifosatu zakwalifikowała go jako substancję „prawdopodobnie rakotwórczą dla lu-

dzi” (klasyfikacja substancji IARC 2A, IARC, 2016). Inne badania opublikowane w literaturze naukowej odnotowały szeroki wachlarz negatywnych skutków u zwierząt laboratoryjnych po wystawieniu ich na działanie samego glifosatu i zawierających go produktów: rakotwórczość, genotoksyczność, zaburzenia funkcji rozrodczych, nieprawidłowości w rozwoju i zaburzenia endokrynologiczne itd. (aneks 1). Monografia glifosatu opracowana przez Pesticide Action Network International (Watts i in., 2016) prezentuje znaczną liczbę badań, które wykazały jego negatywny wpływ na ludzi, zwierzęta laboratoryjne, ekosystemy i środowisko. Pomimo tych dowodów zarówno Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA)¹⁷, jak i Europejska Agencja Chemikaliów (ECHA)¹⁸ stwierdziły na podstawie metod stosowanych do oceny bezpieczeństwa, że glifosat nie stanowi żadnego zagrożenia rakotwórczego dla ludzi i ogólnie dla ludzkiego

¹⁷ <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/151112>

¹⁸ <https://echa.europa.eu/-/glyphosate-not-classified-as-a-carcinogen-by-echa>

zdrowia. Powinniśmy tutaj zwrócić uwagę na fakt, że na poziomie Unii Europejskiej agencje unijne przeprowadzają ocenę toksyczności pestycydów na poziomie pojedynczych substancji aktywnych, a nie gotowych produktów. Końcowe produkty – środki ochrony roślin zawierające substancje aktywne i różne „składniki obojętne” (inne związki chemiczne w produkcie końcowym) – są oceniane przez państwa członkowskie przy użyciu o wiele mniej rygorystycznych kryteriów¹⁹.

Ta rozbieżność pomiędzy wnioskami władz europejskich i IARC wywołała reakcję społeczności naukowej na całym świecie. Grupa naukowców opublikowała oświadczenie, w którym wyraziła obawy związane z tą niezgodnością (ramka 2). Co więcej, wykrycie glifosatu w żywności²⁰ i ludzkim moczu (Conrad i in., 2017) wzbudziło zaniepokojenie ogółu społeczeństwa, dotyczące ilości glifosatu, na kontakt z którym są narażeni ludzie i potencjalnych skutków zdrowotnych.

Ramka 2. Oświadczenie w sprawie obaw związanych z glifosatem opublikowane przez czasopismo naukowe Environmental Health (Myers i in., 2016)

“

Oświadczenie w sprawie obaw związanych z glifosatem skierowane do naukowców, lekarzy i urzędników organów nadzorczych na całym świecie:

- (1) Herbicydy zawierające glifosat są najpowszechniej stosowanymi na świecie herbicydami i ich użycie wciąż wzrasta;*
- (2) Na całym świecie herbicydy zawierające glifosat nagminnie zatrują źródła wody pitnej, opady atmosferyczne i powietrze, szczególnie w regionach rolniczych;*
- (3) Okres połowicznego rozpadu glifosatu w wodzie i glebie jest dłuższy niż do tej pory sądzono;*
- (4) Glifosat i jego metabolity występują powszechnie w globalnych dostawach soi;*
- (5) Narażenie ludzi na działanie glifosatu stale wzrasta;*
- (6) Glifosat jest teraz autorytatywnie zaklasyfikowany jako substancja prawdopodobnie rakotwórcza;*
- (7) Szacunki dopuszczalnego dziennego spożycia glifosatu, wykorzystywane do tworzenia regulacji prawnych w Stanach Zjednoczonych i Unii Europejskiej, opierają się na nieaktualnych danych naukowych. Przedstawiamy szereg zaleceń związanych z potrzebą nowych inwestycji w badania epidemiologiczne, biomonitoring i badania toksykologiczne, które opierają się na zasadach endokrynologii, aby ustalić, czy negatywne skutki wystawienia na działanie herbicydów zawierających glifosat spowodowane są ich oddziaływaniem na układ endokryny.*

”

¹⁹ http://www.efsa.europa.eu/en/interactive_pages/pesticides_authorisation/PesticidesAuthorisation#pesticides

²⁰ <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/ckb/publikationer/dokumentation/p12-ramo.pdf>



Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

6 Wpływ na funkcjonowanie ekosystemów i glebę

Herbicydy są stosowane na polach na otwartym powietrzu, więc nieuchronnie zanieczyszczają całe środowisko, czyli atmosferę, glebę, wody powierzchniowe i gruntowe, morza i oceany, potencjalnie oddziałując na żyjące tam organizmy, co stanowi zagrożenie dla ekosystemów (Carvalho, 2017).

Glifosat działa na wszystkie gatunki roślin – żaden inny herbicyd nie ma tak szerokiego spektrum działania. Stąd glifosat i zawierające go herbicydy mają zarówno bezpośredni, jak i niebezpośredni wpływ na ekosystemy i środowisko. Skutki bezpośrednie obejmują powodowane przez glifosat szkody u wielu gatunków, w tym ptaków, ryb, żab, ślimaków, owadów i mikroorganizmów glebowych (Watts i in., 2016). Skutki pośrednie polegają na bezprecedensowej eliminacji wszystkich chwastów i dziko rosnących roślin kwitnących, co wywołuje „efekt domina” w ekosystemach rolnych (Watts i in., 2016). Różnorodność biologiczna ziemi uprawnej i funkcje ekosystemu, takie jak zwalczanie szkodników przez będące ich naturalnymi wrogami drapieżniki, zapylanie roślin przez owady i funkcjonalne struktury

gleby, są coraz bardziej zagrożone w wyniku niemal całkowitej eliminacji nie tylko chwastów, lecz również wszystkich dziko rosnących roślin na polach uprawnych i sąsiadujących z nimi obszarach (ramka 3). Ten wpływ na usługi ekosystemowe wiąże się z bezpośrednimi kosztami gospodarczymi (ramka 4). Ekologiczne zakłócenia usług ekosystemowych są jednym z problemów, z jakimi muszą zmierzyć się rolnicy konwencjonalni, gdy przechodzą na przyjazne środowisku systemy rolnicze (Schütte, 2003).

Glifosat blokuje naturalne mechanizmy obronne roślin, które reagują na infekcje (Johal & Huber, 2009). Wykazano również, że zmienia on społeczności mikroorganizmów glebowych, na przykład powoduje zmniejszenie ilości arbuskularnych grzybów mikoryzowych (Zaller i in., 2017), które ułatwiają pobieranie przez korzeń rośliny składników pokarmowych i wody. Jest również toksyczny dla pożytecznych bakterii glebowych, takich jak te z rodziny *Bacillus* (Yu i in., 2015), które pełnią kluczową rolę w ograniczaniu rozwoju grzybów patogenicznych, a także umożliwiają roślinie pobieranie minerałów

z gleby. Ponadto wiąże występujące w glebie minerały: mangan i żelazo, blokując ich biodostępność dla roślin (Johal & Huber, 2009): *glifosat w znacznym stopniu wzmacnia dotkliwość rozmaitych chorób roślin, upośledza ich zdolność do obrony przed patogenami i chorobami, a także unieruchamia składniki odżywcze*

*w glebie i roślinach, sprawiając, że stają się niedostępne dla roślin*²¹. Z powodu tych oddziaływań i wzrostu odporności chwastów na glifosat oraz zawierające go herbicydy rolnicy zmuszeni są używać fungicydów i dodatkowych herbicydów, co skutkuje jeszcze większym negatywnym wpływem na środowisko.

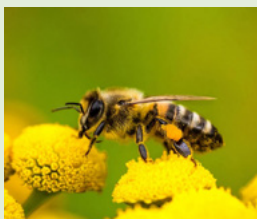
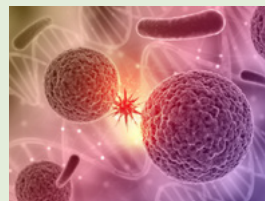
Ramka 3. Wpływ użycia glifosatu na usługi ekosystemowe: przykłady z literatury naukowej

Usługi ekosystemowe a glifosat



Dżdżownice: Nazywane również „inżynierami ekosystemu”, rozdrabniają i przenoszą materiał organiczny w glebie, a poruszając się, zwiększają przepuszczalność gleby dla korzeni i w konsekwencji poprawiają jej ogólną żyzność. Herbicydy zawierające glifosat wpływają negatywnie na rozrodczość dżdżownic i powodują drastyczny spadek ich populacji¹.

Spójności mikroorganizmów glebowych: Stanowią one podstawę usług ekosystemowych, takich jak: rozkład pozostałości roślin i liści; mineralizację materii organicznej, tworzenie górnej warstwy gleby, szczególnie próchnicy; obieg węgla i składników pokarmowych itd². Niektóre grzyby i bakterie ułatwiają pobieranie składników pokarmowych przez korzenie roślin. Systematyczne stosowanie glifosatu zmienia społeczność mikroorganizmów niektórych gleb³, powoduje zwiększenie ilości patogenów gleby⁴ i zakłóca pobieranie składników pokarmowych przez rośliny⁵.



Zapylacze: Pszczoły miodne, dzikie pszczoły i pszczoły samotnice, motyle i inne owady odgrywają kluczową rolę w zapylaniu roślin, w tym roślin rolniczych. Glifosat jako herbicyd o szerokim spektrum zastosowań zmniejsza ilość roślin kwitnących, które są źródłem pożywienia dla zapylaczy, a długotrwałe narażenie na tę substancję może również wpływać negatywnie na pszczoły miodne⁶.

System obronny roślin: Rośliny mają własne mechanizmy obronne – odpowiadają na infekcje, syntetyzując i wykorzystując określone substancje, które wysyłają do miejsca zakażenia (np. przeciwdrobnoustrojowe fitoaleksyny). Glifosat działa na szlaki biosyntezy wielu z tych substancji obronnych roślin, zwiększając ich podatność na patogeny i choroby⁷.



¹Gaupp-Berghausen i in., 2015; ²Delgado-Baquerizo i in., 2016; ³Lancaster i in., 2010;

⁴Kremer i Means, 2009; ⁵Zaller i in., 2014; ⁶Herbert i in., 2014; ⁷Johal i Huber, 2009.

²¹ Pełny przegląd: Science in society 2012. Glyphosate Hazards to Crops, Soils, Animals, and Consumers; http://www.i-sis.org.uk/USDA_scientist_reveals_all.php



Fot. 1. Wpływ długotrwałego stosowania glifosatu na rośliny uprawne

Ramka 4. Koszty gospodarcze stopniowej utraty usług ekosystemowych

W 2005 r. Program Środowiskowy Narodów Zjednoczonych (UNEP) przeprowadził badanie, które wykazało, że 40% światowej gospodarki jest w istocie bezpośrednio zależne od usług ekosystemowych (SCBD, 2010). Z tego względu bardzo niepokojący jest fakt, że według Milenijnej Oceny Ekosystemu (2005) w ciągu ostatnich dziesięciu lat 60% usług ekosystemowych uległo pogorszeniu. Przeprowadzone niedawno badanie ekonomii ekosystemów i bioróżnorodności potwierdziło, że koszty braku działania i degradacji usług ekosystemowych mogą do 2050 r. stanowić do 7% światowego PKB rocznie (UNEP, 2008).

Ramka 5. Skażenie gleby przez glifosat

Skażenie gleby przez glifosat:

- Badania pokazują, że glifosat i produkt jego rozpadu – kwas aminometylofosfonowy (AMPA), który również stanowi zagrożenie toksykologiczne, są szybko metabolizowane przez bakterie glebowe (co najmniej w 50%) w glebach mułowych i gliniastych (odpowiednio 9 i 32 dni). Niemniej jednak śladowe ilości glifosatu i AMPA mogą być wykryte 21 miesięcy po jego zastosowaniu (Simonsen i in., 2008).
- Niedawne badanie pokazało, że glifosat i AMPA znajdują się w 45% europejskich gleb (300 próbek z 10 europejskich krajów) (Silva i in., 2017). Substancje te są w przeważającym stopniu absorbowane przez cząsteczki gleby, ale niekoniecznie w niej unieruchamiane. Przeciwnie, są przemieszczane wraz cząsteczkami gleby w powietrzu oraz wodzie i mogą zostać wchłonięte przez żywe organizmy lub zmagazynowane w rzekach i jeziorach.
- W glebach bogatych w fosforany mogą być łatwo wymywane przez wodę. Fosforan w nawozach redukuje adsorpcję glifosatu do cząsteczek gleby, zwiększając ilość wolnych cząsteczek tej substancji, które następnie mogą być pobrane przez korzenie roślin, zmetabolizowane przez mikroorganizmy lub wypłukane do wód gruntowych (Munira i in., 2016).



Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

7 Ograniczanie zachwaszczenia bez użycia herbicydów

Ograniczanie zachwaszczenia jest w rolnictwie jednym z największych wyzwań, szczególnie w uprawach rolniczych i warzywniczych, ponieważ wszystkie uprawy są narażone na konkrowanie z wieloma gatunkami chwastów. W skrajnych, rzadkich przypadkach długotrwałe zaniedbanie w ograniczaniu zachwaszczenia może prowadzić do całkowitej utraty zbiorów, szczególnie jeśli przez wiele lat nie są stosowane żadne metody zwalczania chwastów. Pozwala to bowiem na stopniowe powiększanie „banku nasion chwastów” (ilości nasion chwastów w glebie), co skutkuje proporcjonalnym zwiększeniem ilości chwastów w następnych latach. Zainteresowanie rolników zwalczaniem chwastów znajduje odzwierciedlenie w sprzedaży herbicydów w UE, stanowiącej 33% łącznej sprzedaży pestycydów (diagram 2).

Jednak, jeśli chcemy przywrócić wieloletnią urodzajność gleby oraz korzystać z usług ekosystemowych niezbędnych dla rolnictwa, jak również dla środowiska i zdrowia ludzi, konieczne jest zmniejszenie,

a następnie eliminacja użycia herbicydów i innych pestycydów. Rozwiązaniem są inwestycje w zrównoważone systemy rolnicze, które mogą odwrócić szkody spowodowane przez pestycydy i stworzyć ekologiczny a zarazem ekonomicznie opłacalny model produkcji rolnej.

Ta część naszego raportu wraz z przykładami, które prezentujemy w aneksach 2 i 3, pokazuje, że redukcja lub nawet całkowita eliminacja stosowania herbicydów w rolnictwie jest możliwa i w wielu miejscach już praktykowana, niekoniecznie w powiązaniu z przejściem na rolnictwo w pełni ekologiczne. Istnieje już wiele możliwych do zastosowania przez każdego rolnika metod ograniczania zachwaszczenia upraw, pozwalających zmniejszyć, a następnie wyeliminować herbicydy. Nawet bardziej skomplikowane kwestie, takie jak stosowanie glifosatu w tzw. rolnictwie „konserwującym”, które unika orki, mogą zostać rozwiązane bez użycia herbicydów (TILMAN-ORG, 2016).

Ramka 6. Uprawy „konserwujące” wolne od herbicydów

Uprawy „konserwujące”: ściółkowanie, uprawa uproszczona i płytka orka oraz nawozy zielone

Systemy „bezorkowe” są promowane, ponieważ znacząco wpływają na zwiększenie zawartości materii organicznej i węgla w glebie w przeciwieństwie do innych systemów. Obecnie uważa się jednak to stwierdzenie za nieprawdziwe: jest raczej tak, że różne systemy uprawy roli rozpraszają materię organiczną i węgiel w różny sposób w profilu glebowym (Baker i in., 2007). Orka i intensywna uprawa mogą wywierać negatywny wpływ na strukturę gleby i żyjące w niej organizmy, więc systemy uprawy bezorkowej przynoszą pewne korzyści. Jednak z powodu braku orki uprawy są całkowicie uzależnione od stosowania herbicydów zawierających glifosat do niszczenia chwastów. Ostatnie badania pokazały, że metody upraw uproszczonych, takie jak płytka orka (z odwracaniem lub bez odwracania wierzchniej warstwy gleby), nie tylko ograniczają zachwaszczenie, ale także w dłuższym okresie powodują mniej zaburzeń w glebie, ponieważ w porównaniu z orką głęboką (na ponad 25 cm głębokości gleby) w mniejszym stopniu wpływają na społeczności glebowe (tzw. życie glebowe), takie jak dżdżownice czy grzyby mikoryzowe. Z tego powodu uprawa uproszczona w połączeniu z innymi praktykami agronomicznymi może być uważana za dobrą technikę ograniczania zachwaszczenia, niewymagającą stosowania herbicydów. Na przykład, gdy uprawę uproszczoną połączy się z uprawą strączkowych roślin okrywowych i ściółkowaniem, a następnie zastosowany zostanie zielony nawóz, aby zwiększyć poziom azotu, plony mogą być porównywalne, podczas gdy żyzność gleby i jej zdolność do magazynowania dwutlenku węgla zostają zachowane (TILMAN-ORG, 2011-2014).

Standardowa definicja chwastu to: „roślina rosnąca w niewłaściwym miejscu”, jednak bliższa perspektywa pozwala na wyciągnięcie wniosku, że nazwanie rośliny chwastem jest oceną jej wartości albo opinią wartościującą. Takie opinie wartościujące mogą opierać się na kryteriach ekonomicznych, estetycznych lub związanych z bezpieczeństwem. Na przykład w rolnictwie głównym powodem ograniczania zachwaszczenia jest to, że chwasty zmniejszają plony, a zatem i zyski, toteż z tego punktu widzenia jest to opinia wartościująca, oparta na kryteriach gospodarczych. W ogrodach przydomowych i na terenach miejskich opinie wartościujące oparte są przede wszystkim na walorach estetycznych roślin. Niektóre rośliny z kolei uważa się za chwasty, ponieważ są toksyczne albo kolczaste, a więc mogą być niebezpieczne.

Ocena dotycząca tego, czy roślina jest chwastem, całkowicie zależy od kontekstu: europejski rolnik może stosować herbicydy, aby zniszczyć inne gatun-

ki roślin w swoich uprawach, ponieważ zostały one uznane za chwasty. Ten sam rolnik może następnie otrzymać dotację na wysianie tych samych gatunków jako pasów dziko rosnących roślin kwitnących, gdyż są one uważane za pożyteczne i spełniają korzystne funkcje agroekologiczne, na przykład wspierają zapylacze, a ponadto są naturalnymi wrogami szkodników. W związku z tym istnieje potrzeba bardziej inteligentnego zarządzania florą roślin nieuprawianych, zarówno w obrębie upraw jak i na obszarach nieuprawnych. Na przykład badanie prowadzone przez 20 lat w Danii wykazało, że 80% z 200 gatunków chwastów rosnących na polach uprawnych było zbyt słabe, by konkurować z roślinami uprawnymi i wpłynąć na wysokość plonów (Andreasen i in., 1996). Tylko 20% gatunków wpłynęło w znacznym stopniu na plony; pozostałe 80% chwastów odgrywa korzystną rolę, zwiększając różnorodność biologiczną i wspierając usługi ekosystemowe. Na przykład zapewniają one siedliska zarówno dla po-

żytecznych owadów, jak i grzybów mikoryzowych, które są niezbędne do zwalczania szkodników, lub też pokrywają glebę po żniwach, utrzymując przy życiu pożyteczne społeczności mikroorganizmów glebowych (dzięki temu, że ich korzenie wydzielają cukry i białka). Ponadto wytwarzany przez nie pyłek kwiatowy i nektar wspomagają utrzymanie populacji zapylaczy. Tak więc wyeliminowanie wszystkich chwastów nie jest dobrym rozwiązaniem, gdyż pełnią one ważną rolę ekologiczną, która jest korzystna dla rolników. Zamiast uciekać się do podejścia „zero tolerancji” i niskiej różnorodności biologicznej, należy zachować równowagę między roślinnością uprawną a roślinnością nieuprawną i w tym celu dążyć do utrzymania równowagi pomiędzy ograniczaniem ilości szkodliwych chwastów, aby zapewnić dobre zbiory, a pozwalaniem roślinom nieuprawianym na wspieranie niezbędnych usług ekosystemowych. Ponieważ do strat ekonomicznych dochodzi jedynie wtedy, gdy zachwaszczenie spowodowane przez mniejszość gatunków przekroczy pewien poziom, skuteczne podejście do ograniczania zachwaszczenia powinno uwzględniać biologiczne i ekologiczne cechy chwastów i roślin nieuprawianych, a także różnorodne praktyki rolnicze, aby osiągnąć tę równowagę. Podstawą zrównoważonego ograniczania zachwaszczenia jest integracja gamy różnych metod radzenia sobie z nimi, a każda z nich powinna być dostosowana do rodzaju chwastu

i rośliny uprawnej oraz zastosowana w połączeniu z innymi, w odpowiednim okresie cyklu życiowego uprawy. Jest to fundament zintegrowanego ograniczania zachwaszczenia, w którym stosuje się techniki takie jak płodozmian, odchwaszczanie mechaniczne, biologiczne ograniczanie zachwaszczenia i aktywne monitorowanie, aby osiągnąć optymalne ograniczenie zachwaszczenia i uzyskać zdrowe plony. Kompilację wszystkich dostępnych technik można postrzegać jako piramidę, której każda warstwa pokazuje listę metod, jakie mogą być użyte do ograniczania zachwaszczenia, i w której zwalczanie chemiczne można zastosować jedynie jako ostateczność, gdy wszystkie inne metody zawiodą. Nazywa się to często podejściem „wielu małych kroków” (ang. „many little hammers”, dosł. „wielu małych młoteczków” - red.) (Liebman & Gallandt, 1997). Choć herbicydy są częścią zintegrowanego podejścia ograniczania zachwaszczenia i piramidy metod, użycie herbicydów syntetycznych (ksenobiotyków) nie jest w tym raporcie rozpatrywane – omawiane są tylko herbicydy naturalne (ebiotyczne). Metafora „wielu małych kroków” została nawet rozbudowana o obraz chemicznej „niszczącej kuli” z pestycydów o szerokim spektrum działania, bez użycia których rolnik może sobie poradzić z chwastami, pomagając jednocześnie stworzyć system o większej różnorodności biologicznej z zachodzącymi w nim korzystnymi procesami ekosystemowymi.



Diagram 5. Piramida zintegrowanego ograniczania zachwaszczenia. Budowanie od dołu do góry

Praktyki kontroli zachwaszczenia można podzielić na cztery części (piramida, zob. diagram 6):

- monitorowanie – obserwacja i identyfikacja chwastów, ocena ich potencjalnej wartości lub potencjalnego zagrożenia,
- fizyczne ograniczanie zachwaszczenia,
- biologiczne ograniczanie zachwaszczenia.

Kluczowe znaczenie w niechemicznym ograniczaniu zachwaszczenia ma połączenie wielu metod, ponieważ jedna metoda rzadko wystarcza, by poradzić sobie ze wszystkimi chwastami na każdym etapie cyklu rozwojowego rośliny. W istocie nawet w chemicznym zwalczaniu chwastów konieczne jest zastosowanie różnych rodzajów herbicydów i różnych metod działania, aby zapewnić wystarczającą ochronę przed chwastami w całym gospodarstwie.

Fundamentem piramidy ograniczania zachwaszczenia są środki zapobiegawcze, zazwyczaj system lub techniki stosowane w całym gospodarstwie, takie jak płodozmian, w tym techniki, które łączą uprawy polowe z okresami wypasu zwierząt gospodarskich. Bardzo ważne są również dobre praktyki higieniczne, na przykład upewnienie się, czy sprzęt żniwny nie przenosi nasion chwastów z jednego pola na drugie. Następnie przychodzi czas na monitorowanie – chodzenie po polach, aby ustalić, jakie chwasty na nim występują. Kolejnym krokiem jest podjęcie decyzji – w oparciu o teoretyczną i praktyczną wiedzę rolnika – czy konieczne są działania w celu zwalczania

chwastów. Te decyzje mogą być wsparte przez narzędzia, takie jak modelowanie i prognozowanie, jak również poprawne prowadzenie rejestrów przez rolników, aby wiedzieli, jak w miarę upływu czasu zmienia się rodzaj, ilość oraz presja chwastów w ich gospodarstwach. W oparciu o rzetelne informacje rolnicy będą w stanie podjąć właściwe decyzje dotyczące tego, jakie fizyczne i biologiczne interwencje są konieczne, aby skutecznie ograniczyć zachwaszczenie. Jedynie po wyczerpaniu tych opcji można rozważyć zastosowanie zabiegu chemicznego zwalczania chwastów; szczególnie dotyczy to użycia substancji ksenobiotycznych.

Planowanie ograniczania zachwaszczenia w winnicach:

- **Poprawna identyfikacja chwastów**
- musisz wiedzieć, z czym masz do czynienia;
- **pewna wiedza o ekologii chwastów**
- musisz wiedzieć, dlaczego chwasty rosną tam, gdzie rosną i jak się tam dostają;
- **odpowiednie zaprojektowanie winnicy**
- np. wybór systemu nawadniania może wpłynąć na rozwój chwastów i wybór strategii ich kontroli;
- **wybór odpowiednich metod ograniczania zachwaszczenia**
- użyj skutecznych metod, które zminimalizują negatywny wpływ na środowisko winnicy (np. glebę);
- **monitoring**
- dowiedz się, gdzie chwasty stanowią problem i jak skuteczne okazały się strategie ich ograniczania.

Source: David Madge Vineyard agroecology <http://agroecology.berkeley.edu/>



Diagram 6. Ilustruje przykład zintegrowanej kontroli chwastów w winnicach.

7.1 Zapobiegawcze metody ograniczania zachwaszczenia

Określenie „agrotechniczne metody ograniczenia zachwaszczenia” odnosi się do każdej metody stosowanej w celu zapewnienia na polu warunków, w których zmniejsza się prawdopodobieństwo zadomowienia się chwastów i zwiększenia ich ilości, a także każdej metody stosowanej do wzmocnienia roślin uprawnych i ułatwienia im rywalizacji z chwastami. Ograniczanie zachwaszczenia podczas uprawy obejmuje całą gamę praktyk, takich jak: płodozmian, uprawa roślin poplonowych i nawozy zielone, dbałość o jakość gleby (np. unikanie zagęszczania gleby), przygotowanie gleby (płytką uprawą zamiast głębokiej orki), odpowiednie zarządzanie składnikami pokarmowymi i stosowanie nawozów (np. pasowe), dobór roślin uprawnych i odmian (np. wybór bardziej konkurencyjnych z punktu widzenia

ekologii), techniki zakładania upraw (np. rozstaw rzędów i głębokość siewu), aż po techniki zbioru oraz techniki przygotowania i siewu poplonów (np. wsiewki lub dopuszczenie do masowego rozsiania się chwastów (ang. „weed seed rain”²²) itd.

Wszystkie te techniki uprawowe mają charakter prewencyjny – ich celem nie jest niszczenie chwastów, które już się rozsiały, lecz przede wszystkim zapobieganie ich rozsiewaniu. Ponadto, tak jak w wielu innych aspektach rolnictwa, zapobieganie jest znacznie lepsze od leczenia, często znacznie skuteczniejsze i tańsze niż techniki interwencyjne zmierzające do eliminacji dobrze już zadomowionych chwastów.

“

Rady dla początkujących:

- Zapobieganie jest zawsze lepsze od leczenia – upewnijcie się, że macie dobry plan i odpowiednie podejście do ograniczania zachwaszczenia, obejmujące całe gospodarstwo, aby zminimalizować ilość chwastów, które trzeba zwalczyć.
- „Jeden rok siewu, siedem lat odchwaszczania” – to stare rolnicze przysłowie mówi, że o wiele łatwiej radzić sobie z chwastami, zapobiegając ich rozsiewaniu, niż zwalczać ich inwazję spowodowaną masowym rozsiewaniem się chwastów.
- Zostawiajcie mniej gleby otwartej na zasiedlenie przez chwasty – poplony, wsiewki i mniejsza odległość między rzędami: wszystkie te metody mogą być użyte, aby zredukować przestrzeń dostępną dla ekspansji chwastów.

”

²² Wytwarzanie przez rośliny jednoroczne ogromnych ilości nasion; jedna roślina może wyprodukować ich tysiące.



7.1.1 Płodozmian

Płodozmian jest jedną z najstarszych i najbardziej skutecznych metod ograniczania zachwaszczenia. Na początku ery herbicydów Clyde E. Leighty napisał w „Roczniku Rolniczym” z 1938 r.: Płodozmian (...) jest jak do tej pory najlepszym opracowanym środkiem do ochrony ziemi przed chwastami. Żadna inna metoda ograniczania zachwaszczenia – mechaniczna, chemiczna czy biologiczna – nie jest tak oszczędna i łatwa do zastosowania, jak dobrze zaplanowana sekwencja upraw na tym samym polu. Jednakże korzyści z płodozmianu to nie tylko ograniczanie zachwaszczenia (Snapp i in., 2005). Jest on jeszcze bardziej cenny dla ochrony przed szkodnikami i chorobami, w szczególności pochodzenia glebowego. Ma on również kluczowe znaczenie dla utrzymania jakości gleby, zapewniając powrót do gleby różnorodnych resztek roślinnych i materii organicznej. Co więcej, kiedy w płodozmianie uprawia się rośliny strączkowe na nasiona lub zielony nawóz, zwiększają one rezerwy azotu dzięki wiążącym azot bakteriom, które wchodzą z nimi w symbiozę. Rolnictwo bez płodozmianu jest w gruncie rzeczy niemożliwe bez uciekania się do sztucznych nawozów azotowych, pestycydów i herbicydów, zastępujących różnorodne korzyści, które przynosi stosowanie płodozmianu.

Płodozmian ogranicza zachwaszczenie, wprowadzając przestrzenną różnorodność na pola uprawne – różnorodność, która zmienia się z sezonu na sezon. Dla każdej rośliny uprawnej istnieją gatunki chwastów (a także szkodników i chorób), które rosną i rozmnażają się szczególnie dobrze albo przynajmniej nie dają się łatwo zwalczyć. Jeśli ta sama roślina jest uprawiana rok po roku na tej samej działce rolnej, populacje tych samych szkodników będą kumulować się w miarę upływu lat, aż staną się niemożliwe do opanowania. Poprzez stosowanie płodozmianu chwasty, które rozprzestrzeniły się w uprawie jednej rośliny, będą stłumione przez następną, tak że jeden zestaw gatunków chwastów nigdy nie dominuje i nie staje się problemem. Z tego powodu najbardziej skuteczny płodozmian jest wtedy, gdy uprawiane są rośliny stwarzające krańcowo różne warunki dla rozwoju chwastów. Szczególnie efektywny jest płodozmian, w którym występuje zmianowanie pomiędzy roślinami uprawnymi a przemiennymi użytkami zielonymi dla zwierząt gospodarskich, ponieważ wyjątkowo mało chwastów może dobrze rozwijać się w obu tych środowiskach.

7.1.2 Poplony i nawozy zielone

Poplony są roślinami uprawnymi, które nie przynoszą bezpośrednich dochodów. Jeśli są roślinami wiążącymi azot, nazywa się je także zielonymi nawozami. Nie są uprawiane po to, by zostały zebrane, a następnie sprzedane (rośliny uprawne przeznacza się na sprzedaż): zazwyczaj przyoruje się je i pozostawia w glebie, aby zwiększyć w niej ilość materii organicznej. Po pierwsze, pozwala to na wytworzenie próchnicy i urodzajnej górnej warstwy gleby, co zwiększa retencję i dostępność substancji pokarmowych dla następnej rośliny uprawnej. Po drugie, gdy uprawia się poplony z rodziny bobowatych (rośliny strączkowe), wiążą one azot w glebie i poprawiają jej jakość, a ponadto wspomagają ochronę przed szkodnikami, chorobami i chwastami.

Poplony stanowią same w sobie ogromny temat (Sustainable Agriculture Network, 2007) i są na wiele sposobów przydatne w ochronie przed chwastami. Na przykład poplonów o krótkim okresie wegetacji, dwa do trzech miesięcy, można użyć, by wykiełkowała duża ilość nasion chwastów, których siewki zostaną wkrótce wyparte przez mającą krótszy cykl życiowy roślinę poplonową, uszczuplając tym samym bank nasion chwastów. W przypadku szczególnie kłopotliwych chwastów, takich jak ostrożeń polny (*Cirsium arvense*), bardzo ekspansywne rośliny poplonowe, jak np. mieszanki żyta (*Secale cereale*) i różnych odmian wyki (*Vicia species*), będą tak bardzo z nimi konkutowały, zarówno o światło, jak i składniki pokarmowe, że mogą je wyprzeć i wyeliminować w ciągu jednego lub dwóch sezonów wegetacji.



7.1.3 Mieszanki roślin i wsiewki

Uprawa mieszana, zwana również polikulturą, uprawą współrzedną lub uprawą z wsiewką, jest metodą polegającą na wysianiu dwóch lub więcej roślin równocześnie na tym samym polu, tak by właściwości jednej rośliny sprzyjały wzrostowi drugiej. Korzyści z upraw mieszanek roślin obejmują dostarczanie azotu przez rośliny bobowate pozostałym roślinom, hamowanie kiełkowania chwastów i ich wzrostu, ochronę przed szkodnikami i chorobami roślin oraz zwiększenie ogólnej wydajności. Hamowanie wschodów nasion chwastów jest zwykle powodowane przez zacienienie gleby przez liście roślin uprawnych, ale może być również spowodowane przez allelopatię – wydzielanie przez rośliny uprawne allelopatycznych substancji

chemicznych, które bezpośrednio hamują kiełkowanie nasion. Powstrzymanie wzrostu chwastów może nastąpić zarówno w wyniku rywalizacji roślin o dostęp do światła nad powierzchnią gleby, jak i podziemnej rywalizacji o zasoby takie jak woda i składniki pokarmowe, a także w wyniku allelopatii i bardziej złożonych interakcji, np. z udziałem grzybów mikoryzowych (Hirst, 2017). Na przykład mieszanki roślin bobowatych z kukurydzą są klasyczną polikulturą na bogatą w białka paszę dla zwierząt gospodarskich, w której rośliny bobowate dostarczają azot kukurydzy (Nurk i in., 2017).

Wsiewki polegają na wysiewie jednej lub więcej gatunków roślin w główną roślinę uprawną

kilka tygodni później, aby pozwolić głównej roślinie uprawnej wystarczająco się rozwinąć, tak by wsiewki z nią nie konkurowały i nie zmniejszyły plonów. Kiedy główna roślina uprawna zostanie zebrana, wsiewka zostaje uwolniona od czynnika hamującego jej rozwój i gwałtownie się rozrasta, pokrywając glebę i hamując kiełkowanie i rozwój chwastów. Jest to szczególnie wartościowa technika, ponieważ eliminuje potrzebę orki po zbiorze głównej rośliny uprawnej, gdyż wsiane rośliny już się rozwinęły i często mogą być użyte do stworzenia tymczasowego pastwiska. Ponadto technika ta redukuje do zera czas pomiędzy uprawami, eliminując erozję spowodowaną orką lub ekspozycją

nieokrytej gleby, więc jest również korzystna dla społeczności glebowych, tzw. życia glebowego. Rolnicy mogą zyskać wiele tygodni, a nawet miesięcy dodatkowego wzrostu, ponieważ wsiane rośliny-wsiewki są już dobrze ukorzenione. Jednocześnie obecność chwastów w końcowej fazie wzrostu wsiewki jest niska, ponieważ zostały one wyparte przez roślinę uprawną, stłumione przez jej wzrost. Istnieje wiele skutecznych kombinacji głównych roślin uprawnych i wsiewek, które zostały zbadane i są powszechnie stosowane, takich jak mieszanki jęczmienia, pszenicy, kukurydzy i soi z koniczyną białą, koniczyną podziemną i kozieradką pospolitą (Ramseier & Crimasu, 2014).



7.1.4 Rywalizacja roślin uprawnych

Zarówno w przypadku roślin uprawnych, jak i użytków zielonych rywalizacja tych roślin z chwastami może być główną metodą ograniczającą zachwaszczenie. Niektóre warzywa – klasycznym przykładem są tutaj ziemniaki – również mogą być wysoce konkurencyjne w stosunku do chwastów. Inne, jak na przykład cebula, są przez cały okres wegetacji słabymi konkurentami. Konkurencyjność roślin uprawnych można poprawić na wiele różnych sposobów. Po pierwsze, poprzez hodowlę i uprawę odmian, które są bardziej konkurencyjne, na przykład rosną wyżej lub mają bardziej poziomą strukturę części nadziemnej, szybciej zacieniającą glebę (Andrew i in., 2017). W uprawie roślin

allelopatycznych odmiany znacznie się różnią pod względem ilości wytwarzanych allelochemikaliów i te z nich, które są bardziej allelopatyczne, mają znaczną przewagę konkurencyjną. Po drugie, duże znaczenie może mieć gęstość siewu (która może być bardzo różna): zastosowanie większej gęstości, np. o dodatkowe 10–20%, może skutkować znacząco większą konkurencyjnością upraw w krytycznych, wczesnych fazach wzrostu. W przypadku roślin uprawnych zmiana sposobu siewu, np. zmniejszenie odległości między rzędami o połowę lub „podwójny siew” na wzór szachownicy, również zwiększy konkurencyjność roślin uprawnych wobec chwastów.

7.1.5 Techniki przedsiewnego zwalczania chwastów

Ograniczanie zachwaszczenia przed siewem jest oparte na trzech zasadach. Po pierwsze, około 90% banku nasion chwastów (nasion obecnych w profilu gleby) jest w danym momencie uśpionych, ale pozostałe 10% nieuśpionych nasion blisko warstwy powierzchniowej gleby błyskawicznie wykiełkuje w odpowiednich warunkach. Po drugie, orka i kultywatorowanie są najskuteczniejszym sposobem na uruchomienie procesu kiełkowania nasion chwastów, ponieważ przemieszczają je wyżej w profilu gleby. Po trzecie, co najważniejsze – większość nasion chwastów może wejść na głębokości nie większej niż dwa do pięciu centymetrów gleby. Jeśli nasiona znajdują się głębiej, ich rezerwy energii wyczerpią się, zanim dotrą do powierzchni. Obydwie techniki zmierzają do stworzenia optymalnie przygotowanej wierzchniej warstwy gleby, która musi mieć wystarczającą wilgotność. Następnie, sadzenie lub siew upraw jest opóźniane o jeden do trzech tygodni, aby umożliwić wykiełkowanie aktywnych nasion chwastów. W technice ograniczenia chwastów przed siewem wysyp chwastów (gwałtowne kiełkowanie nasion chwastów) jest powstrzymane przez użycie specjalnego sprzętu uprawowego, który uprawia glebę na głębokość zaledwie dwóch do czterech centy-

metrów wierzchniej warstwy gleby, niszcząc 100% chwastów. W innej technice zwalczania chwastów przed siewem nasiona roślin uprawnych wysiewa się wśród wschodzących chwastów, które są następnie niszczone za pomocą pielnika termicznego (płomieniowego lub parowego) na 12 do 24 godzin przed wejściem nasion roślin uprawnych (Hooks i in., 2014, Merrfield, 2015).

Obie te techniki są bardzo skuteczne, ponieważ szybko zmniejszają pulę nasion chwastów zdolnych do wykiełkowania i radzą sobie zarówno z chwastami w międzyrzędziach, jak i znacznie trudniejszymi do zwalczania chwastami w rzędach rośliny uprawnej. Przedsiewne ograniczanie zachwaszczenia jest szczególnie ważne (choć wysoce niedoceniane), ponieważ stosuje się zabieg kultywatorowania, który jest niedrogi zarówno pod względem kosztu maszyn jak i tempa pracy, co przekłada się na niski koszt wykonania zabiegu. Jednak jego rezultaty może ograniczać niewłaściwie przeprowadzony zabieg odchwaszczania przedwschodowego (tzn. głębszy niż na 4 cm), co grozi wprowadzeniem dodatkowych uśpionych nasion do aktywnej, umożliwiającej kiełkowanie warstwy ziemi lub zniszczeniem roślin uprawnych.

7.2 Ograniczanie zachwaszczenia w czasie wegetacji roślin uprawnych

Wielu rolników, którzy są nowicjuszami w dziedzinie niechemicznego ograniczania zachwaszczenia, wciąż myśli w kategoriach „mentalności herbicydowej”, dla której niemal wszystkie działania skupiają się na chwastach rosnących w trakcie wegetacji rośliny głównej. Według koncepcji „wielu małych kroków” oraz piramidy ograniczania zachwaszczenia większość, tj. 90%, zabiegów powinno stosować się zapobiegawczo, przed rozpoczęciem uprawy, tzn. poprzez zastosowanie płodozmianu, zapobieganie

„deszczowi” nasion chwastów, zarządzanie składnikami pokarmowymi itd. Zwalczanie chwastów w trakcie wegetacji rośliny głównej w uprawach powinno stanowić dodatkowy, ostatni element całego procesu, a nie jego główną część składową. Rolnik, który uważa, że niechemiczne ograniczanie zachwaszczenia zaczyna się wraz z sadzeniem lub siewem roślin uprawnych, ma bardzo znikome szanse na sukces.

7.2.1 Pielniki do upraw

Dzięki temu, że w latach 60. ubiegłego wieku zabroniono stosowania w rolnictwie ekologicznym herbicydów (i pestycydów) zawierających substancje ksenobiotyczne, mamy dzisiaj do dyspozycji mnóstwo maszyn do opielania, które opracowano z myślą o zaspokojeniu potrzeb rolników ekologicznych; są one dostępne dla wszystkich rolników i ogrodników. Jest ich tak dużo, że rolnicy, którzy są nowicjuszami w niechemicznym ograniczaniu zachwaszczenia, mogą się poczuć dezorientowani, gdy muszą wybrać pielnik, który będzie dopasowany do upraw w ich gospodarstwie.

Niemniej jednak maszyny służące do zwalczania chwastów, tak samo jak herbicydy, mają różne mechanizmy działania. Wiedza na temat różnych trybów działania rozmaitych pielników – tego, co mogą one robić, a do jakich prac się nie nadają – pozwala rolnikom na łatwy wybór maszyn, które są najbardziej dostosowane do ich potrzeb. Ponadto, podobnie jak środki chemiczne, jedna maszyna nie może zrobić wszystkiego, więc niezwykle ważne jest posiadanie zestawu narzędzi składających się z „wielu małych kroków” w postaci zestawu pielników.

7.2.2 Klasyfikacja maszyn do pielenia roślin uprawnych

Pielniki do upraw dzielą się na dwa główne rodzaje: działające na całej powierzchni i działające pasowo między roślinami (diagram 7).

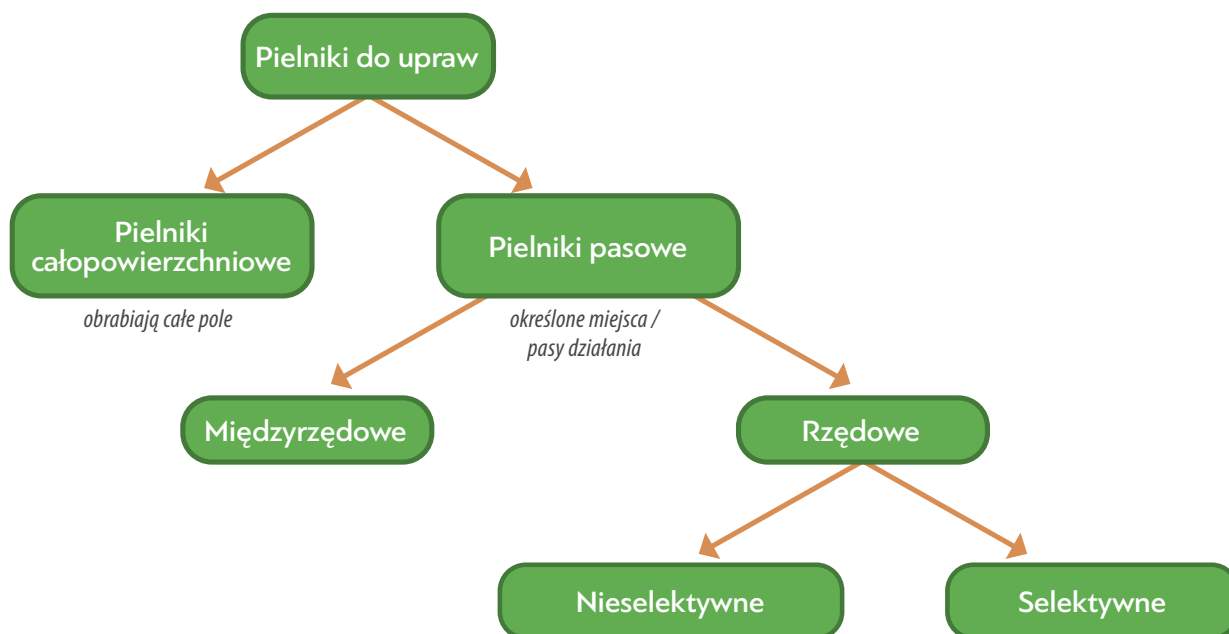


Diagram 7. Klasyfikacja/hierarchia pielników

Pielniki całopowierzchniowe pracują na całej powierzchni pola. Pielniki pasowe działają tylko w określonych miejscach. Klasycznym przykładem tego rodzaju maszyny jest pielnik międzyrzędowy, który szybko opiera przestrzeń między rzędami, pozostawiając nienaruszony rząd roślin uprawnych. Warto jednak wiedzieć, że nowoczesne pielniki międzyrzędowe są również wyposażone w dodatkowe narzędzia do pielenia w rzędach. Te z kolei dzielą się na dwa rodzaje: pielniki niselektywne zwalczające chwasty oraz pielęgnujące roślinę główną – podobnie jak pielniki powierzchniowe (zob. poniżej, żeby poznać więcej szczegółów), podczas gdy pielniki selektywne mają czujniki, które pozwalają im odróżnić rośliny uprawne od chwastów i podjąć działanie tylko w stosunku do tych ostatnich (diagram 7).

Ponieważ pielniki całopowierzchniowe opierają całą powierzchnię pola, rośliny uprawne muszą być zdolne do przetrwania lub „przeciwstawienia się” działaniom odchwaszczającym, natomiast chwasty powinny być na te działania podatne. Pielniki działające na całej powierzchni są w pewnym sensie analogiczne do selektywnych herbicydów, które stosuje się na całej powierzchni uprawy – niszczą chwasty, pozostawiając nienaruszone rośliny uprawne. Tego typu pielniki są najczęściej używane w uprawach polowych, szczególnie tych o rozstawie rzędów mniejszej niż 20 cm, chociaż niektórych z nich można użyć w uprawach bardziej wytrzymałych warzyw.



Fot. 2. Pielnik sprężynowy

Brona chwastownik z zębami sprężynowymi (klasyczna)

Brona chwastownik z zębami sprężynowymi to oryginalny pielnik działający na całej powierzchni, najbardziej rozpowszechniony (fot. 2).

Konstrukcja brony chwastownika z zębami sprężynowymi jest bardzo prosta. Składa się ona z dużej ilości lekko sprężystych cienkich stalowych prętów (zębów), które są przeciągane po powierzchni ziemi (na głębokości od jednego do czterech centymetrów). W ten sposób małe chwasty, w szczególności dwuliścienne, są przerywane, wyrwane i zasypywane. Rośliny uprawne przeżywają, ponieważ mają zazwyczaj większe nasiona, więc są posiane głębiej (np. o 4 cm), a ponadto młoda roślina uprawna jest zwykle większa i mocniejsza niż chwasty. Zboża, będące roślinami jednoliściennymi, szczególnie dobrze nadają się do tego rodzaju działań odchwaszczających, gdyż ich ustawione pionowo cienkie liście są łatwe do przejścia dla zębów maszyny.

Maszyna ma duży zakres regulacji pracy, przez co jest bardzo elastyczna – oznacza to, że można ją ustawić tak, by zaledwie „muskiała” glebę, co pozwala na użycie jej na stosunkowo delikatnych uprawach, aż po bardzo agresywne ustawienie umożliwiające zastosowanie chwastownika w późnych fazach rozwoju rośliny uprawnej. Rolnicy mają do wyboru brony chwastowniki o zróżnicowanej szerokości – od szerokości traktora aż po dwudziestometrowe, o wielkości porównywalnej do wielu opryskiwaczy polowych. Zdolność do pracy z dużą prędkością (np. większej niż 10 km/godz.) oznacza, że mają znaczne tempo pracy. Mogą być również wyposażone w pneumatyczne siewniki pozwalające na wysiew mniejszych nasion, dzięki czemu stają się idealnym narzędziem do zakładania przejściowych użytków zielonych, zwłaszcza wsiewek o znaczeniu międzyplonowym.

Brona chwastownik obrotowa prosta (chwastownik „łyżkowy”)

Innym powszechnie używanym narzędziem, zwłaszcza w Ameryce Północnej, jest brona chwastownik obrotowa prosta (chwastownik „łyżkowy”) (fot. 3).

Brona chwastownik obrotowa prosta składa się z dwóch rzędów gwiazd, których końce są lekko wygięte do tyłu i spłaszczone w kształcie łyżki, stąd nazwa. Podnoszą one małe kawałki ziemi, które są następnie wyrzucane w powietrze, niszcząc i zasypując część chwastów podczas spadania ziemi. Ilość gleby, na którą bezpośrednio oddziałuje

narzędzie, jest mniejsza w porównaniu z broną chwastownikiem z zębami sprężynowymi, ponieważ ta druga może pracować na całej powierzchni pola. Z tego względu skuteczność brony obrotowej prostej w niszczeniu chwastów jest ogólnie niższa. Jej główną przewagą stanowi natomiast to, że może pracować w uprawach tzw. konserwujących, twardszych, na bardziej zbitych i wilgotnych glebach, z którymi nie dałaby sobie rady brona chwastownik z zębami sprężynowymi. Dla odmiany chwastownik „łyżkowy” nie radzi sobie z glebami kamienistymi, ponieważ kamienie stępią i niszczą jej zęby.



Fot. 3. Brona chwastownik obrotowa prosta



Fot. 4. Brona obrotowa skośna (Aerostar Rotation) (zdjęcia Einböck GmbH & CoKG)

Brona chwastownik obrotowa skośna

Brona chwastownik obrotowa skośna jest nową maszyną produkowaną tylko przez firmę Einböck (fot. 4).

Jest ona wersją brony chwastownika z zębami sprężynowymi, ponieważ posiada wbijające się w glebę pionowe zęby umieszczone na ukośnych do kierunku jazdy gwiazdach. Ruch obrotowy powoduje, że chwasty podrywane są z kawałkami ziemi, a następnie wyrzucane w powietrze; ziemia opada pierwsza, a chwasty po niej, co powoduje,

że pozostają na powierzchni gleby bez możliwości ponownego ukorzenienia się. Z tego powodu działanie brony chwastownika obrotowej skośnej jest o wiele bardziej efektywne niż klasycznej brony chwastownika. Jednak nie powinna być uważana za alternatywę do brony chwastownika z zębami sprężynowymi. Powinny być one raczej wzajemnie uzupełniającymi się narzędziami, ponieważ broń obrotowa radzi sobie na twardszych glebach i z większymi chwastami niż broń sprężynowa, ale może wyrządzić większe szkody delikatniejszym roślinom uprawnym.



Fot. 5. Pielnik grzebieniowy Combcut® (zdjęcia Just Common Sense AB)

Pielnik grzebieniowy Combcut®

Pielnik grzebieniowy Combcut® jest niedawno opracowanym narzędziem o całkowicie nowatorskim podejściu do odchwaszczania (fot. 5).

Konstrukcja pielnika grzebieniowego Combcut® opiera się na szeregu skierowanych do przodu noży przypominających sztylety, umocowanych jak w grzebieniu. Tną one chwasty, podczas gdy rośliny uprawne prześlizgują się pomiędzy nimi nieuszkodzone. Dlatego ten pielnik najczęściej używany jest w uprawach roślin jednoliściennych i na użytkach zielonych przeciwko chwastom dwuliściennym. Różni się on także od dotychczas wspomnianych pielników powierzchniowych i prawie wszystkich działających międzyrzędowo pielników tym, że nie wchodzi w interakcje z glebą. Został on również zaprojektowany tak, by można go było używać w póź-

niejszych fazach rozwojowych roślin uprawnych, inaczej niż w przypadku innych działających na całej powierzchni pielników, które muszą być użyte, kiedy chwasty są jeszcze bardzo małe, a uprawa znajduje się we wczesnych fazach rozwoju. Pielnika grzebieniowego Combcut® najlepiej używać po upływie jednego miesiąca, ale przed fazą reprodukcyjną (kiedy zboże zaczyna wykształcać kłosa), gdy chwasty mają grubsze łodygi. Po rozpoczęciu fazy reprodukcyjnej istnieje ryzyko, że pielnik zeźnie łodygi roślin uprawnych, więc na tym etapie powinien być używany do ścinania chwastów nad wierzchołkami roślin uprawnych. Maszyna ta nie eliminuje chwastów całkowicie, jej głównym zadaniem jest osłabienie ich tak, aby rośliny uprawne były w stanie je wyprzeć – odcina wierzchołki pędów kwiatowych lub główkę nasienną chwastów, co zapobiega „deszczowi” nasion chwastów.

Pielniki elektrotermiczne

Działające na całej powierzchni pielniki elektrotermiczne są przykładem technologii „powrotu do przyszłości” (ang. „back to the future” technology), bowiem powstały pod koniec XIX wieku, ale w ciągu ostatnich kilku lat stały się bardziej popularne. Technologia ta polega na przepuszczeniu energii elektrycznej o wysokim napięciu przez liście rośliny, hipokotyl (łodyżkę podliścieniową) – osiowy organ roślin nasiennych znajdujący się między korzeniem a liścieniami – do korzeni, a następnie do gleby. Oznacza to, że odchwaszczanie elektrotermiczne, podobnie jak glifosat, ma charakter systemowy, bo niszcząc hipokotyl i górną część systemu korzeniowego, powoduje, że cała roślina obumiera. W odróżnieniu od glifosatu jednak może być również selektywnym systemowym środkiem chwastobójczym, jeśli chwasty są wyższe

od roślin uprawnych, ponieważ elektryczność nie przeskakuje łatwo z porażonej rośliny na sąsiednie, zatem giną jedynie chwasty. Odchwaszczanie elektrotermiczne, podobnie jak pielnik grzebieniowy Combcut®, stosuje się zazwyczaj w późniejszych stadiach roślin uprawnych, w odróżnieniu od brony chwastownika klasycznej oraz brony chwastowników obrotowych. Natomiast podczas gdy pielnik grzebieniowy Combcut® pracuje w roślinach uprawnych i może ściąć chwasty krótsze od roślin uprawnych, działający na całej powierzchni pielnik elektrotermiczny może działać tylko na chwasty, które są od nich wyższe. Niemniej jednak w odróżnieniu od pielnika grzebieniowego Combcut®, który jedynie ścina chwasty, zabieg elektrotermiczny niszczy je całkowicie.



Pielniki pasowe

Podczas gdy wyróżniamy tylko pięć głównych typów pielników działających na całej powierzchni, pielników pasowych jest o wiele więcej. Najpopularniejszy z nich to kultywator rzędowy (klasyczny pielnik pasowy).

Pielnik klasyczny pasowy

Konstrukcja klasycznych pielników pasowych osiągnęła optimum, opierając się na montowanej na ciągniku belce narzędziowej, na której znajdują się liczne sekcje robocze z zamocowanymi elementami pielącymi (fot. 6). Taka konstrukcja umożliwia budowę klasycznych pielników pasowych o dużych szerokościach roboczych (15 metrów na pojedynczej belce, więcej na wielu belkach), a jednocześnie pozwala na utrzymanie elementów pielących na bardzo dokładnej głębokości ($\pm 1-2$ cm), nawet na nierównych polach. Pielnik można modyfikować w zależności od potrzeb, na ramie narzędziowej można zamocować wiele różnych elementów roboczych, zarówno do pielienia międzyrzędowego, jak i w rzędach. Tak więc klasyczny pielnik pasowy jest bardziej platformą, na której można umieszczać wiele różnych elementów roboczych, niż pojedynczym narzędziem do opielania. Ze względu na tę niezwykłą wszechstronność produkuje go ponad pięćdziesiąt różnych przedsiębiorstw.

Rolnicy, którzy potrzebują narzędzi do odchwaszczania międzyrzędowego, mogą wybierać z szerokiej gamy pielników, z których większość opiera się na stalowym ostrzu tnącym poziomo glebę (fot. 7).



Fot. 6. Pielnik międzyrzędowy



Fot. 7. Ostrza pielników (od lewej do prawej); gęsia stópka, ostrze typu A, ostrze typu L, ostrze typu T



Fot. 8. Miniobsypnik

Jeśli chodzi o zwalczanie chwastów w rzędach, dostępny jest wciąż powiększający się asortyment pielników nieselektywnych, które można umocować na sekcji roboczej lub belce narzędziowej. Najskuteczniejszym z nich jest „miniobsypnik” (fot. 8), który tworzy niewielki grzbiet gleby (redlinkę) w rzędzie rośliny uprawnej, wystarczający do zakopania siewek chwastów pod grubą na 1–2 cm warstwą gleby, a jednocześnie pozwala roślinom uprawnym wystawać ponad jej powierzchnię (Merfield, 2014).

Kiełkujące siewki chwastów mogą się przebić przez wiele centymetrów, a nawet decymetrów gleby od miejsca, w którym zostały zakopane nasiona, i dotrzeć do jej powierzchni. Ale gdy się już pojawią i wypuszczą liście, tracą zdolność do przebijania się przez glebę i przykrycie ich 1–2 centymetrami gleby powoduje ich obumarcie. Oczywiście technika ta wymaga, aby rośliny uprawne były większe niż chwasty, ale tak jest często, zarówno w przypadku szybko rosnących roślin uprawnych o dużych nasionach, jak i (szczególnie) warzyw uprawianych z rozsady. Aby utworzyć redlinkę, listwa lub ostrze jest przesuwane po wierzchniej warstwie gleby, a nadmiar ziemi przesypuje się nad listwą lub ostrzem. Wysokość redlin można precyzyjnie określić, montując ostrza/listwę na żądanej wysokości.

Innym wysoko efektywnym narzędziem z serii „miniobsypników” jest gwiazda palcowa (fot. 6).

Te wprowadzane w ruch poprzez opieranie się o ziemię rotacyjne narzędzia posiadają szereg „palców”, które poruszają glebę w rzędzie upraw, łamiąc, wyrывая i zasypując małe siewki chwastów. Dostępnych jest wiele różnych modeli, które można zastosować do prawie każdej uprawy, nawet drzew, z palcami wykonanymi z rozmaitych materiałów: od twardych, takich jak metal i plastik, po miękkie, takie jak guma czy nawet szczotki. W połączeniu z „miniobsypnikiem” gwiazda palcowa może posłużyć do ściągnięcia ziemi z utworzonego grzbietu do dołu redliny i przykrycia wszystkich pozostałych chwastów, które w rezultacie obumrą. Eliminacja chwastów następuje wówczas najpierw dzięki przesunięciu listwy/ostrza przez glebę w celu wytworzenia grzbietu, który następnie zostaje wyrównany. W ten sposób często odchwaszcza się ziemniaki.

Kolejne narzędzie to zęby sprężynowe skrętne, które rozbijają glebę w rzędach, uszkodzając i wyrывая w ten sposób siewki chwastów. Wiele narzędzi jest opartych na cienkich pionowych prętach, które przetrząsają glebę w rzędach i są szczególnie przydatne w przypadku wyprostowanych, jednoliciennych roślin uprawnych, takich jak kukurydza, por i cebula itd. Tego rodzaju narzędzia mogą być wprowadzane w ruch poprzez opieranie się o ziemię elementów roboczych. Przykład stanowi tu element roboczy w postaci gwiazdy Aerostar Rotation (fot. 4) lub napędzane silnikiem elementy robocze posiadające dużo prętów.



Fot. 9. Pielnik szczotkowy o osi poziomej

Pielniki szczotkowe do pielenia międzyrzędowego

Poza bardzo popularnymi klasycznymi pielnikami istnieje wiele innych narzędzi do pielenia w międzyrzędach. Pielnik szczotkowy o osi poziomej oparty jest na dużej, cylindrycznej szczotce, podobnej do tych stosowanych w zmiatarkach drogowych, z przerwami dla rzędów roślin uprawnych (fot. 9). Ma on bardzo agresywne działanie odchwaszczające, ponieważ szczotka rozdrabnia górne dwa do pięciu centymetrów gleby, całkowicie

niszcząc chwasty. Osiąga również wysoki wskaźnik zwalczania chwastów na mokrych glebach oraz przy większych chwastach, które mogłyby stanowić wyzwanie, a nawet zatrzymać pracę innych pielników międzyrzędowych. Z tego powodu znakomicie sprawdza się w uprawach ozimych, na przykład czosnku. Jego wadą jest to, że gdy gleba jest sucha, może wytwarzać dużo kurzu, zwłaszcza na glebach gliniastych i mułowych.

W podobny sposób działa pielnik koszyczkowy z tym, że zamiast szczotek używa cylindra z drucia-



Fot. 10. Pielnik koszyczkowy

nymi koszyczkami, z przerwami dla rzędów upraw (fot. 10). Jednak w przeciwieństwie do pojedynczej szczotki pielnika szczotkowego, która jest zasilana z ciągnika, pielnik koszyczkowy składa się z dwóch rzędów koszyczków z różnicowym napędem łańcuchowym pomiędzy nimi, co sprawia, że obracają się one z różną szybkością, przecinając i zdzierając wierzchnią warstwę gleby, jednocześnie ścinając i niszcząc siewki chwastów. Jest więc mechanicznie znacznie prostszy i dlatego tańszy od pielnika szczotkowego, co czyni go idealnym narzędziem dla mniejszych gospodarstw. Ponadto, w odróżnieniu od pielnika szczotkowego, narzędzie to nie powoduje powstawania tumanów kurzu. Słabo radzi sobie jednak na twardej glebie, ponieważ nie penetruje gleby tak skutecznie jak pielnik szczotko-

wy, kamienie wyginają pręty, podczas gdy pielnik szczotkowy dobrze działa na najbardziej kamienistych glebach.

Ostatnim powszechnie stosowanym modelem pielnika międzyrzędowego jest pielnik zębowy o osi pionowej (fot. 11). Ma on zęby na małych wirnikach, które obracają się w glebie, intensywnie pielęgnując, co oznacza, że przebijają się przez twardą, zbitą glebę i mogą niszczyć większe chwasty. Największą wadą tego urządzenia jest to, że jego mechaniczna złożoność utrudnia dostosowanie rozstawu do szerokości rzędów. Ponadto, chociaż dobrze działa na kamienistej glebie, kamienie wpadają często między zęby i tarcze, co może spowodować zniszczenie maszyny i roślin uprawnych.



Fot. 11. Pielnik zębowy o osi pionowej

Wskazówki dotyczące stosowania pielników działających pasowo między roślinami

Bardzo ważnym wymaganiem dotyczącym pielników działających pasowo jest precyzyjne prowadzenie, ponieważ rzędy roślin uprawnych mogą przetrwać tylko wtedy, gdy przejdą przez przerwy między elementami roboczymi pielnika. Przed erą komputeryzacji było to możliwe, jeśli pielnikiem kierowała niezależnie od ciągnika siedząca na nim osoba albo jeśli używano specjalistycznego traktora z „nośnikiem narzędzi”, w którym pielnik zamontowany jest między przednimi a tylnymi kołami, tak aby kierowca mógł widzieć i pielnik, i uprawę. Wykwalifikowany operator jest w stanie poprowadzić pielnik bardzo precyzyjnie, ale praca ta wymaga ciągłej dużej koncentracji, co jest bardzo trudne. Istnieje granica szybkości reakcji oraz wytrzymałości człowieka, która ogranicza prędkość poruszania się pojazdu i rozmiar maszyny. Komputeryzacja spowodowała ogromną rewolucję w sterowaniu maszynami do pielenia i rozwiązała problem naprowadzania. Istnieją dwa główne podejścia: komputerowe systemy wizyjne i bardzo dokładne systemy globalnego pozycjonowania (GPS).

Systemy „widzenia” komputerowego oparte są na kamerach cyfrowych umieszczonych na pielniku, które „patrzą do przodu” na rzędy roślin uprawnych. Następnie wyjątkowo zaawansowane programy komputerowe i algorytmy określają położenie rzędów upraw i dopasowują do nich pozycję pielnika. Systemy GPS wykorzystują technologię RTK (Real Time Kinematic), która zwiększa stopień dokładności standardowego GPS z metra do centymetra. Jest to wykorzystywane do automatycznego kierowania ciągnikiem, a w niektórych przypadkach zarówno ciągnik, jak i narzędzie do pielenia są sterowane niezależnie, co daje wyjątkową dokładność. Gdy do siewu wykorzystywany jest GPS, system jest „ślepy”, nie rozpoznaje rośliny – po prostu pracuje według wcześniej ustalonej linii. Natomiast systemy wizyjne podążają za rzędem roślin, muszą więc widzieć wystarczającą liczbę roślin, aby mogły się dobrze ustawić i efektywnie pracować. Oba systemy mają swoje zalety i wady, zatem większe gospodarstwa mogą korzystać zarówno z systemów GPS, jak i ze sterowania przy pomocy kamer cyfrowych. Komputerowe systemy wizyjne spowodowały również kolejną rewolucję, umożliwiając selektywne odchwaszczanie w rzędach.



Fot. 12. K.U.L.T. Robovator (photo K.U.L.T.)

Pielenie selektywne w rzędach

Po opracowaniu systemów widzenia komputerowego do identyfikacji rzędów roślin uprawnych logicznym następstwem było użycie ich do identyfikacji poszczególnych roślin uprawnych, a następnie eliminacji chwastów wokół każdej z nich. Tego typu systemy są najczęściej stosowane w uprawach warzyw uprawianych z rozsady, ze względu na większe odstępy pomiędzy roślinami w rzędzie. Najwyższej klasy maszyny, takie jak „Robovator”, mogą pracować z prędkością do 8 km/h i szerokością roboczą do 12 metrów (fot. 12).



Fot. 13. Robot do pielenia

Roboty do pielenia

Logicznym uwieńczeniem zastosowania komputerowych systemów wizyjnych do kontroli zachwaszczenia są w pełni autonomiczne pielniki, czyli roboty. Pomysł zbudowania robotów do pielenia rozważany był od dawna, już gdy projektowano pierwsze roboty, ale w przeciwieństwie do fabryk, gdzie środowisko jest dopasowane do robota, pola uprawne są dla nich środowiskiem wyjątkowo skomplikowanym, nieprzewidywalnym

Połączenie pracy komputerowo sterowanych pielników międzyrzędowych z pracą opartych na komputerowych systemach wizyjnych pielników selektywnych do pielenia w rzędach, jak i mechanicznych pielników nieselektywnych pielęgnujących w rzędach umożliwia osiągnięcie wysokiej skuteczności w zwalczaniu chwastów. Ta metoda jest równie dobra, jeśli nie lepsza, niż stosowanie herbicydów i można ją wykorzystywać na dużych obszarach upraw, osiągając przy tym wysokie tempo pracy i znaczne obniżenie kosztów.

i nieprzyjaznym. Pomimo to w ciągu ostatnich kilku lat roboty do pielenia, które były wcześniej jedynie przedmiotem bardzo kosztownych projektów badawczych, stały się maszynami ekonomicznie i praktycznie możliwymi do zastosowania w gospodarstwie (fot. 13). Jednak obecnie koszty i tempo ich pracy sprawiają, że w większości sytuacji opcje bez robotów są nadal najbardziej opłacalne i efektywne. Oczekuje się jednak, że technologia ta będzie się szybko rozwijać i w następnych dekadach roboty do pielenia będą odgrywały coraz większą rolę.

7.2.3 Odchwaszczanie termiczne

Odchwaszczanie termiczne odnosi się do technologii metod ograniczania zachwaszczenia za pomocą elementów generujących ciepło lub zimno. Próbowano już niemal wszystkich możliwych środków termicznego zwalczania chwastów, w tym laserów, mikrofali, ciekłego azotu, ciekłego dwutlenku węgla w postaci śniegu, skupionego światła słonecznego itd., ale jedynymi praktycznymi, bezpiecznymi i opłacalnymi ekonomicznie okazały się

płomień, para wodna i techniki elektrotermiczne. Jeśli chodzi o zwalczanie chwastów płomieniami, powszechne jest przekonanie, że rośliny muszą zostać spalone. Jest ono całkowicie błędne. Prawdziwy cel stanowi bowiem „ugotowanie” roślin, tzn. doprowadzenie do tego, by woda zawarta w ich komórkach zamieniła się w parę, powodując całkowite zniszczenie tkanek.

Przedsiewne ograniczanie zachwaszczenia i pielniki płomieniowe

Dominującą formą odchwaszczania termicznego jest użycie pielników płomieniowych wraz z techniką przedsiewnego zwalczania chwastów (zob. punkt 7.15), aby zniszczyć chwasty pomiędzy fazą liścieni a fazą dwóch liści, na krótko przed wejściem siewek. Ze względu na wysokie koszty oraz niskie tempo pracy technikę tę stosuje się głównie do upraw o wyższej wartości, takich jak warzywa. Jest ona szczególnie przydatna w uprawie roślin, które wolno kiełkują i z tego powodu słabo konkurują z chwastami, takich jak marchew i cebula. Pielniki płomieniowe stosowane w technice przedsiewnego zwalczania chwastów najczęściej składają się z tarczy lub osłony, pod którą płonie płomień i która sprawia, że żar utrzymuje się blisko ziemi, maksymalizując transfer ciepła, jak również chroni płomień przed wiatrem (fot. 14).



Fot. 14. Pielnik płomieniowy używany w technice przedsiewnego ograniczania chwastów

Wypalanie selektywne i niszczenie chwastów za pomocą pary wodnej

Kolejną z najczęściej stosowanych metod odchwaszczania termicznego jest selektywne wypalanie płomieniowe w jednorocznych uprawach sianych w szerokie rzędy, takich jak bawełna, soja i kukurydza. Płomień jest skierowany w rzędy, na

łodygi dobrze rozwiniętych roślin uprawnych (fot. 15). Rośliny uprawne są w stanie przetrwać, ponieważ mają wystarczająco grube łodygi (lub korę), by przetrzymać działanie wysokiej temperatury, mniejsze chwasty albo giną, albo zostają pozbawione liści, co je osłabia i umożliwia roślinom uprawnym ich wyparcie.

Tę samą technikę stosuje się również w uprawach wieloletnich (fot. 16), ale w tym przypadku generalnie preferuje się użycie pary wodnej zamiast płomieni. Zastosowanie pary w znacznym stopniu zmniejsza ryzyko pożaru i dzięki wyzwalananiu ciepła utajonego podczas kondensacji zapewnia o wiele szybszy jego transfer. Ponadto para wodna pracuje lepiej w wietrznych i mokrych warunkach pogodowych. Niektórych maszyn można używać do zwalczania chwastów w uprawach na ściółkach foliowych lub papierowych, nie powodując przy tym ich zniszczenia (Schonbeck, 2012).

W przypadku roślin uprawianych z siewu można zastosować inną metodę do zwalczania chwastów pomiędzy roślinami w rzędach we wczesnych fazach ich rozwoju. Metoda ta nazywana jest wypalaniem po wschodach. Wykorzystuje odporność niektórych gatunków roślin uprawnych na odchwaszczanie termiczne, takich jak rośliny jednoliścienne, w tym cebula i czosnek, których wierz-



Fot. 15. Selektywny pielnik płomieniowy do zwalczania chwastów w rzędzie w uprawie kukurydzy cukrowej

chołki wzrostu (podziemne łodygi) są chronione pod ziemią, oraz gatunki wykształcające rozety, np. marchew i burak ćwikłowy. Te rośliny uprawne mogą przetrwać utratę liści, natomiast bardziej wrażliwe chwasty giną. Jeśli tego rodzaju zabieg przeprowadzi się we wczesnych fazach wzrostu, rośliny mogą zrekompensować przejściową utratę swoich liści i nie ma to wpływu na plony. W sytuacjach, gdy zwalczanie chwastów w rzędach roślin uprawnych przy użyciu środków mechanicznych jest trudne, np. gleba jest zbyt mokra, można zastosować wypalanie.



Fot. 16. Ograniczanie zachwaszczenia przy użyciu pary wodnej



Fot. 17. Międzyrzędowy pielnik płomieniowy

Pielniki elektrotermiczne

Elektrotermiczne zwalczanie chwastów stosuje się podobnie jak metody płomieniowe, od końca XIX wieku, lecz w latach 40. ubiegłego wieku ustąpiło ono miejsca herbicydom. Obecnie w związku z problemami związanymi z herbicydami metoda elektrotermicznego zwalczania chwastów wykorzystywana jest coraz częściej. Polega ona na skierowaniu prądu o wysokim napięciu (od 5000 do 15 000 V) na liście roślin. Prąd płynie następnie w dół łodygi, przez hipokotyl do korzenia i z powrotem do pielnika przez glebę. Podobnie jak para wodna i płomień prąd elektryczny nagrzewa wodę wewnątrz komórek rośliny, zamieniając ją w parę i niszcząc w ten sposób roślinę od środka. Natomiast w odróżnieniu od pary i płomieni, które mogą zabić jedynie liście rośliny, ponieważ osiągnięcie wysokiej temperatury gleby wymaga znacznie większej ilości energii, zabiegi elektrotermiczne są w stanie zniszczyć jej hipokotyl i górną część systemu korzeniowego. Zatem, tak jak glifosat, metoda ta ma działanie systemiczne. Dodatkowo, metodę elektrotermiczną można zastosować, działając na chwasty, gdy są wyższe od roślin uprawnych, zostawiając roślinę uprawną nienaruszoną.

Ponadto, ponieważ zabiegi elektrotermiczne nagrzewają jedynie wodę wewnątrz rośliny i nic poza tym (inaczej niż płomień i para, które ogrzewają powietrze, które następnie oddziałuje na chwasty), są o rząd wielkości bardziej energooszczędne. Na przykład przy odchwaszczaniu elektrotermicznym przeciętne zużycie energii wynosi 10 kW na metr szerokości roboczej, podczas gdy w przypadku odchwaszczania płomieniowego i parowego jest to od 200 do 400 kW.

Wyżej wymienione właściwości sprawiają, że elektrotermiczne zwalczanie chwastów stanowi potężną technologię. Po pierwsze, może zostać ona użyta do zniszczenia wszystkich roślin rosnących na polu, więc tak jak glifosat stosuje się ją w uprawie bezorkowej i uproszczonej. Na użytkach zielonych większość chwastów jest wyższa od różnych gatunków roślin pastewnych, szczególnie po wypasie, zatem elektrotermiczne metody można zastosować do systematycznego i selektywnego zniszczenia niechcianych roślin, nie niszcząc przy tym roślin pastewnych. W większości upraw wie-

le chwastów wyrasta wyżej niż rośliny uprawne, często są to chwasty, którym udało się przeżyć poprzednie zabiegi; wówczas można użyć elektrotermicznego zwalczania chwastów, aby je całkowicie zwalczyć i zapobiec tym samym rozsianiu ich nasion. Dodatkowym atutem tej technologii jest możliwość użycia jej na bardzo różną skalę – od wykorzystania wersji „plecakowych”, umożliwiających zabiegi ukierunkowane na pojedyncze rośliny, po ogromne maszyny używane do niszczenia chwastów krzewiastych i drzewiastych.

Zużycie paliw kopalnych

Jeden z największych problemów związanych z odchwaszczaniem termicznym stanowią ogromne ilości zużywanych podczas tego procesu paliw kopalnych, głównie LPG i propanu, co w epoce zmiany klimatu jest nie do zaakceptowania (Bond i in., 2003). Po pierwsze, z powodu ich wysokich kosztów i niskiej wydajności oraz tempa pracy stosowanie technik termicznych ogranicza się do upraw o wysokiej wartości, takich jak warzywa i rośliny wieloletnie, więc nie są one powszechnie używane. W gruncie rzeczy jest to wysoce specjalistyczna technika, toteż stosuje się ją, kiedy nie ma innych dostępnych opcji. Jest niezwykle ważne, żeby używać maszyn o najbardziej energooszczędnych konstrukcjach, np. wyposażonych w tarcze/osłony. Ponadto zastąpienie LPG metanem z biogazowni z fermentacji beztlenowej, przetwarzającej wytworzone w gospodarstwie pozostałości roślin uprawnych oraz obornik, całkowicie wyeliminuje spalanie paliw kopalnych.

Inną obawą związaną z termicznym zwalczaniem chwastów jest to, czy nie szkodzi glebie. Jednak z powodu ogromnej masy termicznej gleby pielniki termiczne mogą podnieść temperaturę jedynie o kilkadziesiąt stopni Celsjusza i to na głębokości tylko kilku milimetrów wierzchniej warstwy gleby przez kilkadziesiąt sekund. Bezpośrednie promieniowanie ze słońca w gorący dzień nagrzewa glebę do o wiele wyższej temperatury, na dużo większą głębokość i na o wiele dłuższy czas. Dużo większą szkodę wyrządzają glebie inne działania rolnicze, takie jak np. orka czy intensywna uprawa.

7.2.4 Ściółkowanie (mulczowanie)

Ściółkowanie lub mulczowanie gleby biologicznymi albo syntetycznymi materiałami jest wyspecjalizowaną techniką ograniczoną do kilku gatunków warzyw oraz roślin w parkach i ogrodach. Wyróżniamy dwa rodzaje: rozdrobnione ściółki oraz arkuszowe ściółki. Rozdrobnione materiały biologiczne używane do ściółkowania to zrębki drewna i kory, kompost, liście i inne bogate w węgiel materiały, natomiast biologiczne arkuszowe ściółki wykonuje się, okrywając powierzchnię gleby arkuszami papieru lub z biotworzyw. Jednak najczęściej używa się w tym celu tworzywa sztucznego, głównie folii polietylenowej.

Ściółki w arkuszach działają poprzez tworzenie fizycznej bariery dla chwastów. Arkusze są zwykle światłoszczelne, więc mogą zwalczać nawet dobrze ukorzenione i rozwinięte chwasty, ponieważ uniemożliwiają im fotosyntezę. Ten rodzaj ściółkowania może również zmienić środowisko glebowe i zahamować kiełkowanie nasion chwastów. Ściółkowanie rozdrobnionymi materiałami działa również poprzez zmianę środowiska glebowego, uniemożliwiając nasionom odebranie bodźców

środowiskowych, które uruchamiają kiełkowanie. Z tego powodu rozdrobniona ściółka musi być wystarczająco gruba, co najmniej na pięć centymetrów, ale i wówczas rzadko jest ona zdolna do zwalczania rozwiniętych chwastów, w związku z czym gatunki płożące się, takie jak koniczyna biała, mogą się przez nią gwałtownie rozprzestrzenić na skutek braku konkurencji.

Minusem stosowania ściółek z tworzywa sztucznego jest konieczność jego utylizacji po użyciu, a wiele zakładów recyklingu nie chce go przyjąć, ponieważ jest zanieczyszczony ziemią i materiałem roślinnym, (Ngouajio i in., 1991). Istnieje również niebezpieczeństwo, że gleba i sąsiednie siedliska zostaną skażone przez tego rodzaju tworzywa sztuczne jednorazowego użycia. Z drugiej strony ściółki biologiczne ulegają rozkładowi, więc trzeba je wciąż uzupełniać, a ponieważ potrzebne są duże ilości, może to doprowadzić do nadmiaru składników pokarmowych w glebie, powodując dalsze problemy, takie jak zanieczyszczenie cieków wodnych (Miles i in., 2013).



7.3 Biologiczne metody ograniczania zachwaszczenia

Biologiczne metody ograniczania zachwaszczenia polegają na użyciu żywych organizmów, takich jak owady, nicienie, bakterie i grzyby, do zmniejszenia populacji chwastów. Wyróżniamy trzy kluczowe metody biologicznego ograniczania zachwaszczenia:

- klasyczną metodę biologiczną, która polega na wprowadzeniu do środowiska biologicznych czynników zwalczających obcego pochodzenia (BCZ) w celu eliminacji lub redukcji populacji chwastów i szkodników pochodzenia obcego;
- wspomagającą metodę biologiczną, która dzieli się na dwie podkategorie:
 - zalewową, gdzie bardzo duże ilości BCZ są stosowane na chwasty lub szkodniki;
 - namnożeniową, w której BCZ jest zaszczepiany i wprowadzany do środowiska chwastów lub szkodników i namnaża się do poziomów, które je zwalczają;
- metodę konserwacyjną, w której zmienia się środowisko, aby stworzyć odpowiednie warunki do naturalnego pojawiania się biologicznych czynników zwalczających chwasty lub szkodniki.

Na poziomie globalnym klasyczna metoda kontroli odniosła znaczące sukcesy, znajdując sposób na trudne do rozwiązania problemy z chwastami, takie jak eliminacja opuncji w Australii przez gąsienice *Cactoblastis cactorum*. Jednak, ponieważ Europa jest częścią kontynentalnego obszaru lądowego

Eurazji, a także znajduje się blisko Afryki, mamy do czynienia z naturalnym, intensywnym przemieszczaniem się zarówno chwastów, jak i ich naturalnych wrogów. Oznacza to, że liczba egzotycznych roślin wprowadzonych do europejskich ekosystemów bez ich naturalnych szkodników jest niska w porównaniu z ekosystemami bardziej odizolowanymi, takimi jak Hawaje, Australia i Nowa Zelandia, gdzie klasyczna biologiczna metoda ograniczająca zachwaszczenie okazała się niezwykle cenna (Bond i in., 2003). Ponadto z metodą tą wiążą się poważne zagrożenia – mamy w historii wiele przykładów tego, jak wprowadzone do środowiska biologiczne czynniki ograniczające zachwaszczenie same przekształciły się w szkodniki, powodując poważne problemy ekologiczne (Zimdahl, 2013). Jednak testowanie specyficzności żywicieli jest dzisiaj dobrze rozwiniętą nauką i niewiele tego rodzaju współczesnych interwencji miało nieprzewidziane skutki. Chociaż liczba egzotycznych szkodników i chwastów w Europie jest ograniczona, niektóre z nich, na przykład rdestowiec ostrokończysty, są szczególnie kłopotliwe (podobnie jak gąsienice *Cactoblastis cactorum* w Australii) i mogłyby być idealnymi kandydatami do klasycznej metody biologicznej, zatem należy prowadzić więcej badań w tej dziedzinie.

Zalewowa metoda biologiczna polega zwykle na zastosowaniu wielkiej ilości mikroorganizmów przeciwko szkodnikom, często za pomocą oprysków, chociaż stosuje się również owady. Tego rodzaju zwalczanie szkodników i chorób roślin staje się coraz bardziej wartościowym narzędziem i zaczyna zastępować chemiczne środki ochrony

roślin, ponieważ szkodniki i choroby wykształcają odporność, zaś zmiany społeczne i legislacyjne prowadzą do surowszych restrykcji dotyczących ich stosowania.

Zaletę tej metody, jeśli chodzi o zwalczanie owadów, stanowi fakt, że większość mikrobiologicznych BCZ jest bardzo dokładna i zabija jedynie konkretne gatunki lub wąską ich grupę, tak więc gatunki pożyteczne nie ponoszą szkody. Z drugiej strony w przypadku chwastów ta dokładność stanowi problem, ponieważ na każdej uprawie lub pastwisku często występują dziesiątki gatunków chwastów, więc BCZ byłby wymagany dla każdego z nich. Co więcej, gdyby zastosowano szerokie spektrum biologicznych czynników zwalczających, prawdopodobnie zniszczyłyby one także rośliny uprawne i dziko rosnące gatunki. Wreszcie tam, gdzie zalewowe czynniki biologiczne zostały rozpoznane, dużym wyzwaniem jest przekształcenie

ich w produkt, na którego skuteczności można polegać. Podobnie trudne jest znalezienie BCZ odpowiedniego dla metody namnożeniowej (Lundkvist & Verwijst, 2011).

Metody konserwacyjnej nie zastosowano jak do tej pory w celu biologicznego ograniczania zachwaszczenia – stosuje się ją tylko do zwalczania owadów szkodzących uprawom. Na przykład do środowiska wprowadza się zasoby kwiatowe (pyłek i nektar), które zwiększają długość życia i płodność istniejących BCZ, dzięki czemu jest on w stanie zredukować populację szkodników poniżej poziomu grożącego zmniejszeniem plonów. Za konserwacyjną metodę biologiczną można byłoby z pewnych względów uznać różnego typu metody, takie jak płodozmian, wybór konkurencyjnych odmian, wsiewki itd., wykracza to jednak poza ich typowe rozumienie.



7.4 Ograniczanie zachwaszczenia przez zwierzęta gospodarskie

Wypas zwierząt jest tradycyjną i cenną fizyczną metodą ograniczania zachwaszczenia. Użycie zwierząt w celu ograniczania zachwaszczenia jest nadal powszechnie praktykowane w mniej intensywnych, tradycyjnych systemach rolniczych, natomiast jego wartość została zapomniana w wielkoobszarowych, intensywnych i wyspecjalizowanych systemach rolnictwa przemysłowego. Jednak wraz z odwołaniem się od stosowania herbicydów użycie zwierząt gospodarskich w tych systemach znów zaczyna zyskiwać na znaczeniu. Można w tym celu używać różnych udomowionych gatunków zwierząt gospodarskich, np. bydła, kóz, owiec, koni, drobiu itd. (Popay & Field, 1996).

Najefektywniejsze wykorzystanie zwierząt gospo-

darskich do ograniczania chwastów jest wtedy, gdy w gospodarstwie rolnym płodozmian składa się użytków zielonych i roślin uprawnych. Tak jako to omawialiśmy w punkcie 7.1.1, niewiele chwastów występujących na polach uprawnych jest w stanie przetrwać na pastwiskach i podobnie chwasty występujące na pastwiskach rzadko rozwijają się dobrze w systemach upraw polowych. Chwasty występujące na polach uprawnych są często bardzo smaczne dla zwierząt gospodarskich, co ilustrują ich potoczne nazwy angielskie: fat hen 'tłusta kura' lub lambsquarters 'ćwiartka jagnięcia' – nazwa związana z jednym z najstarszych świąt brytyjskich – Lammas Day (*Chenopodium album* – komosa biała) i chickweed 'kurze ziele' (*Stellaria media* – gwiazdnica pospolita).



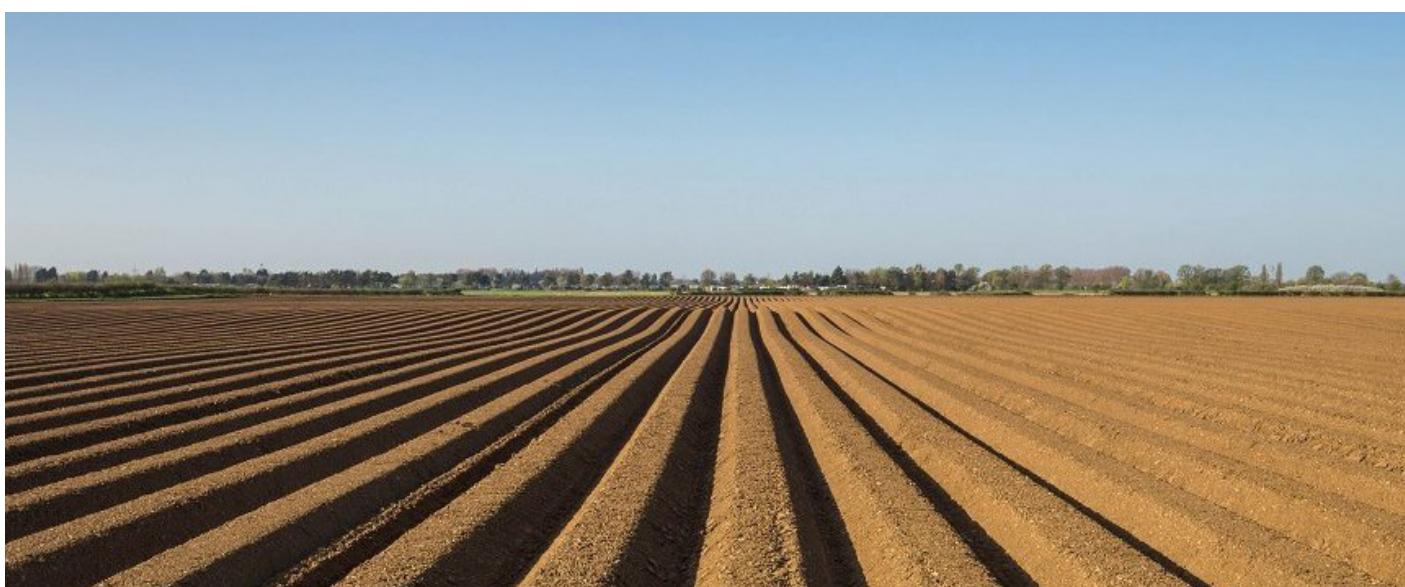
Fot. 18. Świnie zjadające jabłka, które spadły podczas zbiorów



Fot. 19. Owce pasące się w winnicy wyposażonej w siatkę

Świnie (fot. 18) bardzo dobrze ograniczają wzrost chwastów i trawy, a także skutecznie sprzątają spadłe jabłka w sadach i z tego powodu są powszechnie używane do ograniczania roślinności w ekologicznych systemach sadowniczych (Nunn i in., 2007). „Owce opielacze” (ang. „weeder sheep”) stają się coraz bardziej popularne ze względu na niskie koszty ich utrzymania w porównaniu z pracą

ręczną, a także ich dużą dostępność. Wypas owiec w winnicach może być bardzo korzystny nie tylko dlatego, że usuwają one chwasty oraz ograniczają wzrost trawy i krzewów, ale także dlatego, że ich odchody są dobrym nawozem dla gleby. Oczywiście nie należy pozwalać owcom na jedzenie winogron, uchronić przed tym może osłonięcie winorośli siatkami (fot. 19).



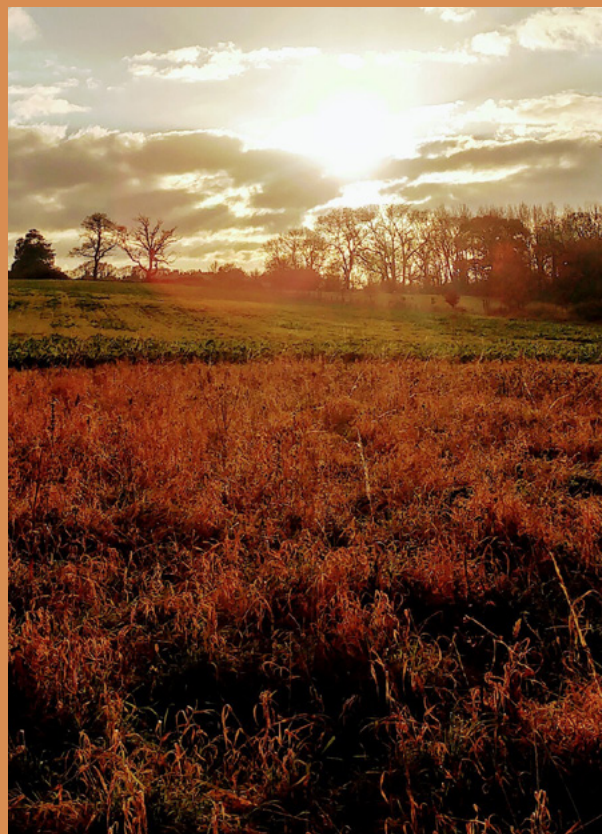
7.5 Herbicydy eobiotyczne

Przymiotnik „eobiotyczny” odnosi się do substancji, które są endogenne dla systemu ekologicznego. Herbicydy eobiotyczne są zatem wytwarzane ze składników uzyskanych z roślin lub zwierząt albo w wyniku syntezy mikrobiologicznej, jak np. ocet – w przeciwieństwie do związków produkowanych syntetycznie (ksenobiotycznych). Wypróbowano już wiele różnych materiałów eobiotycznych pod kątem ich przydatności do ograniczania zachwaszczenia, w tym oleje roślinne, takie jak sosnowy, cyprysowy, cedrowy, z manuki (*Lepidospermum scoparium*), eukaliptusowy, z koniczyzny czerwonej, goździków, palczatki cytrynowej, cynamonu, mięty, rozmarynu czy szalwi. Przebadano również mieszanki nasion allelopatycznej kukurydzy i gorczycy, kwasy tłuszczowe z olejów roślinnych, takich jak sosnowy, kokosowy i rzepakowy

oraz stężone kwasy organiczne, w tym kwas octowy i cytrynowy.

Substancje eobiotyczne są biodegradowalne i nie pozostawiają żadnych pozostałości. Jednakże wszystkie z nich są biocydami, więc nie tylko zabijają chwasty, ale mogą również wpływać na inne niedocelowe gatunki. Tak więc, aby chronić gatunki korzystne dla systemu rolnego, herbicydy eobiotyczne powinny być używane jedynie jako ostateczne rozwiązanie. Niemniej jednak istnieje pilna potrzeba zwiększenia liczby badań, aby przyspieszyć rozwój i wdrażanie skutecznych herbicydów zgodnych z zasadami rolnictwa ekologicznego, bezpiecznych dla środowiska i pomagających zaspokoić zwiększające się zapotrzebowanie konsumentów na produkty ekologiczne.





**Alternatywy dla
stosowania herbicydów
w ograniczaniu chwastów
– przypadek glifosatu**

8 Ekonomiczne aspekty zakazu stosowania glifosatu

Przedstawiciele przemysłu pestycydowego i większości organizacji rolniczych w całej UE twierdzą, że zakaz stosowania glifosatu doprowadziłby do katastrofy w unijnym sektorze rolnym, ponieważ nie ma dla niego przystępnej cenowo alternatywy. Poprzednie rozdziały dowodzą, że praktyki alternatywne dla glifosatu już istnieją i przedstawiają listę wielu dobrze rozwiniętych metod. W tej części chcielibyśmy przyjrzeć się potencjalnym kosztom gospodarczym modelu rolnego, w którym nie stosuje się glifosatu (zastąpionego głównie niechemicznymi technikami).

Pomijając rzekome dowody wprowadzane do dyskusji przez przemysł pestycydowy, których jakość i bezstronność są często wysoce wątpliwe²³, dwie niedawno opublikowane prace naukowe prezentują inny punkt widzenia na koszty zakazu glifosatu:

- Pierwsze studium (Kehlenbeck i in., 2016), zatytułowane „Economic assesment of alternatives for glyphosate application in arable farming” (Ocena ekonomiczna alternatyw dla stosowania glifosatu w uprawach rolnych), jest poświęcone technice płodozmianu w Niemczech w uprawach pszenicy ozimej, rzepaku ozimego,

²³ PAN Europe zna raport European Crop Protection Association „Pesticides: with or without”, jak również raport Oxford Economics. Konkluzje tych raportów są oparte na dwóch kontrowersyjnych pracach napisanych kilka lat temu: oba z tych raportów, zarówno Andersona, jak Humboldta, opierają się na ekstrapolacji budzących wątpliwości zestawów danych. PAN Europe wykazał już, że raport Humboldta opierał się na błędnych założeniach; <http://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/briefings/pan-europe-opinion-on-humboldt-report-2013.pdf>

jęczmienia ozimego, kukurydzy i jęczmienia jarego w różnych systemach upraw (orkowych i bezorkowych). Autorzy raportu stwierdzają: *Gospodarcze wady i zalety zastąpienia glifosatu mechanicznymi alternatywami były w wysokim stopniu zależne od obszaru poddawanego zabiegom, skuteczności dotyczącej spodziewanych zbiorów (w porównaniu z zastosowaniem glifosatu), systemu uprawy roli, konieczności dosuszania ziarna, jak również innych czynników operacyjnych, takich jak wystarczająca liczba dni prac polowych i dostępność sprzętu mechanicznego.* Należy zauważyć, że zastosowanie glifosatu jako czynnika przyspieszającego dojrzewanie wskutek desykacji, niemającego nic wspólnego ze zwalczaniem chwastów, również zostało wzięte pod uwagę.

- Drugie studium (Böcker i in., 2017): „Modelling the effect of a glyphosate ban on weed management in maize production” (Modelowanie skutków zakazu glifosatu w zwalczaniu chwastów w uprawie kukurydzy), omawia biogospodarczy model, analizując zastąpienie glifosatu stosowanego przed siewem technikami mechanicznymi, połączone z zastąpieniem jego zastosowań posiewnych innymi herbicydami. Autorzy raportu konkludują: *Z naszych badań wynika, że zakaz stosowania glifosatu ma tylko nieznaczny wpływ na dochody z upraw. Ich wyniki pokazują, że poziom zużycia herbicydów selektywnych nie zwiększa się, ale zastępowanie glifosatu praktykami mechanicznymi prowadzi do konieczności zwiększenia*

nakładów pracy. Niewielkie zmniejszenie zbiorów na skutek mniej intensywnych strategii przedsiewnych okazuje się bardziej dochodowe od utrzymywania ich na obecnym poziomie.

W żadnej z tych prac nie wspomina się ani słowem o rzekomych katastrofalnych konsekwencjach zakazu glifosatu dla unijnego rolnictwa, natomiast w obydwu z nich podkreśla się, że przejście na metody agronomiczne będzie wymagało większych nakładów pracy.

W kalkulacji, jaką rolnicy muszą przeprowadzić przed przejściem na metody rolnicze, które wywierają niewielki wpływ na środowisko (szczególnie dotyczy to zmniejszenia uzależnienia od herbicydów), powinno się wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- Wiele chwastów nie konkuruje z roślinami uprawnymi, zatem nie trzeba ich usuwać/ograniczać (Andreasen i in., 1996).
- Rośliny nieuprawne na polu dostarczają pożytecznych usług ekologicznych, użytecznych dla rolnictwa w dłuższej perspektywie (Sengonca i in., 2002; Blaix i in., 2018; Storkey i in., 2018).
- Chwasty mogą być dla rolników źródłem informacji o ich glebie, czyli spełniać rolę wskaźników stanu gleby, a także chronić ją przed erozją (Hill i in., 1977).

“

Główne idee nowozelandzkiego Centrum Rolnictwa Przyszłości, Trwałego Rolnictwa i Ogrodnictwa:



The BHU Future Farming Centre
Permanent Agriculture and Horticulture
Science and Extension

Nauka i Doradztwo*

W strategii chemicznego zwalczania chwastów większość umiejętności i wiedzy należy do biochemików - rolnicy i ogrodnicy jedynie postępują zgodnie z instrukcjami.

W strategii niechemicznego ograniczania zachwaszczenia większość umiejętności i wiedzy należy do rolnika i ogrodnika.

Skuteczna strategia niechemicznego ograniczania zachwaszczenia jest niemożliwa, jeśli nie znasz chwastów i roślin oraz nie masz wiedzy na temat ich interakcji ze środowiskiem, w którym żyją.

Inne refleksje zainspirowane przez ten sam instytut:

Czym jest chwast?

Rodzaje oceny wartości:

- w rolnictwie – głównie ekonomiczne
- na terenach rekreacyjnych i w różnego rodzaju obiektach – estetyczne
- w środowisku zamieszkałym przez ludzi – związane z zagrożeniami
- w środowisku naturalnym – rodzime lub egzotyczne

Ocena tego, czy coś jest dobre czy złe, jest domeną etyki, a nie nauki.

Zatem chwast nie jest pojęciem naukowym, biologicznym ani ekologicznym.

Wnioski:

strategia niechemicznego ograniczania zachwaszczenia przenosi konieczność posiadania wiedzy z biochemika na rolnika i ogrodnika. Od tych drugich wymaga to podniesienia umiejętności, ale pozwala im również powrócić do pracy w zgodzie z naturą.

* ang. BHU (Biological Husbandry Unit) Farming Center, Permanent Agriculture and Horticulture: Science and Extension

”

- Glifosat i jego metabolit AMPA utrzymują się w glebie, co prowadzi do jej skażenia (Silva i in., 2017). Badania sugerują, że zmienia to strukturę społeczności glebowej, co z kolei wpływa na dostępność biologiczną substancji odżywczych i bilans składników pokarmowych w glebie (Bai i in., 2016).
- Rośliny potrzebują zdrowych gleb, aby chronić je przed patogennymi mikroorganizmami (bakteriami, grzybami). Stosowanie pestycydów w rolnictwie zakłóca funkcjonowanie społeczności mikroorganizmów glebowych, w tym gatunków pożytecznych, zwiększając obecność patogenów (Mentes i in., 2013).
- Koszty finansowe związane z zakupem nowych maszyn lub/i zwiększonymi kosztami siły roboczej itd. mogą być pokryte z funduszy publicznych w ramach Wspólnej Polityki Rolnej (zob. poniżej).
- Wymagania prawne dla rolników wynajmujących pracowników do oprysków pestycydami są również związane z dodatkowymi kosztami (dostęp do pryszniców, użycie środków ochrony roślin, ochrona zdrowia i bezpieczeństwa itd.).
- Niektórzy twierdzą, że zwiększające się zapotrzebowanie ze strony rolników ekologicznych na niechemiczne metody ograniczenia zachwaszczania w ciągu ostatnich dekad dopro-

wadziło do intensyfikacji badań w zakresie nowych narzędzi mechanicznych (Van der Weide i in., 2007). Inni uważają, że w ostatnich dwóch dziesięcioleciach nastąpił impas w dziedzinie opracowywania maszyn do mechanicznego odchwaszczania, ale żywa debata na temat glifosatu i zwiększone zainteresowanie niechemicznymi metodami ograniczenia zachwaszczania w ramach europejskiego partnerstwa innowacyjnego na rzecz wydajnego i zrównoważonego rolnictwa zmienia ten stan rzeczy (zob. punkt 8.2).

W ekonomicznej kalkulacji, którą musi przeprowadzić społeczeństwo, należy wziąć pod uwagę następujące często pomijane kwestie:

- wpływ intensywnego stosowania pestycydów na zdrowie pracowników i osób przypadkowych, w tym społeczności mieszkających w pobliżu gruntów rolnych;
- zanieczyszczenie zasobów wodnych²⁴ i glebowych, a także szkody dla środowiska, szczególnie przyczynianie się do utraty różnorodności biologicznej²⁵, aż po wymieranie wielu gatunków na poziomie lokalnym i regionalnym, powstawanie nazbyt uproszczonych ekosystemów i pogorszenie funkcji ekosystemów.

²⁴ Np. Masiol i in., 2018; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29948720>

²⁵ Np. Ogeleka i in., 2017; <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02757540.2017.1320393>

8.1 Europejskie badania w dziedzinie niechemicznego ograniczania zachwaszczenia

Od lat 60. ubiegłego wieku Europejskie Towarzystwo Badań nad Chwastami (European Weed Research Society – EWRS) promuje i koordynuje badania naukowe dotyczące wszystkich aspektów nauki o chwastach, w tym wydaje międzynarodowe czasopismo naukowe „Weed Research. Research’ Journal of Weed Biology, Ecology and Vegetation Management”²⁶.

Sz szczególnie odpowiednia dla debaty na temat niechemicznych herbicydów jest najstarsza grupa robocza EWRS ds. fizycznego i agrotechnicznego ograniczania zachwaszczenia: <http://www.ewrs.org/pwc/>.

8.1.1 Badania nad niechemicznym ograniczaniem zachwaszczenia finansowane przez UE

Priorytet strategicznego podejścia UE do badań i innowacji w dziedzinie rolnictwa²⁷ na lata 2014–2020 skupia się na „Zintegrowanych strategiach ekologicznych od gospodarstwa do poziomu krajobrazu” i ma na celu stworzenie odpowiednich warunków dla lepszego zrozumienia usług ekosystemowych i pełnego wykorzystania ich potencjału

do pobudzenia podstawowej produkcji. Pozwala on naukowcom na zbadanie roli funkcjonalnej różnorodności biologicznej (zapylaczy, naturalnych wrogów szkodników, organizmów symbiotycznych itd.) w dostarczaniu usług ekosystemowych, aby zwiększyć odporność na biotyczne i abiotyczne zagrożenia na poziomie gospodarstwa i całego krajobrazu.

8.1.1 Projekty finansowane przez UE w ramach Horizon 2020, odnoszące się do niechemicznej kontroli zachwaszczenia

OK-net arable: <http://farmknowledge.org>

Projekt ten rozpoczął się w 2015 r., a zakończył w 2018. Korzystając z literatury naukowej i wiedzy rolników, zebrano praktyczne informacje i wydano ponad 150 publikacji przedstawiających wiele rozwiązań służących ulepszeniu systemów upraw ekologicznych, w tym rozwiązania dla niechemicznej strategii ograniczania zachwaszczenia. Wszystkie materiały zostały umieszczone na internetowej platformie wiedzy rolniczej (farmknowledge.org).

IWMPRAISE: <https://iwmpraise.eu>

Ten projekt powstał w 2017 r. i otrzymał 6,6 mln euro na wsparcie i promocję zintegrowanej strategii ograniczania zachwaszczenia w Europie. Ograniczanie chwastów na naszym kontynencie stanie się bardziej przyjazne środowisku, jeśli więcej rolników zacznie stosować strategię zintegrowaną. Dodatkowo w ramach Horizon 2020 określone przedsiębiorstwa, jak np. Weddingtech, otrzymały fundusze na rozwijanie metod niechemicznego ograniczania chwastów²⁸.

²⁶ [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1365-3180/issues](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365-3180/issues)

²⁷ https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/agri_strategypaper_web_1.pdf

²⁸ http://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/united-kingdom/foamstream-effective-weed-control-without-the-chemicals

8.2 Europejskie Partnerstwo Innowacyjne na Rzecz Wydajnego i Zrównoważonego Rolnictwa

Europejskie Partnerstwo Innowacyjne na Rzecz Wydajnego i Zrównoważonego Rolnictwa (EIP-AGRI) powołano w 2012 r., aby wesprzeć przewodnią inicjatywę „Unia innowacji” w ramach strategii UE „Europa 2020” na rzecz inteligentnego, trwałego i sprzyjającego włączeniu społecznemu wzrostu.

Jako jeden z pięciu głównych celów strategia ta podejmuje działania ukierunkowane na intensyfikację badań i innowacji, a także wspiera nowe interaktywne podejście do badań i innowacji: Europejskie Partnerstwo Innowacyjne. Tak zwane EIP-AGRI zaczyna włączać do swojej pracy niechemiczne ograniczanie zachwaszczenia i powołało m.in. wymienione poniżej:

Grupy operacyjne do spraw niechemicznego ograniczania zachwaszczenia:

- Grupa operacyjna EIP powstała w Austrii i zajmuje się „Ekologicznym ograniczaniem szczawiu”, badając, czy różne gatunki szczawiu mogą być zwalczane przez rodzime čmy gatunku *Pyropteron chrysidiiformis*, zamiast przez herbicydy²⁹.
- We Francji utworzono grupę operacyjną zajmującą się tematem: „Zero pestycydów w śródziemnomorskich uprawach roślin wieloletnich”³⁰.

W czerwcu 2018 r. ogłoszono powołanie grupy tematycznej do spraw „niechemicznego ograniczania zachwaszczenia w systemach upraw polowych”³¹. Zaproszono do niej ekspertów, wyznaczając termin zakończenia zapisów na koniec września tego samego roku, a datę pierwszego spotkania na listopad. Grupa tematyczna ma w planach:

- sporządzenie spisu praktyk niechemicznego ograniczania zachwaszczenia w uprawach polowych i pogrupowanie je odpowiednie dla różnych stref glebowo-klimatycznych w UE;
- przeanalizowanie wyzwań i szans związanych z ich wdrożeniem, zwłaszcza pod względem niezawodności i opłacalności na poziomie gospodarstwa, jak również możliwości zastosowania ich w innych warunkach (lokalizacja, rodzaj produkcji);

- zidentyfikowanie kluczowych czynników (takich jak wymagania dotyczące wiedzy, narzędzia wspierające podejmowanie decyzji, partnerstwa) i przeprowadzenie analizy technicznych, ekonomicznych i społecznych barier odnoszących się do możliwości zastosowania tych praktyk przez rolników;
- przeprowadzenie analizy interakcji praktyk niechemicznego ograniczania zachwaszczenia z innymi wyzwaniami, takimi jak sekwestracja węgla, utrata substancji odżywczych, degradacja, erozja, zagęszczanie gleby i zanik różnorodności biologicznej;
- zebranie dobrych praktyk i pozytywnych przykładów zmniejszenia użycia herbicydów z różnych regionów Europy na podstawie doświadczenia rolników i doradców, jak również wyników potencjalnych innowacyjnych działań w tej dziedzinie przeprowadzonych przez EIP-AGRI;
- proponowanie grupom operacyjnym potencjalnych działań i idei, by mogły lepiej stymulować użycie i rozwój niechemicznego ograniczania zachwaszczenia;
- identyfikowanie wynikających z praktyki potrzeb i ewentualnych braków wiedzy, dotyczących niechemicznego ograniczania zachwaszczenia, by mogły być one uzupełnione dzięki dalszym badaniom.



²⁹ https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/field_event_attachments/20160420-21_ws-legnaro-2016_ogs_represented_final_25042016.pdf

³⁰ <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/find-connect/projects/z%C3%A9ro-herbicides-en-cultures-p%C3%A9rennes>

³¹ <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/focus-groups>

8.3 Wspólna Polityka Rolna a ograniczenie użycia pestycydów

Od 2009 r. w UE obowiązuje Dyrektywa w sprawie zrównoważonego stosowania pestycydów (Dyrektywa 2009/128/WE), która przewiduje szeroki wachlarz działań na rzecz redukcji użycia pestycydów i uzależnienia od nich poprzez popularyzowanie zintegrowanej ochrony przed szkodnikami (IPM) i alternatywnych strategii lub technik, takich jak niechemiczne alternatywy dla pestycydów.

Jednak, jak stwierdza raport oceniający z 2017 r.: *zintegrowana ochrona przed szkodnikami stanowi podstawę Dyrektywy, dlatego szczególny niepokój budzi fakt, że kraje członkowskie nie wyznaczyły jeszcze jasnych celów i nie zapewniły ich wdrożenia, w tym szerszego stosowania technik gospodarowania gruntami, takich jak płodozmian.*

Kraje członkowskie muszą opracować jasno zdefiniowane kryteria, które pozwolą na przeprowadzanie systematycznej oceny, czy wdraża się osiem zasad IPM oraz zastosowanie odpowiednich środków ich egzekwowania, jeśli tak się nie dzieje. Te narzędzia powinny potwierdzić, że państwa członkowskie znajdują się na

drodze do osiągnięcia zamierzonego celu, czyli – jak to określono w Dyrektywie – redukcji uzależnienia od stosowania pestycydów.

Istotne i pozytywne znaczenie ma zawarta w raporcie deklaracja Komisji Europejskiej, że będzie wspierać państwa członkowskie w opracowaniu metodologii służących do oceny zgodności ich polityk z ośmioma zasadami IPM, które biorą pod uwagę różnorodność europejskiego rolnictwa i zasadę subsydiarności.

Organizacje pozarządowe, takie jak PAN, argumentują, że ambitne akty prawne, np. Dyrektywa w sprawie zrównoważonego stosowania pestycydów, powinny być w pełni zintegrowane z dużymi programami wydawania pieniędzy publicznych, takimi jak Wspólna Polityka Rolna, aby mogły zostać z sukcesem wdrożone. W przeciwnym razie kraje członkowskie nie będą miały motywacji do zmiany środków oferowanych rolnikom, by zachęcić ich do zmiany praktyk, a rolnicy nie będą tym zainteresowani.

8.3.1 Środki z budżetu Wspólnej Polityki Rolnej, które mogą potencjalnie przyczynić się do zmniejszenia użycia i uzależnienia od pestycydów

Jak do tej pory obecna Wspólna Polityka Rolna nie wypracowała holistycznego podejścia, aby zachęcić rolników do redukcji stosowania pestycydów, a wiele zaproponowanych środków budzi rozczarowanie. Więcej szczegółów można znaleźć w analizie PAN

Europe „Why is CAP broken on pesticide use reductions”³².

Niemniej jednak, jak pokazuje ilustracja poniżej, w bieżącej WPR dostępnych jest szereg środków,

³² <https://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/Why%20the%20CAP%20is%20broken%20on%20pesticides.docx.pdf>

o które kraje członkowskie mogą już się ubiegać. Możliwe jest użycie kilku narzędzi politycznych, szczególnie z drugiego filaru WPR i – jak można zobaczyć na diagramie 8 – kilka krajów członkowskich

już ich używa, aby zachęcić rolników do ograniczenia uzależnienia od herbicydów i innych rodzajów pestycydów.

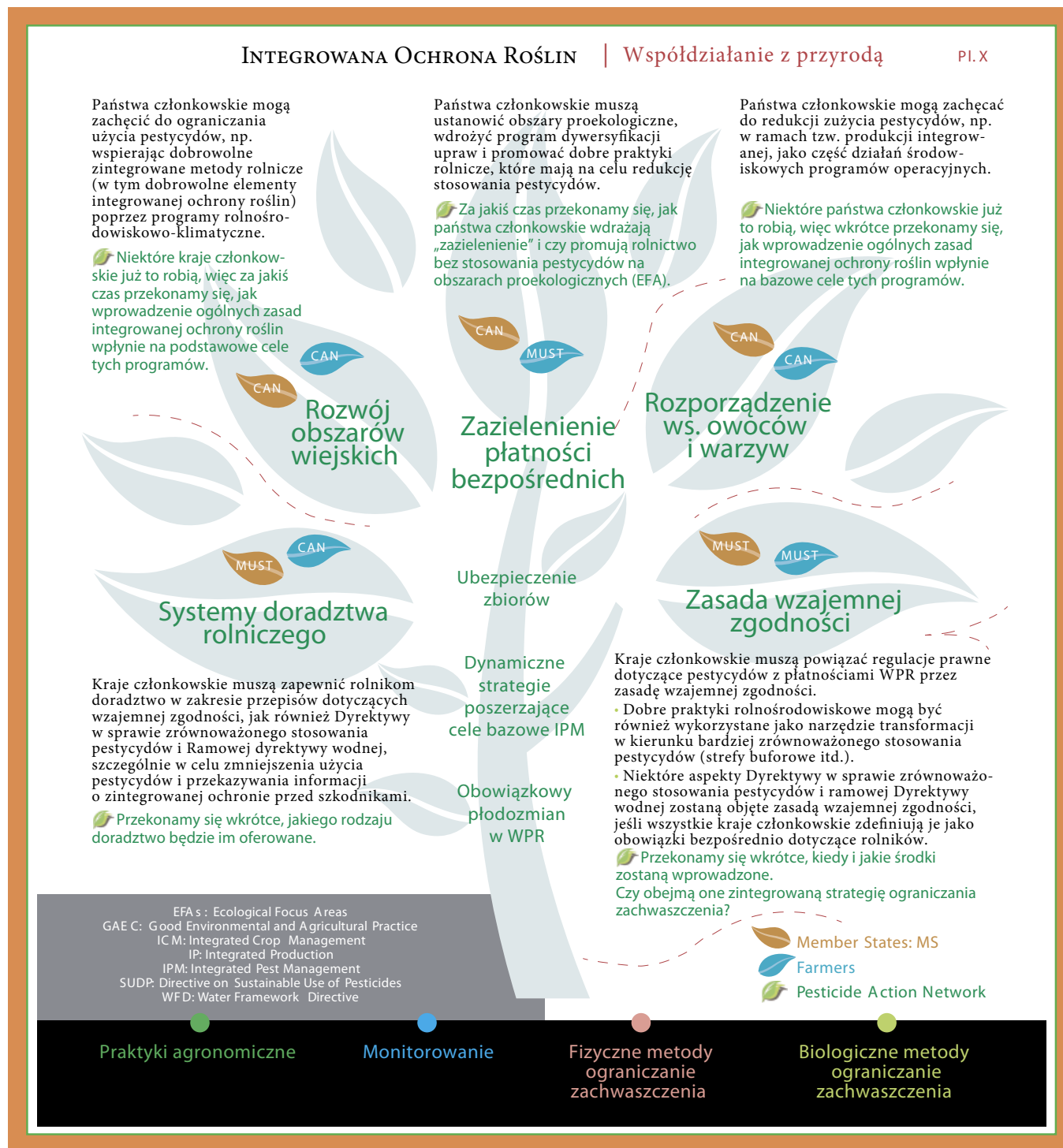


Diagram 8. W jaki sposób obecna Wspólna Polityka Rolna może zachęcać do redukcji użycia pestycydów?

8.3.2 System doradztwa rolniczego

Od 1999 r. państwa członkowskie są zobowiązane do organizacji tzw. Sytemu doradztwa rolniczego (FAS), którego zadaniem jest pomoc rolnikom w spełnianiu wymogów prawnych, szczególnie tych, które odnoszą się do ochrony środowiska³³.

Podczas reformy WPR w 2013 r. ten podstawowy cel został zaktualizowany i od stycznia 2015 r. państwa członkowskie są zobowiązane do doradztwa w zakresie zintegrowanej ochrony przed szkodnikami, tak jak jest to zapisane w artykule 55 rozporządzenia dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin (WE) 1107/2009 oraz artykule 14 Dyrektywy 2009/128/WE w sprawie zrównoważonego stosowania pestycydów.

Jednak, chociaż FAS ma ogromny potencjał wprowadzenia niezależnego doradztwa, jego rzeczywiste wdrażanie jest nadal bardzo ograniczone. Jedynie kilka krajów członkowskich, takich jak Zjednoczone Królestwo Wielkiej Brytanii³⁴, promuje go poprzez łatwo dostępną stronę internetową. Nawet kraje, które poczyniły pewien postęp, skupiają się jedynie na tym, w jaki sposób stosować lepiej pestycydy, zamiast promować stosowanie ich agronomicznych i fizycznych alternatyw, przyczyniając się tym samym do ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin i uzależnienia od nich, co jest przecież politycznym celem FAS.

“

Przykład doradztwa rolniczego w kraju członkowskim:

Zjednoczone Królestwo Wielkiej Brytanii*: Zjednoczone Królestwo Wielkiej Brytanii stworzyło przejrzysty i łatwo dostępny portal internetowy dla rolników, a także specjalną infolinię, regularnie publikuje newslettery, poradniki, specjalistyczne artykuły i informacje o różnych wydarzeniach. Serwis doradztwa rolniczego jest finansowany przez Departament Środowiska, Żywności i Spraw Wiejskich (Department for Environment, Food and Rural Affairs – Defra), aby pomóc rolnikom w zrozumieniu i spełnieniu wymogów wzajemnej zgodności, zazielenienia (systemu płatności podstawowych) i europejskich dyrektyw, zarówno dotyczącej ochrony wody, jak i zrównoważonego stosowania pestycydów.

<https://www.gov.uk/government/groups/farming-advice-service>

* Od 31 stycznia 2020 r. Zjednoczone Królestwo Wielkiej Brytanii nie jest członkiem Unii Europejskiej (przyp. red.).

”

³¹ https://ec.europa.eu/agriculture/direct-support/cross-compliance/farm-advisory-system_en

³² <https://www.gov.uk/government/groups/farming-advice-service>

8.3.3 Programy rozwoju obszarów wiejskich WPR ukierunkowane na mechaniczne alternatywy

Sieć organizacji PAN Europe poprosiła Komisję Europejską – Dyрекcję Generalną do spraw Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich o przegląd środków

w ramach programów rozwoju obszarów wiejskich, które zachęcają do redukcji użycia herbicydów.

“

Komisja Europejska odpowiedziała (Europe Direct – 101000226804):

Dyrekcja Generalna do spraw Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich może potwierdzić, że nie jest w posiadaniu informacji i danych wspomnianych w Państwa zapytaniu. Niemniej jednak chcielibyśmy przedstawić informacje i dane, które są dostępne i istotne w kontekście Państwa zapytania odnośnie do wsparcia ze strony programów rozwoju obszarów wiejskich dla celów związanych z pestycydami.

Istnieje wiele środków w ramach rozwoju obszarów wiejskich, których państwa członkowskie mogą użyć w celu zajęcia się kwestiami związanymi ze stosowaniem pestycydów. Są one następujące:

- *transfer wiedzy, który umożliwia organizację szkoleń na temat stosowania pestycydów;*
- *usługi doradcze w kwestii stosowania pestycydów itd.;*
- *inwestycje w aktywa rzeczowe stanowiące wsparcie finansowe dla zakupu sprzętu poprawiającego stosowanie pestycydów np. pod względem bezpieczeństwa dla środowiska;*
- *wsparcie dla rolnictwa ekologicznego – wspieranie przejścia na ekologiczne metody rolnicze i jego utrzymania;*
- *płatności z programu Natura 2000 i ramowej dyrektywy wodnej kompensujące straty z powodu ograniczeń działalności rolniczej, które mogą obejmować stosowanie środków chemicznych;*
- *współpraca popularyzująca wspólne podejścia do projektów i praktyk prośrodowiskowych.*

Działanie rolnośrodowiskowo-klimatyczne jest głównym narzędziem dostarczania środowiskowych dóbr publicznych. Niestety, systemy monitorowania i wskaźników nie pozwalają na rozróżnienie w ramach tego środka działań specjalnie ukierunkowanych na kwestie związane z pestycydami ani pod względem miejsca alokacji środków, ani ich wartości pieniężnej. Natomiast są dostępne dane liczbowe dotyczące wykorzystania środków, w tym ukierunkowanych na produkcję integrowaną (redukcję użycia nawozów mineralnych i pestycydów) w ramach programów rozwoju obszarów wiejskich w krajach członkowskich:

16,2 mln ha dla wszystkich krajów członkowskich (szczegóły w załączniku). Ponadto interesujące może być zapoznanie się z danymi dotyczącymi całkowitej wartości pieniężnej środków przekazanych wszystkim 28 krajom UE: 16,5 miliardów euro (szczegóły w załączniku). Nie jest możliwe określenie, jaką część tej sumy przeznaczono na konkretne działania dotyczące stosowania pestycydów.

Powyższe informacje dotyczą aktualnego okresu, tj. lat 2014–2020, natomiast można stwierdzić, że w okresie 2007–2012 (na podstawie wewnętrznej analizy roboczej DG AGRI) wsparcie dla rolnictwa integrowanego w ramach działania rolnośrodowiskowego otrzymało 38 programów rozwoju obszarów wiejskich w 14 państwach członkowskich.

Główne działania, które otrzymały wsparcie, były związane ze stosowaniem mniejszych ilości toksycznych produktów, kwalifikowanego materiału siewnego, integrowanej ochrony roślin, a także z ograniczeniem stosowania pestycydów.

”

Przykłady państw członkowskich, które w okresie planowania 2014–2020 w ramach programów rozwoju obszarów wiejskich oferowały rolnikom rekompensatę za stosowanie mechanicznego odchwaszczania:

“

8.3.3.1 Flandria (Belgia)

Flamandzki plan rozwoju obszarów wiejskich³⁵ stwierdza: we flamandzkim rolnictwie i ogrodnictwie w większości upraw do zwalczania chwastów stosuje się pestycydy. Jednak jest możliwa ochrona niektórych upraw przed niepożądanymi roślinami przy użyciu mechanicznych narzędzi zwalczających chwasty. Eliminacja pestycydów ma natychmiastowy pozytywny wpływ na jakość gleby, wody gruntowe i powierzchniowe oraz na różnorodność biologiczną pola i jego otoczenia.

Mechaniczne zwalczanie chwastów kwalifikuje się do wsparcia, jeśli jest stosowane na działce o wielkości co najmniej 0,5 hektara.

Flamandzki program rolnośrodowiskowy na 2018 r. oferuje 260 euro/ha za stosowanie odchwaszczania mechanicznego zamiast herbicydów³⁶.

8.3.3.2 Luksemburg

Luksemburski rząd oferuje 20% dofinansowania na inwestycje w maszyny, a także udziela szczególnego wsparcia w ramach działania rolnośrodowiskowego w formie płatności za hektar dla upraw winorośli, kukurydzy i ziemniaków³⁷.

8.3.3.3 Francja

Francuski program rozwoju obszarów wiejskich zapewnia rekompensaty za naukę sposobów redukcji stosowania herbicydów i wdrażanie ich przez rolników uprawiających zboża (87 euro/ha), rośliny białkowe (87 euro/ha), winogrona (96 euro/ha) i sadowników (90 euro/ha)³⁸.

Ewaluacja z 2015 r.³⁹ wskazuje na to, że wpływ tego środka jest mniej skuteczny, niż tego oczekiwano, i że poziom redukcji użycia pestycydów nie jest w stanie zapewnić spodziewanej jakości wody.

”

³⁵ http://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/gr_201501_brochure_en_rdp_vrn_21x21_digi.pdf

³⁶ http://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/fiche_subsidie_mechanische_onkruidbestrijding_-_versie_02102017.pdf

³⁷ <http://www.ma.public.lu/actualites/communiqués/2015/07/031/PDR14-20.pdf>

³⁸ http://aisne.gouv.fr/content/download/11052/67154/file/DDT02-201407-01-D-T-EU_PHYTO_04.pdf

³⁹ <https://www.st-andrews.ac.uk/media/dept-of-geography-and-sustainable-development/pdf-s/DP%202015%2005%20Kuhfuss%20&%20Subervie.pdf>

8.4 Proponowany nowy model wdrażania zreformowanej WPR

1 czerwca 2018 r. Komisja Europejska opublikowała swoje propozycje legislacyjne dotyczące reformy WPR (COM/2018/392 final – 2018/0216 (COD)). Najważniejszą proponowaną zmianą jest obarczenie krajów członkowskich większą odpowiedzialnością za realizację celów ustalonych na szczeblu UE – Komisja wnioskuję, by były one zobowiązane do sporządzenia „planów strategicznych”, a następnie opracowania zasad zapewniających wprowadzenie ich w życie.

Jednym z kluczowych elementów reformy, zawartych w proponowanych regulacjach prawnych, jest przyznanie krajom członkowskim większej swobody w kwestii wyboru formy pomocy udzielanej rolnikom. Jednak to podejście jest ostro krytykowane, ponieważ pozwala na obniżenie poziomu ambicji w krajach członkowskich, które będą ustalać swoje własne cele. Oczekuje się, że pogłębi to ich niechęć do transformacji w kierunku rolnictwa niewywierającego dużego wpływu na środowisko.

Niestety, wskaźnik, który Komisja Europejska proponuje jako wskaźnik wyników dla redukcji użycia pestycydów, jest wysoce rozczarowujący. Brzmi on następująco: *Zrównoważone użycie pestycydów: udział gruntów rolnych objętych wsparciem w ramach konkretnych działań, które prowadzą do zrównoważonego stosowania pestycydów w celu zmniejszenia związanych z nimi zagrożeń i negatywnych wpływów*. Ocena wielkości obszaru, na którym realizuje się programy, które „zmniejszają zagrożenia

i negatywne wpływy” związane ze stosowaniem pestycydów, nie jest tym samym, co ocena rzeczywistego zmniejszenia ich użycia czy nawet ocena obszaru objętego programami na rzecz redukcji chemicznych środków ochrony roślin przed szkodnikami.

Należy podkreślić, że niektóre praktyki stworzą swoistą bazę odniesień, której wszyscy rolnicy we wszystkich krajach członkowskich będą musieli się podporządkować. Jest to „warunkowość”, poprzednio nazywana „wzajemną zgodnością”, która opierała się na wszystkich obowiązujących w UE przepisach i dyrektywach oraz metodach uznanych za dobre praktyki rolnicze. Do tej listy wymagań dodano płodozmian jako podstawowy element zintegrowanej strategii ograniczania zachwaszczenia, co stanowi pozytywny krok naprzód w kierunku ograniczenia monokultur i stosowania pestycydów.

Jeśli kraje członkowskie lub ich rolnicy chcą wyjść poza tę linię odniesienia, aby realizować ambitniejsze zamierzenia, mogą to zrobić i otrzymają wsparcie z funduszy UE. Mogą tego dokonać władze ustalające tak zwane „zobowiązania rolnośrodowiskowo-klimatyczne” w drugim filarze programu rozwoju obszarów wiejskich (poprzednio nazywane działaniami rolnośrodowiskowymi) w celu wdrożenia redukcji użycia pestycydów. Następnie rolnicy będą mogli podpisać zobowiązania na dłuższy okres, zazwyczaj pięcioletni.

Alternatywnie, Komisja proponuje wydzielenie funduszy z pierwszego filaru (płatności bezpośrednie) i przekazanie ich na finansowanie „programów ekologicznych”, które również mogłyby wspierać rolników w przejściu na niskonakładowe, niechemiczne systemy upraw.

Na tym etapie najbardziej bezpośrednim aspektem nowych propozycji legislacyjnych ukie-
runkowanych na niechemiczne ograniczanie zachwaszczenia jest praca EIP-AGRI i wzmocnione brzmienie przepisów dotyczących „Usług doradztwa rolniczego” z preambułą 24 zawierającą następujące stwierdzenie:

Kraje członkowskie powinny zapewnić usługi doradztwa rolniczego w celu poprawy zrównoważonego zarządzania i ogólnego funkcjonowania gospodarstw rolnych i przedsiębiorstw wiejskich, obejmujące wymiary gospodarcze, środowiskowe i społeczne, a także identyfikujące konieczne usprawnienia w odniesieniu do wszystkich środków na po-

ziomie gospodarstw uwzględnionych w Planach Strategicznych WPR. Te usługi doradztwa rolniczego powinny pomagać rolnikom i innym beneficjentom wsparcia WPR z jednej strony w pogłębieniu rozumienia relacji pomiędzy zarządzaniem gospodarstwem i gospodarką gruntami, a z drugiej strony w zrozumieniu pewnych standardów, wymogów i informacji, w tym dotyczących ochrony środowiska i klimatu. Lista tych ostatnich obejmuje standardy odnoszące się do lub niezbędne dla rolników i innych beneficjentów WPR i zapisane w Planie Strategicznym WPR, jak również standardy wynikające z uregulowań prawnych dotyczących gospodarki wodą, zrównoważonego stosowania pestycydów i inicjatyw na rzecz zwalczania oporności przeciwdrobnoustrojowej i zarządzania ryzykiem. Aby zwiększyć jakość i skuteczność doradztwa, kraje członkowskie powinny integrować doradców w ramach Systemu Wiedzy i Innowacji w Rolnictwie (Agricultural Knowledge and Innovation System – AKIS), aby mogli dostarczać aktualne informacje naukowe i technologiczne oparte na badaniach i innowacjach.



⁴⁰ Informator opublikowany przez DG-AGRI 1 czerwca 2018 r. wyjaśnia (http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-18-3974_en.htm): Nowy system tak zwanych „ekoschematów”, finansowany z funduszy narodowych płatności bezpośrednich, będzie obowiązkowy dla krajów członkowskich, ale dobrowolny dla rolników. Programy te będą musiały odnosić się do celów środowiskowych i klimatycznych WPR w sposób, który uzupełnia inne dostępne odpowiednie narzędzia, i wychodzić poza to, co jest już wymagane w ramach zobowiązań wynikających z warunkowości. Jednak opracowanie ich tak, by odpowiadały potrzebom, będzie należało do krajów członkowskich. Przykładem może ekoschemat na rzecz zerowego użycia nawozów w celu poprawy jakości wody. Płatności na ten cel mogą pochodzić z „dodatków” do płatności bezpośrednich dla rolników lub osobnych programów, w których wartości płatności są zależne od dodatkowych kosztów lub strat dochodów rolników.



**Alternatywy dla
stosowania herbicydów
w ograniczaniu chwastów
– przypadek glifosatu**

9 Czy te rozwiązania odpowiadają potrzebom?

9.1 Europejska Inicjatywa Obywatelska na rzecz „zakazu stosowania glifosatu i ochrony ludzi i środowiska przed toksycznymi pestycydami”

Świadomość obywateli w kwestiach związanych z glifosatem dobrze ilustruje sama szybkość, z jaką Europejska Inicjatywa Obywatelska (ECI) #StopGlyphosate spełniła wymagania konieczne, by zostać oficjalnie uznaną – osiągnęła milion podpisów w ciągu zaledwie sześciu miesięcy od jej rozpoczęcia i jest najszybciej rozwijającą się ECI w historii UE. Europejska Inicjatywa Obywatelska na

rzecz zakazu stosowania glifosatu, reformy unijnego procesu dopuszczania pestycydów i ustalenia obowiązkowych celów w kwestii redukcji użycia pestycydów w UE została oficjalnie złożona w Komisji Europejskiej 3 lipca 2017 r., wraz z 1 320 517 podpisami zebranymi w całej Wspólnocie⁴¹. Petycja została przedstawiona Komisji jesienią 2017 r.

⁴¹ <http://ec.europa.eu/citizens-initiative/public/initiatives/successful/details/2017/000002>

9.2 Odpowiedź EU na ECI

12 grudnia 2017 r. Komisja Europejska odpowiedziała na ECI, pisząc⁴²:

1. „Wprowadzenie zakazu stosowania środków chwastobójczych zawierających glifosat, stosowanie którego wiąże się z występowaniem nowotworów u ludzi i prowadzi do degradacji ekosystemów”:

To państwa członkowskie odpowiedzialne są za udzielanie zezwoleń, stosowanie lub wprowadzanie zakazu stosowania produktów zawierających glifosat na swoim terytorium. Na poziomie UE zatwierdzone są jedynie substancje, których bezpieczeństwo zostało obiektywnie wykazane. Po dokonaniu dokładnej naukowej oceny wszystkich dostępnych danych na temat glifosatu, w której stwierdzono, że nie istnieje związek pomiędzy glifosatem a występowaniem nowotworów u ludzi, a także w związku z pozytywnym wynikiem głosowania przedstawicieli państw członkowskich z 27 listopada 2017 r. Komisja podjęła dziś decyzję o odnowieniu zatwierdzenia glifosatu na okres 5 lat. Aby zapewnić pełną odpowiedzialność polityczną Komisji, przewodniczący Jean-Claude Juncker kilkakrotnie wprowadził tę kwestię do porządku obrad kolegium. W oparciu o te dyskusje polityczne oraz biorąc pod uwagę stanowisko Parlamentu Europejskiego, Komisja postanowiła skrócić okres proponowanego odnowienia zatwierdzenia substancji z 15 do 5 lat, co zapewni również możliwie najszersze poparcie ze strony państw członkowskich.

2. „Oparcie naukowej oceny pestycydów, stanowiącej podstawę zatwierdzenia regulacyjnego przez UE, wyłącznie na opublikowanych badaniach zleconych przez właściwe organy publiczne, a nie przez sektor pestycydów”:

Komisja w pełni zgadza się, że przejrzystość w ocenach naukowych oraz w procesie podejmowania decyzji ma zasadnicze znaczenie dla zapewnienia zaufania do ram regulacyjnych związanych z bezpieczeństwem żywności. Utrzymanie oraz zwiększanie solidności, przejrzystości i niezależności ocen naukowych jest kwestią kluczową. Te i inne istotne aspekty, takie jak zarządzanie Europejskim Urzędem ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), zostaną uwzględnione we wniosku ustawodawczym, który Komisja przedstawi najpóźniej wiosną 2018 r. Komisja zaproponuje wprowadzenie zmian do obecnych przepisów, dzięki którym zostanie zapewniony publiczny dostęp do badań naukowych. Obywatele muszą mieć możliwość zrozumienia, jak podejmuje się tak dalekosiężne decyzje o zatwierdzeniu lub zakazie stosowania określonych substancji. Odpowiedzialność polityczna i poprawa przejrzystości stanowią dwie strony tego samego medalu.

3. „Wytyczenie wiążących celów ograniczenia stosowania pestycydów dla całej UE z myślą o zapewnieniu przyszłości wolnej od pestycydów”:

Polityka UE już dzisiaj jest ukierunkowana na ograniczanie zależności od pestycydów i dążenie do przyszłości wolnej od pestycydów, co jest zgodne z postulatami europejskiej inicjatywy obywatelskiej. Komisja będzie starała się zadbać o to, aby państwa

⁴² http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-5191_en.htm

członkowskie wywiązywały się ze swoich zobowiązań wynikających z dyrektywy w sprawie zrównoważonego stosowania pestycydów oraz aby dążyły do ograniczania zależności od pestycydów. Ponadto zachęca się państwa członkowskie do ustalenia bardziej precyzyjnych i wymiernych celów w ramach ich krajowych planów działania. W celu monitorowania tendencji w zakresie ograniczania zagrożeń związanych ze stosowaniem pestycydów na poziomie UE Komisja ustanowi zharmonizowane wskaźniki ryzyka jako uzupełnienie istniejących krajowych wskaźników ryzyka. Dzięki nim Komisja będzie w stanie określić skuteczność stosowanych środków podczas dokonywania oceny przyszłych wariantów polityki. Na podstawie uzyskanych danych Komisja dokona ponownej oceny sytuacji i zbada potrzebę wytyczenia unijnych wiążących celów dotyczących pestycydów.

Decyzja o odnowieniu zatwierdzenia glifosatu:

Odpowiadając na obawy wyrażane przez opinię publiczną i rządy, 27 listopada 2017 r. większość krajów członkowskich UE (19 z 28) ostatecznie zgodziła się na odnowienie dopuszczenia wszystkich zastosowań glifosatu tylko na okres pięciu lat, zamiast początkowego okresu piętnastoletniego, który został zaproponowany w 2015 r.⁴³ Niemniej jednak dziewięć państw członkowskich głosowało przeciwko temu odnowieniu – większość z nich domaga się stopniowego wycofywania lub całkowitego zakazu herbicydów zawierających glifosat.

Dalsze działania:

- W sprawie przygotowania wniosku ustawodawczego: w styczniu 2018 r. Komisja Europejska zakończyła kontrolę sprawności ogólnych zasad prawa żywnościowego⁴⁴ (Rozporządzenie (WE) No 178/2002) – ewaluację służącą ocenie, czy ogólne zasady prawa żywnościowego, w tym ich zastosowanie w kolejnych legislacjach, są nadal „odpowiednie do przewidzianego celu”. Po ewaluacji przeprowadzono konsultacje publiczne, w których wzięło udział 471 uczestników⁴⁵. Rezultaty tych konsultacji wraz z opiniami grup interesariuszy Komisji i EFSA ujawniły brak zaufania do obecnego systemu oceny ryzyka związanego z pestycydami i konieczność zwiększenia przejrzystości, zrównoważenia oraz poprawy procedury przekazywania informacji o unijnej ocenie ryzyka w łańcuchu żywnościowym⁴⁶.
- W sprawie bardziej zrównoważonego stosowania pestycydów: Komisja będzie śledzić działania podejmowane w państwach członkowskich na podstawie sprawozdania opublikowanego w październiku 2017 r.
- W odpowiedzi na obawy wyrażone przez europejskich obywateli w kwietniu 2018 r. Komisja opublikowała propozycję poprawienia, do pewnego stopnia, przejrzystości badań naukowych w dziedzinie bezpieczeństwa żywności. Jednakże odpowiada to jedynie, w pewnym zakresie, na trzeci postulat ECI⁴⁷.

⁴³ https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/glyphosate_en

⁴⁴ Rozpoczęta w 2014 r. kontrola sprawności oceniła, czy ogólne zasady prawa żywnościowego są „odpowiednie do przewidzianego celu” dla całego sektora żywnościowego/hodowlanego i czy nadal rejestruje i odzwierciedla dzisiejsze tendencje w polityce. Skupia się na pięciu kryteriach ewaluacyjnych: adekwatności, skuteczności, sprawności, spójności i wartości dodanej na szczeblu wspólnotowym.

⁴⁵ https://ec.europa.eu/info/consultations/public-consultation-transparency-and-sustainability-eu-risk-assessment-food-chain_en

⁴⁶ https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/gfl_transparency_comm_proposal_synopsis_20180410_en.pdf

⁴⁷ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-2941_en.htm

9.3 Sześć krajów członkowskich prosi UE o opracowanie planu odejścia od glifosatu

19 grudnia 2017 r. sześciu ministrów rolnictwa i środowiska: z Francji, Belgii, Luksemburga, Słowenii, Malty i Grecji, zwróciło się do Komisji Europejskiej⁴⁸ z prośbą o dołączenie do decyzji o odnowieniu dopuszczania glifosatu listy środków ukierunkowanych na ograniczenie zagrożeń oraz przygotowanie planu odejścia od glifosatu poprzez zapewnienie wsparcia rolnikom, aby im to ułatwić.

Określili oni, że powinno to obejmować:

- przeprowadzenie badań w celu identyfikacji i udostępnienia wszystkim zaangażowanym podmiotom możliwych alternatyw dla głównych rolniczych zastosowań glifosatu, koniecznych warunków i metod wdrażania, w tym niezbędnych dostosowań i ewolucji praktyk na poziomie gospodarstw i sektorów;
- przeprowadzenie nowych badań pod kierunkiem agencji UE we współpracy z krajowymi agencjami państw członkowskich i IARC/WHO, dotyczących rakotwórczości substancji aktywnej glifosatu, a także uzyskanie i ocenę dodatkowych danych;
- rozpoczęcie reformy unijnych ram oceny substancji chemicznych, ukierunkowanej na zwiększenie

jej przejrzystości, zgodnie z zapowiedzią Komisji odnośnie do niezależności;

- uproszczenie ram procesu porównawczej oceny substancji w celu ułatwienia zastępowania substancji, szczególnie podczas ewaluacji zastosowań w trakcie procesu dopuszczania ich do obrotu oraz opracowywania alternatyw dla środków chemicznych;
- wzmocnienie badań dotyczących konsekwencji narażenia ludności na działanie substancji chemicznych w ramach pracy na rzecz nietoksycznego środowiska europejskiego.

List od sześciu ministrów kończy się oświadczeniem:

My, jako państwa członkowskie, podtrzymujemy nasze zobowiązanie do pobudzania rozwoju i wdrażania zintegrowanego stosowania pestycydów oraz alternatywnych podejść i technik w celu zmniejszenia uzależnienia od użycia chemicznych środków ochrony roślin.

Potwierdzamy naszą gotowość do rozwijania alternatyw dla stosowania tej substancji, wspierając w tym procesie rolników, aby zapewnić szybkie odejście od glifosatu, i zapraszamy kraje członkowskie, które chcą przyłączyć się do tej inicjatywy, do przystąpienia do grupy roboczej, którą zorganizuje Francja”

⁴⁸ <http://www.minagric.gr/images/stories/docs/ypoyrgeio/dt271217c-Glyphosate-en.pdf>

“

Przykłady polityki dotyczącej ograniczenia stosowania herbicydów w krajach członkowskich:

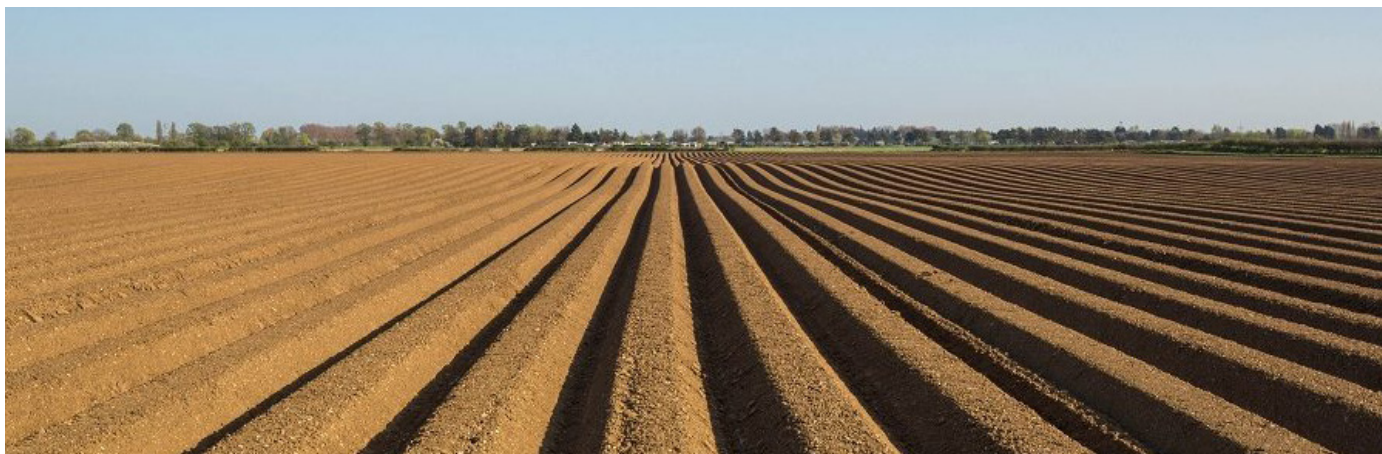
Francja: Po decyzji w 2017 r. w sprawie ponownego zatwierdzenia substancji aktywnej Francja jest jednym z państw (obok Włoch, Niemiec i Belgii), które zamierzają odejść od stosowania herbicydów na bazie glifosatu w rolnictwie, kiedy tylko zostaną zidentyfikowane alternatywy. Rząd francuski poszedł jeszcze dalej, ogłaszając decyzję o wycofaniu głównych zastosowań glifosatu w ciągu trzech lat:

- Opublikowany w grudniu 2017 r. raport francuskiego państwowego instytutu badań agronomicznych INRA na temat alternatyw dla glifosatu i odchodzenia od niego wykazał, że mamy już do dyspozycji wiele alternatyw. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Usages-et-alternatives-au-glyphosate>

- W lipcu 2018 r. rząd francuski ogłosił, że do końca 2018 r. założy nowe centrum zasobów dla alternatyw dla pestycydów, łącząc wyniki badań z francuskiego programu „Ecophyto” z usługami doradztwa rolniczego i wykorzystując istniejące sieci regionalnych izb rolniczych oraz finansowane przez państwo instytuty produkcji roślinnej i zwierzęcej. Zadaniem centrum będzie rozpowszechnianie alternatywnych technik wśród rolników. W prace grupy zadaniowej będzie zaangażowane zarówno ministerstwo środowiska, jak i rolnictwa, wraz z INRA oraz innymi istniejącymi sieciami badawczymi i doradczymi.

Dania: Rząd duński ogłosił przepisy, które weszły w życie 1 lipca 2018 r., zakazujące stosowania glifosatu w uprawie wszystkich gatunków roślin po wschodach, aby uniknąć pozostałości tej substancji w produktach takich jak groch, jęczmień i inne zboża. Początkowo planowano zakaz jego stosowania na 30 dni przed zbiorami, ale zostało to rozszerzone, co oznacza, że herbicydy na bazie glifosatu będą stosowane tylko przed wschodami roślin.

”





Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

10 Wnioski

Niniejszy raport pokazuje, że dysponujemy już wiedzą i narzędziami, które umożliwiają zastąpienie szeroko rozpowszechnionych herbicydów.

Wielu rolników już korzysta z tych możliwości, a WPR przewiduje wsparcie dla działań rolnośrodowiskowych, aby pokryć dodatkowe koszty związane z alternatywnymi podejściami i zapewnić wsparcie inwestycyjne na zakup koniecznych narzędzi mechanicznych. Planuje również usługi doradcze, które powinny stanowić podstawę takiej transformacji, wyposażając rolników w konieczną wiedzę. Chociaż nadal potrzebne są badania – w celu dalszego rozwoju podejść łączonych (np. w zintegrowanej strategii ograniczania zachwaszczenia), projektowania maszyn, które będą bardziej odpowiednie do wykonywania konkretnych zadań, udoskonalania rejestracji i upowszechniania dobrych praktyk – jest jasne, że mamy już podstawowe elementy. Ponadto unijne agencje badawcze i innowacyjne również dojrzały do wsparcia transformacji poprzez promowanie współpracy pomiędzy naukowcami, doradcami i rolnikami, a niektóre kraje członkowskie wysunęły się na czoło, torując drogę innym.

Jednak, aby dokonać rzeczywistego przejścia na systemy wywierające niewielki wpływ na środowisko, musimy ponownie przemyśleć koncepcję chwastów. Skuteczne niechemiczne ograniczanie

zachwaszczenia jest niemożliwe, jeśli nie znamy chwastów oraz roślin dziko rosnących i nie rozumiemy ich powiązań ze środowiskiem, w którym żyją.

Zatem transformacja w kierunku systemów, które wywierają mniejszy wpływ na środowisko, i mniejszej zależności od glifosatu, to nie tylko zastąpienie herbicydów zawierających glifosatu zastosowaniem środków mechanicznych lub innymi mniej szkodliwymi herbicydami, lecz również odkrywanie lub ponowne odkrywanie obiegu materii i technik w gospodarstwie ekologicznym oraz uczenie się na nowo współpracy z przyrodą w oparciu o wskazówki zawarte w podejściu (zilustrowanym w diagramie 5 w rozdziale 7). Stosowanie w ten sposób wszystkich aspektów zintegrowanej strategii ograniczania zachwaszczenia, opisanych w rozdziale 7, ułatwi rolnikom zmniejszenie zależności od herbicydów, pozwalając jednocześnie na zmniejszenie wydatków na środki produkcji⁴⁹.

Niemniej jednak, pomimo zawartych w nich wielu pozytywnych zmian, propozycje legislacyjne WPR muszą zostać poddane poważnej modyfikacji, aby kładły większy nacisk na wykorzystanie integrowanego ograniczania zachwaszczenia, zachęcały do stosowania niechemicznych alternatyw i ustalały odpowiednie wskaźniki rezultatów z podstawową intencją znacznej redukcji użycia pestycydów.

⁴⁹ <http://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/briefings/innovation-and-resource-efficiency-1.pdf>



Alternatywy dla stosowania herbicydów w ograniczaniu chwastów – przypadek glifosatu

Bibliografia

- Abouziena, H.F. and Hagaag, W.M. 2016. "Weed Control in Clean Agriculture: A Review." *Planta Daninha* 34 (2): 377–92.
- Andreasen, C., Stryhn, H. and Streibig J. C. 1996. "Decline of the Flora in Danish Arable Fields". *The Journal of Applied Ecology* 33 (3). British Ecological Society: 619.
- Andrew, IKS, Storkey, J and Sparkes DL. 2015. "A Review of the Potential for Competitive Cereal Cultivars as a Tool in Integrated Weed Management." Edited by Bert Lotz. *Weed Research* 55 (3): 239–48.
- Bai, S.H. & Ogbourne, S.M. 2016. Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination. *Environmental Science and Pollution Research*, 23: 18988-19001.
- Bàrberi, P. 2003. *Weed Management in Developing Countries*. Edited by R. Labrada. FAO.
- Baker, J. M., Ochsner, T. E., Venterea, R. T. & Griffis, T. J. (2007). "Tillage and Soil Carbon Sequestration—What do we Really Know?" *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1), 1-5. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880906001617>
- Benbrook, C. M. 2016. "Trends in Glyphosate Herbicide Use in the United States and Globally." *Environmental Sciences Europe* 28 (1). Springer Berlin Heidelberg: 3.
- Blaix, C., Moonen, A. C., Dostatny, D. F., Izquierdo, J., Corff, J. L., Morrison, J., Redwitz, C. V., Schumacher, M., Westerman, P. R. & Rew, L. (2018). Quantification of regulating ecosystem services provided by weeds in annual cropping systems using a systematic map approach. *Weed Research*, 58(3), 151–164. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/wre.12303>
- Böcker, T, Britz, W. and Finger, R. 2017. "Modelling the Effects of a Glyphosate Ban on Weed Management In Maize Production." http://ageconsearch.umn.edu/record/261982/files/Boecker_109.pdf.
- Bond, W, RJ Turner, and AC Grundy. 2003. "A Review of Non-Chemical Weed Management." *The Organic Association*. <http://www.organicweeds.org.uk>.

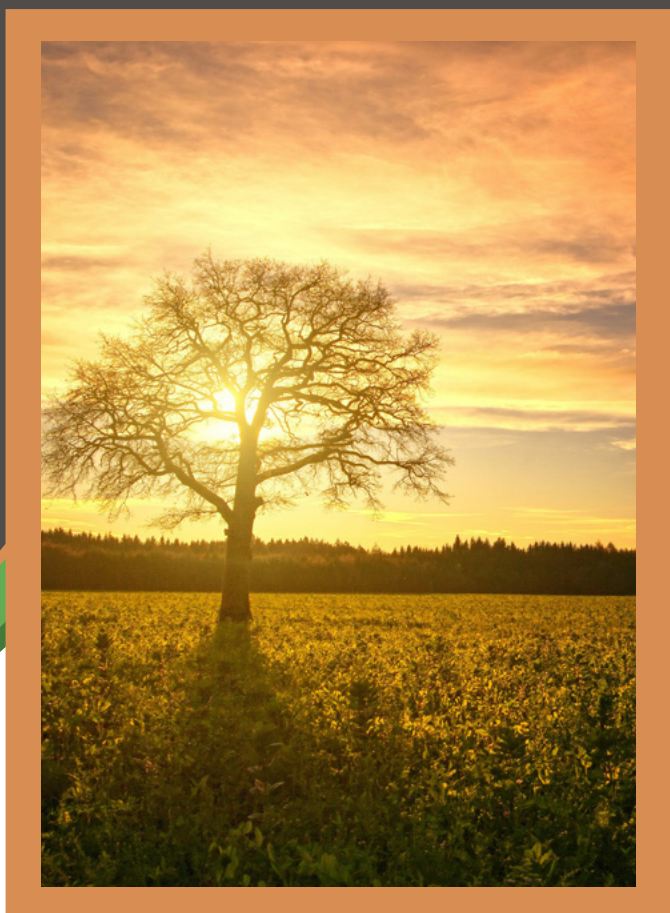
- Carvalho, FP. 2017. "Pesticides, Environment, and Food Safety." *Food and Energy Security* 6 (2): 48–60.
- Conrad A., Schröter-Kermani C., Hoppe H-W, Rüther, M, Pieper, S., and Kolossa-Gehring, M. 2017. "Glyphosate in German Adults – Time Trend (2001 to 2015) of Human Exposure to a Widely Used Herbicide." *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 220: 8–16.
- Courtney, A. D. (1972). Docks in grassland, their influence on herbage productivity. *Proceedings of the 11th British Weed Control Conference*, London, UK, 315-322.
- Courtney, A. D. (1985). Impact and control of docks in grassland. *Proceedings of the Occasional Symposium of the British Grassland Society*, Croydon, UK, 120-127.
- Delgado-Baquerizo, M., Maestre FT, Reich PB, Jeffries TC, Gaitan JJ, Encinar D, Berdugo M, Campbell CD, and Singh, BK. 2016. "Microbial Diversity Drives Multifunctionality in Terrestrial Ecosystems." *Nature Communications* 7 (January). Nature Publishing Group: 10541.
- Derpsch, R. 1998. "Historical Review of No-Tillage Cultivation of Crops." *The 1st JIRCAS Seminar on Soybean Research. No-Tillage Cultivation and Future Research Needs*. March 5-6, 1998, no. 13: 1–18.
- Dill GM., Sammons RD, Feng PCC, Kohn F, Kretzmer K, Mehrsheikh A, Bleeke M, et al., 2010. "Glyphosate: Discovery, Development, Applications, and Properties." In *Glyphosate Resistance in Crops and Weeds: History, Development, and Management*, 1–33.
- European Food Safety Agency, 2015. "Conclusion on the Peer Review of the Pesticide Risk Assessment of the Active Substance Glyphosate." *EFSA Journal* 13 (11): 4302.
- Eriksson M, Hardell L, Carlberg M, and Åkerman M, 2008. "Pesticide Exposure as Risk Factor for Non-Hodgkin Lymphoma Including Histopathological Subgroup Analysis." *International Journal of Cancer* 123 (7): 1657–63.
- European Commission, 2009. "Deep Ploughing Reduces Diversity and Number of Earthworms." *Science for Environment Policy*, no. 14: 1.
- Gallandt, E. R. (2006). How can we target the weed seedbank? *Weed Science*, 54(3), 588-596. <https://doi.org/10.1614/WS-05-063R.1>
- Gallandt, E. R., Halloran, J., Kersbergen, R., Mallory, E. & Sideman, E. (2010). *Managing weed seed rain: A new paradigm for organic and low-input farmers*. Washington, Maryland, USA: Sustainable Agriculture Research & Education (SARE). <https://projects.sare.org/project-reports/lne06-237/>
- Garthwaite, D, Barker I, Laybourn R, Huntly A, Parrish GP, Hudson S, and Thygesen H. 2014. "Pesticide usage survey report 263. arable crops in the United Kingdom 2014". <http://www.ons.gov.uk/ons/index.html>.
- Gaupp-Berghausen M, Hofer M, Rewald B, and Zaller JG. 2015. "Glyphosate-Based Herbicides Reduce the Activity and Reproduction of Earthworms and Lead to Increased Soil Nutrient Concentrations." *Scientific Reports* 5 (1). Nature Publishing Group: 12886.
- Gerowitt, B., Bertke, E., Hespelt, S. K. & Tute, C. (2003). Towards multifunctional agriculture - weeds as ecological goods? *Weed Research*, 43(4), 227-235. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1046/j.1365-3180.2003.00340.x>
- Grossbard E. and Davies HA. 1976. "Specific Microbial Responses to Herbicides." *Weed Research* 16 (3): 163–70.
- Hatcher PE and Melander B. 2003. "Combining Physical, Cultural and Biological Methods: Prospects for

- Integrated Non-Chemical Weed Management Strategies." *Weed Research* 43 (5). Blackwell Science Ltd: 303–22.
- Herrmann, Klaus M. 1995. "The Shikimate Pathway: Early Steps in the Biosynthesis of Aromatic Compounds." *The Plant Cell* 7: 907–19.
 - Hill, S and Ramsai JA (1977) 'Weeds as Indicators Of Soil Conditions', https://www.researchgate.net/publication/265487256_Weeds_as_Indicators_Of_Soil_Conditions
 - Hirst, K. Kris. 2017. "Mixed Cropping - History of the Ancient Farming Technique." ThoughtCo. <https://www.thoughtco.com/mixed-cropping-history-171201>.
 - Holländer H. and Amrhein N. 1980. "The Site of the Inhibition of the Shikimate Pathway by Glyphosate: I. Inhibition by glyphosate of phenylpropanoid synthesis in buckwheat (*Fagopyrum esculentum*, Moench)". *Plant Physiology* 66 (5). American Society of Plant Biologists: 823–29.
 - Hooks CRR, Buchanan AL, and Chen G. 2014. "The Stale Seedbed Technique: A relatively underused alternative weed management tactic for vegetable production | University of Maryland Extension." University of Maryland Extension. <https://extension.umd.edu/learn/stale-seedbed-technique-relatively-underused-alternative-weed-management-tactic-vegetable>.
 - Humphreys, J. (1995). Investigations into aspects of the dynamics of *Rumex obtusifolius* L. (Broad-leaved dock) populations in grassland. PhD, University College Dublin, National University of Ireland, Dublin
 - Humphreys, J., Jansen, T., Culleton, N., Macnaeide, F. S. & Storey, T. (1999). Soil potassium supply and *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* abundance in silage and grazed grassland swards. *Weed Research*, 39, 1-13.
 - IARC. 2016. "Glyphosate 1." IARC Monographs 112. Based on Guyton KZ, Loomis D, Grosse Y, et al., 2015. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet Oncology*, 16: 490 – 491.
 - James C. 1996. "ISAAA Global Status of Commercialized biotech/GM Crops: 2012." http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/pdf/Brief_44_-_Executive_Summary_-_English.pdf.
 - Johal GS., and Huber DM. 2009. "Glyphosate Effects on Diseases of Plants." *European Journal of Agronomy* 31 (3): 144–52.
 - Kearney PC and Kaufman DD. 1975. "Herbicides: Chemistry, Degradation and Mode of Action." *Herbicides: Chemistry, Degradation and Mode of Action.*, no. Ed. 2. Volume 1. Marcel Dekker, Inc.
 - Kehlenbeck H, Saltzmann J, Schwarz J, Zwerger P, and Nordmeyer H. 2016. "Economic Assessment of Alternatives for Glyphosate Application in Arable Farming." *Julius-Kühn-Archiv* 0 (452): 279.
 - Keller M, Collet L, and Total R. 2017. "Using Steam to Eradicate *Cyperus Esculentus* Infestations in Vegetable Fields in Switzerland." In Joint Workshop of the EWRS Working Groups: Physical and Cultural Weed Control and Crop-Weed Interactions. <http://www.ewrs.org/doc/EWRS.Physical.and.Cultural.Weed.Control.and.Crop-Weed.Interactions.Nyon.Switzerland.2017.pdf>.
 - Klaus MH, and Weaver LM. 1999. "The shikimate pathway." *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50 (1): 473–503.
 - Kremer RJ, Means NE. 2009. "Glyphosate and Glyphosate-Resistant Crop Interactions with Rhizosphere Microorganisms." *European Journal of Agronomy* 31 (3). Elsevier: 153–61.

- Latsch R, Anken T, Herzog C and Sauter J. 2017. "Controlling *Rumex Obtusifolius* by Means of Hot Water." Weed Research 57 (1): 16–24.
- Liebman, M. & Gallandt, E. R. (1997). Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. In L. E. Jackson (Ed.), Ecology in Agriculture (pp. 291–343). San Diego, CA: Academic Press
- Masiol M, Giannì B, Prete M, 2018. "Herbicides in river water across the northeastern Italy: occurrence and spatial patterns of glyphosate, aminomethylphosphonic acid, and glufosinate ammonium." Environ Sci Pollut Res Int. 2018 Jun 15. doi: 10.1007/s11356-018-2511-3.
- McDuffie HH, Pahwa P, McLaughlin JR, Spinelli JJ, and Fincham S. 2001. "Non-Hodgkin's Lymphoma and Specific Pesticides Exposures in Men: Cross-Canada Study of Pesticides and Health." Cancer Epidemiol. Biomarkers Prevention 10 (November): 1155.
- Melander B, Nørremark M, and Kristensen E F. 2013. "Combining Mechanical Rhizome Removal and Cover Crops for *Elytrigia repens* Control in Organic Barley Systems." Edited by Matt Liebman. Weed Research 53 (6): 461–69.
- Mendes R, Garbeva P, Raaijmakers JM (2013) 'The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms' Federation of European Microbiological Societies (FEMS) Microbiol Rev 37; 634–663
- Merfield, C. N. (2014). "The final frontier: Non-Chemical, Intra-row, Weed Control for Annual Crops With a Focus on Mini-Ridgers". The FFC Bulletin, 2014-V4 <http://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/information/bulletin/2014-v4/the-final-frontier-non-chemical-intra-row-weed-control-for-annual-crops-with-a-focus-on-mini-ridgers>
- Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R. & Ward, L. K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Research, 43(2), 77-89. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1046/j.1365-3180.2003.00326.x>
- Merfield, C. N. (2015). False and Stale Seedbeds: The most effective non-chemical weed management tools for cropping and pasture establishment. The FFC Bulletin, 2015(V4), 25. <http://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/information/bulletin/2015-v4/false-and-stale-seedbeds-the-most-effective-non-chemical-weed-management-tools-for-cropping-and-pasture-establishment>
- Merfield, C. N. (2016). Back to the future - electrothermal, systemic, weedkiller. The FFC Bulletin, 2016(V1) <http://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/information/bulletin/2016-v1/back-to-the-future-electrothermal-systemic-weedkiller>
- Miles C, Klingler E, Nelson L, Smith T, and Cross C. 2013. "Alternatives to Plastic Mulch in Vegetable Production Systems." <http://vegetables.wsu.edu/MulchReport07.pdf>.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. "Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis". Washington, DC: Island Press.
- Mirsky, S. B., Gallandt, E. R., Mortensen, D. A., Curran, W. S. & Shumway, D. L. (2010). Reducing the germinable weed seedbank with soil disturbance and cover crops. Weed Research, 50(4), 341-352. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00792.x>
- Munira S, Farenhorst A, Flaten D, and Grant C. 2016. "Phosphate Fertilizer Impacts on Glyphosate Sorption by Soil." Chemosphere 153 (June): 471–77.
- Myers JP, Antoniou MN, Blumberg B, Carroll L, Colborn T, Everett LG, Hansen M, et al. 2016. "Concerns over Use of Glyphosate-Based Herbicides and Risks Associated with Exposures: A Consensus Statement." Environmental Health 15 (1): 19.

- Ngouajio M, Auras R, Fernandez RT, Rubino M, Counts JW, and Kijchavengkul T. 1991. "Field Performance of Aliphatic-Aromatic Copolyester Biodegradable Mulch Films in a Fresh Market Tomato Production System." HortTechnology. 18 (4). American Society for Horticultural Science: 605–10.
- Nunn LCG, Hebb E, Bishop SD and Nichols D. 2007. "Rotationally Grazing Hogs for Orchard Floor Management in Organic Apple Orchards." I International Symposium on Organic Apple and Pear, edited by D. Lynch and R. Prange. <http://foodsystems.msu.edu/uploads/files/Rotation-organic.pdf>.
- Nurk L, Graß R, Pekrun C, and Wachendorf M. 2017. "Effect of Sowing Method and Weed Control on the Performance of Maize (*Zea mays* L.) Intercropped with Climbing Beans (*Phaseolus vulgaris* L.)." Agriculture 7 (7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 51.
- Ogeleka, DF, Onwuemene, CJ and Okieimen, FE, 2017. "Toxicity potential of Grassate® a non-selective herbicide on snails (*Achachatina marginata*) and earthworms (*Aporrectodea longa*)". Chemistry and Ecology, Vol.33, 2017 - Issue 5 <https://doi.org/10.1080/02757540.2017.1320393>
- Popay I. and Field R. 1996. "Grazing Animals as Weed Control Agents." Weed Technology. Weed Science Society of America.
- Rahman, A., James, T. K. & Grbavac, N. I. K. (2006). Correlation between the soil seed bank and weed populations in maize fields. Weed Biology and Management, 6(4), 228-234. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1445-6664.2006.00223.x>
- Ramseier H and Crismaru V. 2014. "Resource-Conserving Agriculture: Undersowing and Mixed Crops as Stepping Stones Towards a Solution." In Soil as World Heritage, 353–63. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Rasmussen IA, Melander B, Rasmussen K, Jensen RK, Hansen PK, Rasmussen G, Christensen S, Rasmussen J, 2000. 'Recent advances in weed management in cereals in Denmark'. http://orgprints.org/250/2/IFO-AM2000_2.pdf
- Reboud X, et al, 2017. Usages et alternatives au glyphosat dans l'agriculture française. INRA TR507024, 85 pages <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Usages-et-alternatives-au-glyphosate>
- Roberts, H. A. & Feast, P. M. (1972). Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil. Weed Research, 12(4), 316-324. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3180.1972.tb01226.x>
- Roos, JD, Zahm SH, Cantor KP, Weisenburger DD, Holmes FF, Burmeister LF, and Blair A. 2003. "Integrative Assessment of Multiple Pesticides as Risk Factors for Non-Hodgkin's Lymphoma among Men." Occupational and Environmental Medicine 60 (9): E11.
- Roux-Michollet D, Czarnes S, Adam B, Berry D, Commeaux C, Guillaumaud N, Le Roux X, and Clays-Josserand A. 2008. "Effects of Steam Disinfestation on Community Structure, Abundance and Activity of Heterotrophic, Denitrifying and Nitrifying Bacteria in an Organic Farming Soil." Soil Biology and Biochemistry 40 (7). Pergamon: 1836–45.
- Sustainable Agriculture Network. (2007). "Managing Cover Crops Profitably" (3rd ed.). Beltsville, MD: Sustainable Agriculture Network. <http://www.sare.org/Learning-Center/Books/Managing-Cover-Crops-Profitably-3rd-Edition>
- SCBD, and Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2010. "Ecosystem Goods and Services in Development Planning". Montreal, 80. <https://portals.iucn.org/library/node/28874>.

- Schonbeck M. 2012. "Synthetic Mulching Materials for Weed Management." eOrganic. <http://articles.extension.org/pages/65191/synthetic-mulching-materials-for-weed-management>
- Schütte G. 2003. "Herbicide Resistance: Promises and Prospects of Biodiversity for European Agriculture." *Agriculture and Human Values* 20 (3): 217–30.
- Sengonca, C., Kranz, J. & Blaeser, P. Anzeiger für Schädlingskunde/J. Pest Science (2002) 75: 161. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0280.2002.02048.x>
- Simonsen L, Fomsgaard IS, Svensmark B, and Spliid NH. 2008. "Fate and Availability of Glyphosate and AMPA in Agricultural Soil." *Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes* 43 (5): 365–75.
- Snapp SS, Swinton SM, Labarta R, Mutch D, Black JR, Leep R, Nyiraneza J, and O'Neil K. 2005. "Evaluating Cover Crops for Benefits, Costs and Performance within Cropping System Niches." *Agronomy Journal* 97 (1). American Society of Agronomy: 322–32.
- Steinmann, HH, Dickeduisberg M, and Theuvsen L. 2012. "Uses and Benefits of Glyphosate in German Arable Farming." *Crop Protection* 42. Elsevier Ltd: 164–69.
- Storkey, J. & Neve, P. (2018). What good is weed diversity? *Weed Research* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/wre.12310>
- Sturludóttir, E., Brophy, C., Bélanger, G., Gustavsson, A. M., Jørgensen, M., Lunnan, T. & Helgadóttir, Á. (2014). Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada. *Grass and Forage Science*, 69(2), 229–240. <http://dx.doi.org/10.1111/gfs.12037>
- TILMAN-ORG. 2016. "TILMAN-ORG Reduced Tillage and Green MANures for Sustainable ORGANIC Cropping Systems." [http://www.tilman-org.net/filead-](http://www.tilman-org.net/fileadmin/documents_organicresearch/tilman-org/TilmanOrg2014_CK_flyer_small.pdf)
[min/documents_organicresearch/tilman-org/TilmanOrg2014_CK_flyer_small.pdf](http://www.tilman-org.net/fileadmin/documents_organicresearch/tilman-org/TilmanOrg2014_CK_flyer_small.pdf).
- UNEP/Topham. 2008. "The Economy of Ecosystem and Biodiversity." http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb_report.pdf.
- Vanderweidery, Bleekerpo, Achtenvtjm, Lotzlap, Fogelbergf&Melander (2008) Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research* 48, 215–224.
- Watts, M, Clausing P, Lyssimachou A, Schutte G, Guadagnini R, and Marquex E. 2016. "Glyphosate Monograph; PAN International." Pesticide Action Network International.
- Weigelt, A., Weisser, W. W., Buchmann, N. & Scherer-Lorenzen, M. (2009). Biodiversity for multifunctional grasslands: equal productivity in high-diversity low-input and low-diversity high-input systems. *Biogeosciences*, 6(8), 1695–1706. <https://www.biogeosciences.net/6/1695/2009/>
- Wendling, M., Büchi, L., Amossé, C., Jeangros, B., Walter, A. & Charles, R. (2017). Specific interactions leading to transgressive overyielding in cover crop mixtures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 241, 88–99. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880917301135>
- Yu XM, Yu T, Yin GH, Dong QL, An M, Wang HR, and Ai CX. 2015. "Glyphosate Biodegradation and Potential Soil Bioremediation by *Bacillus subtilis* Strain Bs-15." *Genetics and Molecular Research* 14 (4): 14717–30.
- Zaller JG, Heigl F, Ruess L, and Grabmaier A. 2017. "Glyphosate Herbicide Affects Belowground Interactions between Earthworms and Symbiotic Mycorrhizal Fungi in a Model Ecosystem." *Scientific Reports* 4: 5634
- Zimdahl, RL. 2013. *Fundamentals of Weed Science*. - 4th Edition. Academic Press. Print Book & E-Book



**Alternatywy dla
stosowania herbicydów
w ograniczaniu chwastów
– przypadek glifosatu**

Aneks 1 Podsumowanie danych na temat toksyczności glifosatu (PAN Europe)

Rak/Rakotwórczość

IARC: Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (ang. The International Agency for Research on Cancer – IARC) Światowej Organizacji Zdrowia po dogłębnej analizie dokonanej przez 17 wiodących światowych niezależnych ekspertów z 11 krajów, korzystających jedynie z publicznie dostępnych wyników badań, zakwalifikowała glifosat jako substancję „prawdopodobnie rakotwórczą dla ludzi”. Ten wniosek sformułowano na podstawie „ograniczonych dowodów rakotwórczości u ludzi” i „wystarczających dowodów” u zwierząt laboratoryjnych. W przypadku ludzi IARC wziął pod uwagę dowody z badań nad rakiem w trzech różnych krajach, w których 2592 osoby (robotnicy) zachorowały na chłoniaki nieziarnicze (rzadki rodzaj

nowotworu, ang. non-Hodgkin lymphoma – NHL) po narażeniu na działanie herbicydów zawierających glifosat oraz dowody z połączonej analizy (metaanalizy) wszystkich dostępnych studiów nad NHL. Wniosek dotyczący zwierząt laboratoryjnych opierał się na rezultatach dwóch eksperymentów, w których myszy zachorowały na nowotwory złośliwe w wyniku narażenia na sam glifosat, a u jednej z nich wykryto rzadki rodzaj raka (nerek), co jest niezwykle ważne dla oceny ryzyka dla ludzi. Ponadto eksperci wzięli pod uwagę mocne dowody na genotoksyczność (uszkodzenie DNA) oraz stres oksydacyjny (uszkodzenie tkanki i komórek) u ludzi i zwierząt laboratoryjnych po narażeniu na pestycydy zawierające glifosat i jego metabolity.

¹ Guyton, KZ, Loomis, D., Grosse, Y., i in., 2015. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. The Lancet Oncology, 16: 490–491.

Wzajemna ocena i raport ze skorygowanej oceny² (Revised Assessment Report – RAR) EFSA i BfR (niemiecki Federalny Instytut Oceny Ryzyka) reprezentujący państwo członkowskie pełniące rolę sprawozdawcy dla Komisji Europejskiej: BfR, który miał dostęp do nieujawnionych badań przemysłu, znalazł nie dwa, lecz pięć studiów eksperymentalnych, w których myszy, którym podawano glifosat, zachorowały na nowotwory złośliwe. Ale zdecydował się pominąć te rezultaty, uznając je za nieistotne. Jak na ironię, następnie nie uwzględnił danych mechanistycznych dotyczących genotoksyczności i toksyczności komórkowej, stwierdzając, że nie mają one znaczenia, ponieważ nie ma dowodów na rakotwórczość u zwierząt laboratoryjnych. Co więcej, wszystkie dowody na genotoksyczność, toksyczność komórkową i w gruncie rzeczy jakąkolwiek toksyczność spowo-

dowaną przez produkty zawierające glifosat zostały uznane za nieistotne, ponieważ zgodnie z przepisami UE ocena ryzyka jest przeprowadzana tylko na składniku aktywnym, pomimo że ludzie są wystawieni na działanie całych produktów. Analiza rakotwórczości dokonana przez organy europejskie spotkała się z krytyką społeczności naukowej^{3, 4, 5, 6}.

Zaburzenia hormonalne: Sam glifosat oraz zawierające go produkty zmieniają metabolizm hormonów w różnych liniach komórkowych ssaków^{7, 8}. Zaobserwowano, że glifosat redukuje konwersję androgenów do estrogenów (co prowadzi do wytwarzania większej ilości męskich niż żeńskich hormonów), przy czym mieszaniny mają mocniejsze działanie^{9, 10}. W eksperymentalnych badaniach na myszach produkty zawierające glifosat zmieniają także metabolizm hormonów rozrodczych

² Przed dopuszczeniem substancji czynnej wnioskodawca (przemysł pestycydowy) dostarcza dossier z wszystkimi wymaganymi danymi (właściwościami chemicznymi, toksycznością, przemianami w środowisku itd.) do państwa członkowskiego pełniącego rolę sprawozdawcy (RMS) dla Komisji Europejskiej. Następnie RMS ocenia to dossier i sporządza pierwszy projekt sprawozdania z oceny lub skorygowane sprawozdanie z oceny w przypadku odnowienia autoryzacji.

³ Portier, C.J., Armstrong, B.K., Baguley, B.C., Baur, X., Belyaev, I., Bellé, R., (...) Zhou, S.F., 2016. Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA). *Journal of Epidemiology and Community Health*. DOI: 10.1136/jech-2015-207005

⁴ Greiser, E., 2016. Expert statement on epidemiological studies which examine the possible correlation between exposure to glyphosate-based herbicides and non-Hodgkin's lymphoma and human fertility disorders in relation to evaluations undertaken by the German Federal Institute for Risk Assessment (BfR) and the European Food Safety Authority (EFSA). University of Bremen; https://www.global2000.at/sites/global/files/Human%20evidence_EberhardGreiser.pdf

⁵ Myers, J.P., Antoniou, M.N., Blumberg, B. i in., 2015. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health* 15:19.

⁶ Clausen, P., 2016. Regulatory agencies (BfR, EFSA) used biased arguments to deny the carcinogenicity of glyphosate: Memorandum by Dr Peter Clausen, PAN Germany, as a witness to the Monsanto Tribunal. The Hague, Netherlands, 15-16 October 2016; http://www.pan-germany.org/download/Memo_Monsanto-Tribunal_Peter_Clausen_10_2016.pdf

⁷ Walsh LP, McCormick C, Martin C, Stocco DM. 2000. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environ Health Perspect* 108:769-76.

⁸ Thongprakaisang, S., Thiantanawat, A., Rangkadilok, N., Suriyo, T., Satayavivad, J., 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol* 59:129-36.

⁹ Richard, S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N., Séralini, G.E., 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environ Health Perspect* 113(6):716-20.

¹⁰ Defarge, N., Takács, E., Lozano, V.L., Mesnage, R., Spiroux de Vendômois, J., Séralini G-E, Székács A. 2016. Co-formulants in glyphosate-based herbicides disrupt aromatase activity in human cells below toxic levels. *Int J Environ Res Pub Health* 13(3):264.

i zmniejszają płodność^{11, 12, 13}. Pomimo że zaburzenia hormonalne mogą być przyczyną wielu poważnych chorób, przeprowadzono bardzo mało badań nad zdolnością glifosatu do powodowania zmian w systemie hormonalnym. EFSA poprosiła przemysł o ocenę potencjalnej zdolności glifosatu do wywoływania zaburzeń hormonalnych i opublikowała swoją opinię w sierpniu 2017 r.

Toksyczny wpływ glifosatu na rozrodczość i rozwój: RAR odnotowuje już sporo przypadków wpływu glifosatu na rozwój ssaków, często przy stosowaniu go poniżej zalecanych limitów ustawowych¹⁴. Eksperymentalne zwierzęta wystawione na działanie glifosatu rodziły płody ze zwiększoną częstością występowania deformacji i wad serca, pozbawione nerek, ze zniekształconymi żebrami, płucami i układem kostnym, zdarzały się również przypadki śmierci zarodka. Dane te zostały odrzucone z niejasnych powodów, których nie można zweryfikować, ponieważ badania przemysłu nie są

publikowane. Tak czy inaczej opublikowane niezależne badania naukowe pokazują, że szczęnięta wystawione na działanie produktów opartych na glifosacie mają zmieniony poziom hormonów i inne zachowania rozrodcze^{15, 16}. 38 urodzonych na duńskiej farmie jednodniowych prosiąt miało niezwykle wysoki procent nieprawidłowości, w tym poważne deformacje czaszki i układu kostnego. Po zmianie paszy na niemodyfikowaną genetycznie i pozbawioną glifosatu rolnik natychmiast zauważył poprawę stanu zdrowotnego stada¹⁷.

Toksyczny wpływ na układ nerwowy: Glifosat i produkty zawierające glifosat wpływają na wzrost i rozwój komórek nerwowych¹⁸. Zaobserwowano, że zakłóca on przekazywanie sygnałów nerwowych i funkcjonowanie organelli w mózgu (mitochondriów) oraz powoduje obumieranie neuronów – wszystkie te symptomy są charakterystyczne dla choroby Parkinsona^{19, 20, 21}. Zaobserwowano również związek między wystawieniem

¹¹ Romano, R.M., Romano, M.A., Bernardi, M.M., Furtado, P.V., Oliveira, C.A., 2010. Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. Arch Toxicol 84:309-17. gonadotropin expression. Arch Toxicol 86(4):663-73.

¹² Romano, M.A., Romano, R.M., Santos, L.D., Wisniewski, P., Campos, D.A., de Souza, P.B., Viau, P., Bernardi, M.M., Nunes, M.T., de Oliveira, C.A., 2012. Glyphosate impairs male offspring reproductive development by disrupting gonadotropin expression. Arch Toxicol 86(4):663-73.

¹³ Varayoud, J., Durando, M., Ramos, J.G., Milesi, M.M., Ingaramo, P.I., Muñoz-de-Toro, M., Luque, E.H., 2016. Effects of a glyphosate-based herbicide on the uterus of adult ovariectomized rats. Environ Toxicol [Epub Jul 27th].

¹⁴ Mesnage, R., Defarge, N., Spiroux de Vendômois, J., Séralini, G.E., 2015. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. Food Chem Toxicol 84:133153.

¹⁵ Dallegre, E., Mantese, F.D., Oliveira, R.T., Andrade, A.J.M., Dalsenter, P.R., Langeloh, A., 2007. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. Arch Toxicol 81:665-73.

¹⁶ Guerrero Schimpf, M., Milesi, M.M., Ingaramo, P.I., Luque, E.H., Varayoud, J., 2016. Neonatal exposure to a glyphosate based herbicide alters the development of the rat uterus. Toxicology pii: S0300-483X(16)30093-2.

¹⁷ Cała historia: <http://www.gmwatch.org/index.php/articles/gm-reports/13882>

¹⁸ Coullery, R.P., Ferrari, M.E., Rosso, S.B., 2016. Neuronal development and axon growth are altered by glyphosate through a WNT noncanonical signaling pathway. Neurotoxicology 52:150-61.

¹⁹ Hernández-Plata, I., Giordano, M., Díaz-Muñoz, M., Rodríguez, V.M., 2012. The herbicide glyphosate causes behavioral changes and alterations in dopaminergic markers in male Sprague-Dawley rat. Neurotoxicology 46:79-91.

²⁰ Astiz, M., de Alaniz, M.J., Marra, C.A., 2009b. The impact of simultaneous intoxication with agrochemicals on the antioxidant defense system in rat. Pestic Biochem Physiol 94:93-99.

²¹ Negga, R., Stuart, J.A., Machen, M.L., Salva, J., Lizek, A.J., Ricardson, S.J., Osborne, A.S., Mirallas O., McVey, K.A., Fitsanakis, V.A., 2012. Exposure to glyphosate- and/or Mn/Zn-ethylene-bis-dithiocarbamate-containing pesticides leads to degeneration of γ-aminobutyric acid and dopamine neurons in *Caenorhabditis elegans*. Neurotox Res 21:281-90.

na działanie produktów zawierających glifosat a występowaniem ADD/ADHD, choroby Parkinsona i autyzmu^{22, 23, 24}.

Toksyczny wpływ na rośliny i skutki dla różnorodności biologicznej: Glifosat, który jest herbicydem o szerokim spektrum działania, zwalcza wszystkie rośliny, nawet duże drzewa. Żaden inny herbicyd nie jest aż tak nieselektywny. Na terenach zielonych położonych blisko pól opryskiwanych glifosatem zaobserwowano znaczne ubytki biomasy roślinnej, kwiatów i roślin dziko rosnących²⁵. Utrata gatunków roślin powoduje z kolei zmniejszenie liczby gatunków lądowych, które na nich żerują, w tym owadów będących naturalnymi wrogami szkodników, płazów, zapylaczy i ptaków, prowadząc do poważnych szkód ekologicznych i utraty różnorodności biologicznej^{26, 27, 28}.

Ekotoksyczność: Ekotoksyczność glifosatu dla wodnych i lądowych organizmów została już rozpoznana w RAR i wzajemnej ocenie EFSA, wspominających o długoterminowych skutkach jego toksycznego działania. Używając modeli przewidywania, aby oszacować stopień narażenia środowiska i zakładając, że rolnicy stosują środki ograniczające ryzyko, organy europejskie uznały, że zagrożenie dla organizmów innych niż docelowe jest niskie. Badania potwierdziły jednak, że te modele często zbyt nisko szacują rzeczywisty stopień narażenia środowiska, co wskazuje na to, iż są one o wiele bardziej zagrożone²⁹. Tak czy inaczej, nie ulega wątpliwości, że glifosat wywiera wiele szkodliwych skutków na organizmy inne niż docelowe.

Ekotoksyczność dla środowiska wodnego: Glifosat i zawierające go herbicydy są toksyczne dla mikroorganizmów i zmieniają zespoły planktonu i glonów³⁰. Niekorzystne zmiany zaobserwowano u owadów³¹, skorupiaków³², mięczaków,

²² Garry, V.F., Harkin, M.E., Erickson, L.L., Long-Simpson, L.K., Holland, S.E., Burroughs, B.L., 2002. Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. *Environ Health Perspect* 110(s3):441-9.

²³ Wan, N., Lin G., 2016. Parkinson's disease and pesticides exposure: new findings from a comprehensive study in Nebraska, USA. *J Rural Health* 32(3):303-13.

²⁴ Nevison, C.D., 2014. A comparison of temporal trends in United States autism prevalence to trends in suspected environmental factors. *Environ Health*. 5:13-73.

²⁵ Heard, M.S., Hawes, C., Champion, G.T., Clark, S.J., Firbank, L.G., Haughton, A.J., Parish, A.M., Perry, J.N., Rothery, P., Roy, D.B., Scott, R.J., Skellern, M.P., Squire, G.R., Hill, M.O., 2003b. Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I Effects on abundance and diversity & II Effects on individual species. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 358(1439):1833-46.

²⁶ Haughton, A.J., Bell, J.R., Boatman, N.D., Wilcox, A., 2001. The effect of the herbicide glyphosate on non-target spiders: Part II. Indirect effects on *Lepthyphantes tenuis* in field margins. *Pest Manag Sci* 57:1037-42.

²⁷ Hawes, C., Squire, G.R., Hallett, P.D., Watson, C.A., Young, M., 2010. Arable plant communities as indicators of farming practice. *Agric Ecosys Environ* 138(1-2):17-26.

²⁸ Thies, C., Haenke, S., Scherber, C., Bengtsson, J., Bommarco, R., Clement, L.W., Ceryngier, P., Dennis, C., Emmerson, M., Gagic, V., Hawro, V., Liira, J., Weisser, W.W., Wingvist, C., Tscharnke, T., 2011. The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe. *Ecol Appl* 21(6):2187-96.

²⁹ Stehle, S., Schulz, R., 2015. Pesticide authorization in the EU-environment unprotected? *Environ Sci Pollut Res* 22: 19632.

³⁰ Pérez, G.L., Torremorell, A., Mugni, H., Rodríguez, P., Solange, V.M., do Nascimento, M., Allende, L., Bustingorry, J., Escaray, R., Ferraro, M., Izaguirre, I., Pizarro, H., Bonetto, C., Morris, D.P., Zagarese, H., 2007. Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecol Appl* 17(8):2310-22.

³¹ Cuhra, M., 2015. Glyphosate nontoxicity: the genesis of a scientific fact. *J Biol Phy Chem* 15:89-96.

³² Avigliano, L., Alvarez, N., Loughlin, C.M., Rodríguez, E.M., 2014. Effects of glyphosate on egg incubation, larvae hatching, and ovarian rematuration, in the estuarine crab, *Neohelice granulata*. *Environ Toxicol Chem* 33(8):1879-84.

płazów³³ i ryb³⁴. Obejmują one nieprawidłowości rozrodcze i rozwojowe, uszkodzenie DNA, zmniejszenie odporności, stres oksydacyjny, zmniejszoną zdolność do radzenia sobie ze stresem oraz zmianę zachowań żywieniowych i rozrodczych, które mogą zagrozić ich przetrwaniu. Produkty zawierające glifosat są zwykle bardziej toksyczne dla ryb niż sam glifosat³⁵.

Ekotoksyczność dla środowiska lądowego: Glifosat ma szkodliwy wpływ na niektóre dżdżownice i stawonogi oraz na wiele pożytecznych owadów, które odgrywają ważną rolę w kontroli biologicznej, szczególnie na drapieżne roztocza, chrząszcze biegaczowate i biedronkowate³⁶. Może również wywierać szkodliwy wpływ na inne owady istotne dla utrzymania równowagi ekologicznej, takie jak stonogi i pająki. Na skutek niszczenia siedlisk i źródeł pożywienia stosowanie glifosatu może prowadzić do znacznej utraty wielu gatunków powietrznych, w tym ptaków³³.

Właściwości antybakteryjne i konsekwencje toksyczności: Przeciwdrobnoustrojowe działanie glifosatu jest znane, od kiedy został po raz pierwszy licencjonowany w latach 70. ubiegłego wieku³⁷. Jest on również toksyczny dla pewnych bakterii

z rodziny *Bacillus* i *Pseudomonas*, które pełnią kluczową rolę w hamowaniu rozwoju określonych grzybów patogenicznych, jak również w umożliwianiu roślinom dostępu do minerałów w glebie. Tak więc glifosat zmienia środowisko bakteryjne gleb, co ma bezpośredni wpływ na zdrowie roślin uprawnych. Wydaje się również, że wiąże się z minerałami glebowymi (manganem, żelazem i cynkiem) i blokuje ich dostępność biologiczną dla roślin. W istocie glifosat został scharakteryzowany jako substancja, która „w znacznym stopniu zwiększa dotkliwość różnorodnych chorób roślin, upośledza odporność roślin na patogeny i choroby oraz blokuje składniki pokarmowe w glebie dla roślin, sprawiając, że rośliny nie mogą ich pobierać”. W konsekwencji tych zjawisk i wykształcania odporności przez chwasty rolnicy zmuszeni są do stosowania w uprawie roślin fungicydów i dodatkowych herbicydów³⁸.

Zaobserwowano, że z powodu tych właściwości antybakteryjnych glifosat wpływa na mikrobiotę jelitową u zwierząt, zabijając pożyteczne bakterie i pozostawiając patogenne³⁹. Ma to szkodliwy wpływ na zwierzęta gospodarskie, które karmi się paszą z opryskiwanej glifosatem soi i kukurydzy. Niektóre badania sugerują, że to szczególne działanie glifosatu, które wpływa na bakterie jelitowe, może mieć poważne konsekwencje dla ludzi⁴⁰.

³³ Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., Lopez, S.L., Carrasco, A.E., 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chem Res Toxicol* 23(10):1586-95.

³⁴ Moreno, N.C., Sofia, S.H., Martinez, C.B., 2014. Genotoxic effects of the herbicide Roundup Transorb and its active ingredient glyphosate on the fish *Prochilodus lineatus*. *Environ Toxicol Pharmacol* 37(1):448-54.

³⁵ Przegląd skutków stosowania glifosatu i herbicydów bazujących na glifosacie przedstawiono w Glyphosate Monograph 2016, PAN International; <http://pan-international.org/wp-content/uploads/Glyphosate-monograph.pdf>

³⁶ Schneider, M.I., Sanchez, N., Pineda, S., Chi, H., Ronco, A., 2009. Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach. *Chemosphere* 76(10):1451-5.

³⁷ Franz, J.E. (1974) Nphosphonomethylglycine Phytotoxicant Compositions. US Patent 3,799,758, Mar. 26, 1974, USPTO, Washington, DC.

³⁸ Zrecenzowane w Sirinathsingji, E., 2012. USDA Scientist Reveals All: Glyphosate Hazards to Crops, Soils, Animals, and Consumers. Prof. Don Huber. SIS Report; http://www.i-sis.org.uk/USDA_scientist_reveals_all.php

³⁹ Krüger, M., Shehata, A.A., Schrödl, W., Rodloff, A., 2013. Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*. *Anaerobe* 20:74-78.

⁴⁰ Samsel, A., Seneff, S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdiscip. Toxicol.* 2013;6(4):159-184. DOI:10.2478/intox-2013-0026.



Alternatywy dla
stosowania herbicydów
w ograniczaniu chwastów
– przypadek glifosatu

Aneks 2

Niechemiczne ograniczanie szczawiu (*Rumex*)

Charles Merfield, dyrektor BHU Future Farming Centre



The BHU Future Farming Centre
Permanent Agriculture and Horticulture
Science and Extension

1 Wstęp: kiedy chwast nie jest chwastem?

Szczawie, przede wszystkim szczaw tępolistny (*Rumex obtusifolius*) i szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*), są chwastami szeroko rozpowszechnionymi w Europie, szczególnie w chłodniejszych i bardziej wilgotnych regionach położonych na wyższych szerokościach geograficznych.

Rosną głównie na pastwiskach, szczególnie trwałych, ponieważ orka niszczy je, nie są w stanie przetrwać w systemach upraw polowych. W przeszłości były uważane za chwasty wysoce problematyczne, wymieniano je nawet w regulacjach prawnych dotyczących „szkodliwych chwastów”, na przykład

w Irlandii¹ i Zjednoczonym Królestwie Wielkiej Brytanii². Jest to jednak przykład przeceniania negatywnego wpływu konkretnych chwastów i opiera się na przestarzałej ich definicji. Pojęcie chwastu jest zasadniczo oceną wartości pozytywnych i negatywnych cech jakiegokolwiek pojedynczej rośliny lub populacji roślin w określonym czasie. W rolnictwie ocena wartości opiera się zwykle całkowicie na kryteriach gospodarczych, tzn. na tym, czy konkretna roślina lub ich populacja wpływają negatywnie na rentowność gospodarstwa. Jeśli odpowiedź brzmi nie, roślina ta lub ich populacja nie są chwastami. W wielu przypadkach gospodarczy wpływ chwastów

¹ <https://www.agriculture.gov.ie/farmingsectors/crops/controlofnoxiousweeds/>

² <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/Eliz2/7-8/54>

nigdy nie został właściwie oszacowany, co w rezultacie prowadzi do powstania przekonania (dowodem na to są przepisy dotyczące szkodliwych chwastów), że nawet jeden chwast to za dużo, więc konieczna jest ich całkowita eliminacja. Jest to bardzo nierozsądny pogląd, szczególnie tam, gdzie chwasty rosną w swoim naturalnym środowisku i nie jest możliwa ich całkowita eliminacja. Na przykład według badań przeprowadzonych w Irlandii pastwiska, na których szczawie pokrywają 15% lub mniej powierzchni gruntu, wytworzą całościowo więcej suchej materii niż te same pastwiska bez szczawu (Courtney, 1985). W przeciwieństwie do toksycznych chwastów, takich jak starzec jakubek (ang. *ragwort*), szczawie są smaczne i ich listowie zawiera więcej cynku, magnezu i taniny niż trawa. Zaobserwowano, że zapobiegają wzdęciom u zwierząt gospodarskich, a pędy *R. crispus* mają wysoką wartość odżywczą dla bydła. Tak więc umiarkowane pod względem wielkości populacje szczawu nie wpływają negatywnie na rentowność hodowli i mogą przynieść korzyści zwierzętom gospodarskim, zwiększając tym samym dochodowość gospodarstwa. Dlatego nie powinny być uważane za chwasty, lecz raczej za naturalne elementy gospodarstwa. Jednak, jak to zostało wy-

kazane, duże populacje szczawiu są szkodliwe, więc powinny być one ograniczane, ale nie eliminowane całkowicie.

Chociaż szczaw może wpływać na rentowność gospodarstwa, jest jednocześnie gospodarzem dla szerokiego wachlarza innych gatunków w ich naturalnym środowisku, szczególnie owadów. Nawet jeśli jest rośliną obcą, to potencjalnie przyczynia się do zwiększenia różnorodności biologicznej i lepszego funkcjonowania ekosystemów. Na przykład szczawie są głównym źródłem pożywienia dla kałdunicy zielonej (*Gastrophysa viridula*, fot. A1), a ich nasiona są ważne dla wielu zwierząt odżywiających się nasionami, w tym bezkręgowców, takich jak chrząszcze. Korzyści z chwastów są coraz bardziej doceniane (np. Gerowitt i in., 2003; Marshall i in., 2003; Blaix i in., 2018; Storkey & Neve, 2018)³, więc z ekologicznego punktu widzenia eliminacja szczawu na obszarach rolniczych jest całkowicie niepożądana.

Celem ochrony przed szczawiami i innymi chwastami w nowoczesnym rolnictwie powinno być zatem utrzymanie populacji chwastów poniżej progu grożącego stratami gospodarczymi, a nie ich całkowita eliminacja.



Fot. A1. Kałdunica zielona (*Gastrophysa viridula*). Larwa objadająca liść (po lewej), osobniki dorosłe (po prawej)

³ <http://www.arc2020.eu/unplanned-vegetation-is-important-aka-weeds-provide-for-needs/>

2 Ograniczanie szczawiu

Niechemiczne ograniczanie jakichkolwiek chwastów wymaga podejścia systemowego lub zintegrowanego. Metafora „wielu małych młotecz-ków”, ukuta przez Liebmana i Gallandta (1997), ak-

centuje, że potrzebne są wielorakie narzędzia. Do ustalenia, jakie narzędzia będą skuteczne i jak je zastosować, niezbędne jest zrozumienie biologii i ekologii chwastów.

2.1 Kluczowe elementy biologii i ekologii szczawiu

Szczawie są rozetowymi zielnymi bylinami, składającymi się z korony (krótka podziemna pionowa prawdziwa łodyga) z dużymi mięsistymi korzeniami palowymi (fot. A2). Liście i pędy kwiatowe wyra-

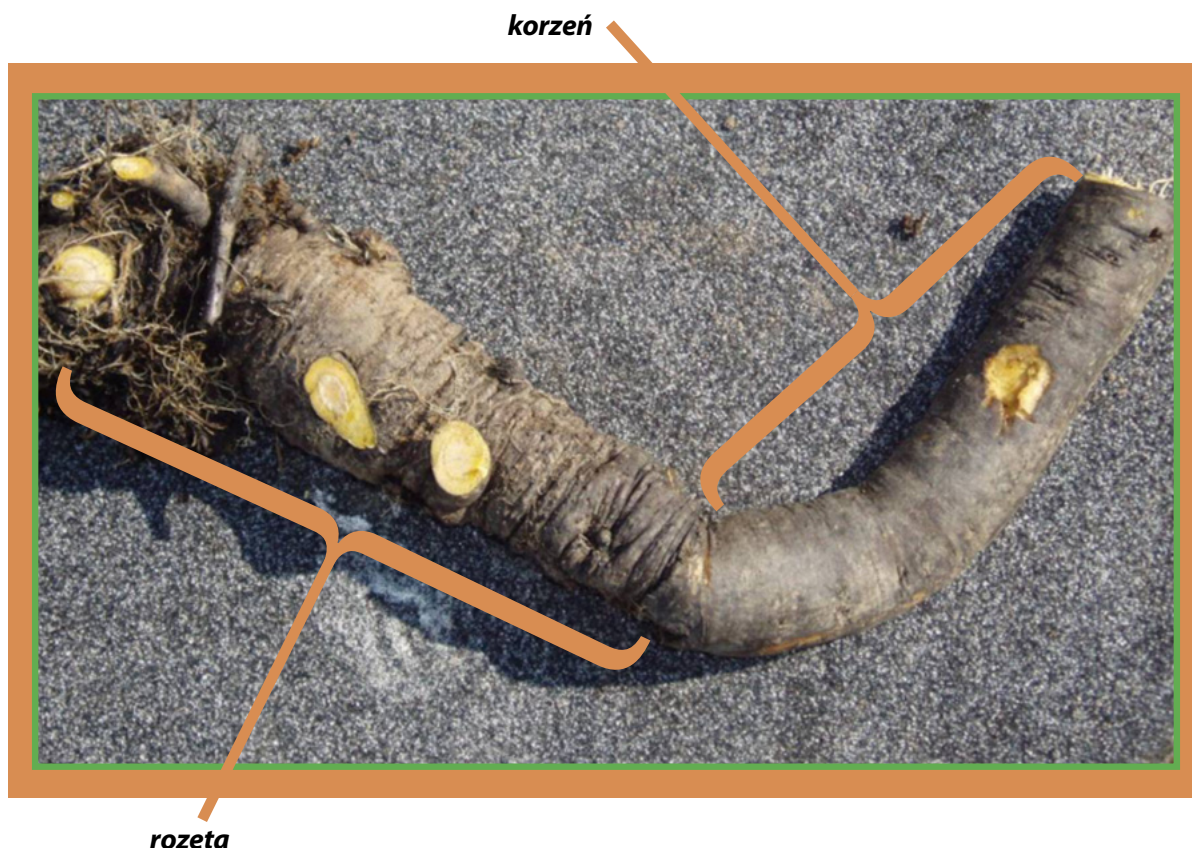
stają z rozety. Głównym sposobem ich rozmnażania jest produkcja dużych ilości nasion, ale szczawie mogą również wytwarzać odrosty z rozety, chociaż liczba nowych roślin, które w ten sposób powstają,



Fot. A2. Roślina szczawiu z odrastającymi liśćmi, rozetą, głównym dużym korzeniem palowym i mniejszymi korzeniami wyrastającymi z rozet bocznych

jest niewielka, a rośliny mateczne często obumierają. Spotykamy się jednak często, zarówno wśród osób zarządzających gruntami, jak i naukowców, z poważnym nieporozumieniem dotyczącym zdolności szczawu do regeneracji po wystąpieniu zakłóceń, np. po orce lub wykopaniu ich z gleby. Tylko

pąki (merystemy) w osi liści prawdziwej łodygi są zdolne do zróżnicowania się w celu wytworzenia korzeni. Prawdziwy korzeń nie jest zdolny do zróżnicowania się, więc nie jest w stanie wytworzyć pędów – tylko rozeta może się odtworzyć, ponieważ jest prawdziwą częścią pędu. Jednak czasami



Fot. A3. Część szczawiu ilustrująca podobieństwo wizualne pomiędzy rozetą a korzeniem

rozeta i korzeń mogą wyglądać dość podobnie (fot. A3), szczególnie jeśli rozeta wytwarza korzenie przybyszowe, co może częściowo wyjaśniać nieporozumienia co do tego, czy korzenie mogą się regenerować, ponieważ niektórzy mogą pomylić rozetę z prawdziwymi korzeniami.

Dla porównania, szczawie są morfologicznie identyczne z innym członkiem rodziny rdestowatych (*Polygonaceae*), rabarbarem kędzierzawym (*Rheum rhubarbarum*), który również regeneruje się tylko z rozety – to z tego powodu rabarbar rozmnaża się wegetatywnie przez podział rozety, a nie korzenia.

Szczawie mają tendencję do utrzymywania stosunku korzeni do pędów na poziomie ok. 75% korzenia do 25% pędu, z wyższym procentem korzeni podczas zimy i niższym podczas kwitnienia. Usunięcie liści powoduje, że szczaw musi wycofać swoje rezerwy korzeniowe, aby przywrócić optymalny stosunek korzeni do pędu, co zajmuje około cztery tygodnie. Defoliacja w odstępach krótszych niż cztery tygodnie powoduje zmniejszenie wielkości

roślin, ponieważ rezerwy korzeni są stale wykorzystywane do przywrócenia liści. Natomiast defoliacja w odstępach dłuższych niż cztery tygodnie pozwala szczawiom na akumulację węglowodanów w korzeniach, z tendencją do zwiększania poziomu akumulacji, gdy wydłużają się przedziały czasowe pomiędzy defoliacjami. Stąd odstępy czasu między defoliacjami dłuższe niż cztery tygodnie sprawiają, że szczawie stają się bardziej konkurencyjne w stosunku do pastwiska.

Nasiona szczawiu potrzebują światła do kiełkowania, tak więc mogą one wykiełkować jedynie na odkrytej glebie, a nie pod osłoną dobrej runi pastwiska. Do kiełkowania potrzebują również regularnych dobowych wahań temperatury, dlatego jest mniej prawdopodobne, że wykiełkują zimą. Siewki szczawiu są słabymi konkurentami, dopóki nie osiągną wieku około 40–50 dni, kiedy korzeń siewki pęcznieje i staje się korzeniem palowym. Po tym czasie ich zdolność konkurencyjna gwałtownie wzrasta i jest bardzo wysoka po sześciu miesiącach wzrostu.

2.2 Gospodarowanie pastwiskami

Ograniczanie zachwaszczenia na pastwiskach zależy niemal całkowicie od sposobu gospodarowania. Dobre gospodarowanie pastwiskiem opiera się na czterech kluczowych zasadach:

- zdrowej glebie, której stan jest zależny od odpowiednich poziomów pH i składników pokarmowych oraz jej prawidłowej struktury;
- wysoko zróżnicowanej runi, składającej się z wielu gatunków traw, roślin strączkowych i innych roślin zielnych;
- krótkotrwałym wypasie rotacyjnym;
- minimalizowaniu zagęszczania gleby.

Zdrowa gleba jest podstawą całego rolnictwa. Gleba z niedoborami substancji odżywczych lub niższym od optymalnego pH nie sprzyja dobremu wzrostu roślin pastwiskowych, co sprawia, że chwasty, które tolerują trudne warunki lub nawet są do nich przystosowane, dominują gatunki pastwiskowe. Dobra struktura gleby ma kluczowe znaczenie dla właściwego wzrostu korzeni, pozwalając glebie na zachowanie wilgotności. Z drugiej strony zagęszczenie spowodowane przez pojazdy rolnicze lub zwierzęta gospodarskie może zniszczyć strukturę gleby, co uniemożliwia jej swobodne odwadnianie. Zaobserwowano, że szczawie często pojawiają się na mokrych i podmokłych obszarach pól, chociaż brakuje badań, które pozwalałyby jasno określić, czy preferują one obszary podmokłe, czy też po prostu mają większą tolerancję na zalanie wodą niż gatunki pastwiskowe, uzyskując dzięki temu przewagę konkurencyjną. Tak czy inaczej, poprawa drenowania poprzez minimalizację zagęszczenia, zwiększenie zastosowania sztucznego odwadniania i poprawa struktury gleby są ważnymi narzędziami jej rekultywacji.

Od zakończenia drugiej wojny światowej powszechnie uważa się, że aby zmaksymalizować zbiory, należy zidentyfikować gatunki i odmiany, które dają najlepsze plony, a następnie uprawiać je w monokulturach. Pogląd ten jest coraz częściej podawany w wątpliwość (Weigelt i in., 2009;

Sturludóttir i in., 2014). Z ekologicznego punktu widzenia monokultury mają wiele wolnych ekologicznych niszy, które są odpowiednią przestrzenią do rozwoju chwastów. Uprawiając wiele różnorodnych gatunków trzech najważniejszych komponentów pastwiska, tzn. traw, roślin strączkowych i innych roślin zielonych (np. babkę zwyczajną i cykorię), zmniejszamy znacznie ilość wolnych niszy ekologicznych, redukując przestrzeń dostępną dla chwastów. Co więcej, różne gatunki rosną w różnych porach roku, co sprawia, że nisze ekologiczne są wypełnione przez cały rok.

Podobnie, posiadanie wielu gatunków wypełniających różne nisze ekologiczne może dać wyższe plony niż monokultury (Wendling i in., 2017). Patrząc z perspektywy zwierząt, coraz częściej zdajemy sobie sprawę, że chociaż uproszczone pastwiska z zaledwie kilkoma gatunkami dostarczają zwierzętom wystarczającej ilości suchej masy, to jednak nie są w stanie zapewnić im różnorodnej diety, której potrzebują, aby naprawdę dobrze się rozwijać i właściwie funkcjonować.

W tradycyjnej metodzie swobodnego wypasu zwierzęta użytkują powierzchnię całego gospodarstwa, co sprawia, że wszystkie pastwiska są wykorzystywane przez większość czasu. Stwarza to problem polegający na tym, że zwierzęta wolą jeść najsmaczniejsze gatunki, wyjadając je całkowicie i zostawiając te, które im nie smakują. W konsekwencji mniej smaczne gatunki, dzięki mniejszej konkurencji na pastwisku, rozwijają się lepiej. Ponadto rośliny dążą do utrzymania optymalnego stosunku wielkości korzeni i pędów, więc jeśli roślina jest wciąż objadana, ma mały system korzeniowy, co w połączeniu z niewielką ilością liści oznacza, że rośnie wolno. Alternatywą do metody swobodnego wypasu jest wypas kwaterowy (rotacyjny), w którym duże stada zwierząt są przez kilka dni lub tylko kilka godzin wypasane na jednym polu lub części pola, a następnie przemieszcza się je na nowe pastwisko. Zapewnia to roślinom pastwiskowym czas na wykształcenie wielu liści potrzebnych do wchłaniania światła słonecznego i na rozwinięcie dużego systemu korzeniowego,

aby mogły pobierać odpowiednią ilość wody i składników pokarmowych. Po wypasie rośliny mają w swoich korzeniach zasoby, które pozwalają im na szybkie odnowienie liści. Oznacza to również, że mogą skutecznie konkurować z chwastami. Ponadto przy wypasie rotacyjnym zwierzęta mają mniejszą możliwość wyboru roślin, które chcą jeść, więc mają skłonność do jedzenia wszystkiego, w tym chwastów, jeśli nie są toksyczne lub wyjątkowo niesmaczne. W takiej sytuacji większość zwierząt gospodarskich będzie jadło szczawie, ograniczając tym samym ich populację.

Po nieodpowiednich poziomach składników pokarmowych drugim najważniejszym czynnikiem wpływającym negatywnie na produktywność pastwiska (i upraw polowych) jest zagęszczenie gleby. Powodują je nie tylko duże traktory – lecz również

nawet małe zwierzęta gospodarskie, takie jak owce, gdy gleba jest w stanie plastycznym (nasycona wodą). Dlatego ważne jest posiadanie strategii i systemów pozwalających na uniknięcie przebywania zwierząt gospodarskich na polach, gdy są one w fazie plastycznej, podatne na zagęszczanie. Jednakże szczawie są najbardziej problematyczne na chłodniejszych i bardziej wilgotnych wyższych szerokościach geograficznych, gdzie w zimie gleba może być w stanie plastycznym przez wiele miesięcy. W wielu przypadkach zwierzęta gospodarskie są przez całą zimę trzymane w pomieszczeniach zamkniętych, ale należy położyć nacisk na kontrolę stopnia zagęszczenia gleby o każdej porze roku, gdy tylko jest to konieczne, np. poprzez dysponowanie możliwością przemieszczenia zwierząt do budynków inwentarskich w czasie ulewnych deszczów, nawet w lecie.

2.3 Wypas mieszany

Różne gatunki zwierząt są dobrze znane z bardzo różnego stosunku do szczawii. Najlepiej je tolerują, a nawet lubią zwierzęta z rodziny jeleniowatych, następnie kozy i owce, które zjadają młodsze liście; lubiące podskubywać kozy uwielbiają zdrewniałe i cierniste części roślin. Istnieją też zwierzęta, które

zjedzą szczawie, szczególnie jeśli są głodne (fot. A4), podczas gdy na przykład konie unikają ich, jak tylko mogą. Tam, gdzie jest to praktyczne, wypas mieszany gatunków tolerujących szczawie z tymi, które ich nie tolerują, może pomóc w utrzymaniu szczawii pod kontrolą.



Fot. A4. Bydło mięsne jedzące szczaw szerokolistny w oczekiwaniu na przeniesienie na nowe pastwisko

2.4 Gospodarowanie składnikami pokarmowymi

Wielu zwolenników alternatywnego rolnictwa twierdzi, że kluczowymi czynnikami powodującymi rozprzestrzenianie się chwastów są poziomy składników pokarmowych w glebie. Jednakże istnieje wyjątkowo mało danych badawczych na poparcie tej tezy, a modele koncepcyjne pokazujące wpływ poziomów składników pokarmowych na populację chwastów nie zostały nawet opracowane (np. czy chwasty mają większe wymagania, jeśli chodzi o konkretne składniki pokarmowe, albo czy są w stanie tolerować ich niedobór lub nadmiar; jaki jest wpływ na konkurencję między gatunkami; czy ma to wpływ na jakość nasion i kiełkowanie itd.?). Niemniej jednak dysponujemy wynikami znacznej liczby badań na temat wpływu składników pokarmowych na szczawie, przeprowadzonych przez dr. Jamesa Humphreys'a w Irlandii (Humphreys, 1995; Humphreys i in., 1999).

Badania te jasno pokazują, że głównym czynnikiem powodującym utrzymywanie się szczawu jest potas (K), ponieważ mają one wyższe zapotrzebowanie na ten pierwiastek niż inne gatunki roślin pastwiskowych – używają go do rozdzielania węglowodanów między korzenie, liście i kwiaty. W przypadku, gdy poziom potasu w glebie jest równy optymalnemu lub niższy od niego, trawa wygra rywalizację o potas ze względu na swój wysoce konkurencyjny włóknisty system korzeniowy, powodując w ten sposób niedobór potasu u szczawu, co spowalnia ich rozwój i zmniejsza konkurencyjność. Gdy poziom potasu w glebie jest wyższy od optymalnego, szczawie mają do niego swobodny dostęp, ponieważ trawa pobiera go tylko tyle, ile potrzebuje, toteż szczawie otrzymują cały nad-

miar potasu dla siebie. Dlatego im bardziej poziom potasu jest wyższy od optymalnego, tym silniejsze i bardziej uporczywe staną się szczawie. Dobrze zadomowione szczawie są wysoce konkurencyjne w stosunku do roślin pastwiskowych również z powodu cienia rzucanego przez ich liście, co wzmacnia skutki wysokiego poziomu potasu.

Wynika z tego jasno, że zawartość potasu w glebie powinna być utrzymywana na poziomie optymalnym lub poniżej niego. Typową przyczyną nadmiernego poziomu potasu w gospodarstwach z chowem zwierząt jest stosowanie gnojowicy i obornika na polach w pobliżu budynków inwentarskich. Podstawowe znaczenie ma tu regularne badanie zawartości składników pokarmowych w glebie (co 3–5 lat), badanie ich zawartości w każdej partii obornika i dodawanie obornika tylko wtedy, gdy nie spowoduje to zwiększenia zawartości jakiegokolwiek składnika pokarmowego powyżej poziomu optymalnego – dotyczy to szczególnie azotu, fosforu i potasu (NPK).

Humphreys stwierdził również silną interakcję między poziomem azotu (N) w glebie, częstotliwością defoliacji i populacją szczawu. Przy częstotliwości defoliacji mniejszej niż cztery tygodnie wyższy poziom azotu faworyzuje trawy; przy niższych częstotliwościach defoliacji wyższy poziom azotu faworyzuje szczawie. Tak więc wypas rotacyjny i zbiór paszy konserwowanej, np. kiszonki, powinien skupiać się na miesięcznym lub krótszym okresie powrotu na pole, szczególnie podczas głównego okresu wegetacji. Nigdy również nie należy stosować nadmiernych ilości azotu; lepiej jest zastosować wiele małych dawek niż jedną dużą.

2.5 Kiszonki a pastwiska

Pola, które są głównie używane do uprawy roślin przeznaczonych na kiszonki, mają duże populacje szczawii. Najważniejszą tego przyczyną nie jest, jak się powszechnie uważa, powrót na pola dużych ilości nasion szczawii w gnojowicy – pierwsze cięcie kiszonki następuje przed zawiązaniem nasion, więc niewiele nasion dostaje się do głównej masy kiszonki. Nasiona szczawii giną podczas procesu kisenia na skutek niskiego pH. Również trawienie w żwaczu zabija znaczące ilości nasion, podobnie jak gnojowica. Zatem istnieje wiele przyczyn, z powodu których gnojowica nie zawiera zdolnych do kiełkowania nasion szczawii. Główną przyczyną wysokich populacji szczawii na polach, na których uprawia się rośliny przeznaczone na kiszonkę, jest to, że są one zwykle położone blisko zabudowań gospodarskich, stąd są dogodnymi miejscami do stosowania gnojowicy, a także dlatego że uprawiane na nich rośliny na kiszonkę mają najwyższe zapotrzebowanie na wymianę składników pokarmowych, więc często rozrzuca się na nich duże jej

ilości. Gnojowica ma wysoką zawartość potasu, a wysokie poziomy potasu zwiększają ekspansywność szczawii (por. punkt 2.4). Ponadto pola, na których uprawiane są rośliny na kiszonki, charakteryzują się wysokim poziomem zawartości azotu, co wraz z rzadkim koszeniem sprzyja szczawiom. Dodatkowo koszenie blisko powierzchni gruntu często sprawia, że gleba jest odkryta, a tego właśnie potrzebują chwasty, żeby wykiełkować. A zatem pola, na których uprawia się rośliny przeznaczone na kiszonki, są niemal optymalnie przygotowane dla dużych populacji szczawii.

Podstawowym rozwiązaniem tej kwestii jest pilnowanie, za pomocą regularnie przeprowadzanych badań gleby (np. co trzy lata), by zawartość azotu i potasu nigdy nie przekraczała optymalnych poziomów oraz stosowanie gnojowicy zgodnie z wynikami tych badań, a także, na ile to możliwe, rotacja pastwisk i upraw roślin na kiszonki. Krótkotrwałe wypasy rotacyjne (w odstępach krótszych niż miesiąc) sprawią, że szczawie zaczną być wypierane.



2.6 Rola glebowych banków nasion

Przeprowadza się dużo badań na temat długowieczności nasion, ale do wielu z nich wykorzystuje się nasiona przechowywane w idealnych warunkach, zazwyczaj w kontrolowanej atmosferze. Natomiast w realnych warunkach gleba jest dla nasion środowiskiem wysoce nieprzyjawnym, ponieważ zawiera szorstkie cząstki, jest chemicznie nieobojętna i roi się od żywych organizmów, poczynając od bakterii, a kończąc na kręgowcach,

które postrzegają nasiona jako źródło niezwykle pożywnego pokarmu. Dlatego trwałość nasion w glebie jest o wiele krótsza niż ich potencjalna długowieczność. Zatem o wiele lepiej brać pod uwagę okres połowicznego rozpadu zasobów nasion chwastów, który w porównaniu z dziesięcioleciem potencjalnej długowieczności może wynosić zaledwie jeden rok (Roberts & Feast, 1972; Gallandt, 2006; Gallandt i in., 2010; Mirsky i in., 2010).

Pisze się również wiele o ogromnych ilościach nasion, które są w stanie wyprodukować chwasty takie jak szczawie, przytaczając często liczbę 60 000 nasion w przypadku szczawiu szerokolistnego. Jednakże, podobnie jak w przypadku długowieczności, dotyczy to maksymalnej produkcji nasion w optymalnych warunkach (np. dużych roślin o niezakłóconym wzroście). Na dobrze zarządzanym pastwisku, przy częstej rotacji wypasu i strategicznym koszeniu w celu usunięcia łodyg po wypasie produkcja nasion wyniesie ułamek tej liczby, a nawet zero. Jednak potrzeba zaledwie 600 nasion od jednej rośliny, aby utrzymać pulę 12 milionów – może się to wydawać dużą liczbą, ale w rzeczywistości równa się 1200 nasionom na metr kwadratowy, przy czym ogromna większość z nich (np. 90%) nie będzie zdolna do kiełkowania z powodu zbyt głębokiego umieszczenia w glebie, uśpienia itd. Pozostawia to liczbę zaledwie 120 nasion na metr kwadratowy, mogących się zadomowić, jeśli warunki są odpowiednie. W porównaniu z chwastami występującymi na polach uprawnych, takich jak komosa biała (*Chenopodium album*), która może wyprodukować 1200 nasion na metr kwadratowy, jest to bardzo niewielka liczba (Rahman i in., 2006). Humphreys (1995) stwierdził, że ponieważ nasiona szczawiu, aby móc wykiełkować, potrzebują bezpośredniego światła słonecznego, jest bardzo mało prawdopodobne, by na dobrze zarządzanym pastwisku wyrosła duża ilość szczawu. Większość szczawu na pastwisku jest tam od momentu powstania tego pastwiska lub łąki. Z tego powodu uważa się, że bank nasion szczawu ma rzeczywiste

znaczenie tylko w przypadku nowo założonego użytku zielonego.

Podstawowym elementem każdej niechemicznej strategii ograniczania chwastów terofitów (chwasty, które przeżywają zimę w formie nasion) jest minimalizacja masowego rozsiewania się chwastów w celu zmniejszenia ich zasobów. Szczawie mają zróżnicowaną strategię przetrwania – są bylinami, szczególnie szczaw szerokolistny, a zarazem produkują duże ilości nasion, co jest ich główną formą rozmnażania i rozprzestrzeniania się.

Z tego powodu niezbędna jest długoterminowa strategia minimalizacji masowego rozsiewania się chwastów szczawu poprzez powstrzymywanie roślin od ich wytwarzania, np. ścinanie lub wyjadanie pędów kwiatowych przez pasące się zwierzęta. Najlepiej to zrobić, gdy zaczynają kwitnąć, ponieważ wyrządzi to roślinie największe szkody. Należy pamiętać, że nasiona szczawiu po rozpoczęciu kwitnienia rośliny stają się niezwykle szybko zdolne do kiełkowania, ze zdolnością na poziomie 15% sześć dni po zakończeniu pierwszego kwitnienia, wzrastającą po 18 dniach do ponad 90%. Dlatego bardzo ważne jest, by nie odkładać na zbyt długo koszenia lub wyjadania przez zwierzęta pędów kwiatowych, ponieważ może to doprowadzić do zawiązania zdolnych do kiełkowania nasion. Po ścięciu pędu kwiatowego rośliny będą znowu próbowały zakwitnąć, szczególnie w cieplejszych regionach, więc to wtórne wyrastanie pędów kwiatowych również wymaga kontroli.

2.7. Ochrona przed szczawiem przy zakładaniu użytków zielonych

Ponieważ szczawie zdomawiają się na dobrze zarządzanych użytkach zielonych głównie podczas ich zakładania, jest to niewątpliwie krytyczny moment dla ograniczania tych chwastów. Dysponujemy dobrze ugruntowanymi technikami, które minimalizują zdomawianie się szczawu na nowych użytkach zielonych. Najważniejsze jest jak najszybsze wprowadzenie gatunków traw oraz uzyskanie pokrycia gruntu, co zahamuje kiełkowanie nasion szczawu poprzez przechwytywanie niezbędnego im światła, a następnie doprowadzi do wyparcia ich przez trawy, gdy chwasty będą jeszcze młode i niekonkurencyjne. Podobnie jak w przypadku ogólnego zarządzania pastwiskami, prawidłowe pH i poziomy składników pokarmowych są kluczowe dla zapewnienia prawidłowego rozwoju siewek traw. Decydujące znaczenie ma również

dobrze podłoże do siewu. Tam, gdzie pozwala na to czas, wyjątkowo cenną techniką jest ograniczanie chwastów przed siewem (Merfield, 2015). Jest ważne, aby zakładać nowe użytki zielone tylko w optymalnych porach roku, tzn. gdy gleba i pogoda są ciepłe, a nie zimne i wilgotne, by zapewnić szybki wzrost użytecznych roślin. Szczególnie cenne jest posiadanie dużej ilości różnych gatunków pastwiskowych, szczególnie roślin strączkowych i innych roślin zielnych o dużych liściach, które szybko pokryją i zacienią glebę. Do szybszego pokrycia gleby może się także przyczynić większa gęstość wysiewu. Wykazano również, że gnojowica bydlęca hamuje kiełkowanie nasion szczawiu, nie wpływając na kiełkowanie nasion traw. Można to wykorzystać, aby zapewnić nowym użytkom zielonym przewagę konkurencyjną (Humphreys, 1995).



2.8 Biologiczne metody ograniczania zachwaszczenia

Wyróżniamy trzy sposoby biologicznego ograniczania zachwaszczenia:

- introdukcję lub metodę klasyczną,
- wzmacnianie,
- metody konserwacyjne.

Introdukcja polega na wprowadzeniu naturalnych wrogów szkodnika do nowego miejsca, gdzie nie występują w sposób naturalny. Augmentacja (wzmocnienie) to uzupełniające wprowadzanie naturalnych wrogów, którzy już występują na danym obszarze, w celu zwiększenia ich naturalnie pojawiających się populacji. Dzieli się ona na dwie podkategorie: techniki inokulacyjne, w których do

środowiska wprowadza się małą populację początkową, która następnie rozmnaża się i zwiększa, oraz techniki zalewowe polegające na wpuszczeniu do środowiska dużych ilości organizmów w celu zwalczania szkodnika. Konserwacyjna biologiczna metoda ograniczająca zachwaszczenie ma na celu wzmocnienie naturalnych wrogów, którzy już znajdują się w środowisku, poprzez uczynienie środowiska bardziej przyjaznym dla nich, na przykład dla pożytecznych owadów poprzez zapewnienie nektaru i pyłku dzięki dodaniu roślin kwitnących.

W Europie biologiczne metody ograniczania szczawu mogą być trudne, ponieważ rosną one w swoim naturalnym środowisku. Metoda polegająca na imporcie gatunków najlepiej sprawdza się

w przypadku egzotycznych szkodników, które nie mają rodzimych naturalnych wrogów, a nawet wtedy sukces (definiowany jako redukcja ilości chwastów poniżej poziomu wpływającego negatywnie na dochody gospodarstwa) osiąga się tylko w 10% przypadków. Biologiczna metoda konserwacyjna stanowi wyzwanie, gdyż szczawie już są narażone na ataki ze strony wielu gatunków i jest wyjątkowo trudno znaleźć czynnik ekologiczny, który mógłby zwiększyć populację ich wrogów w stopniu umożliwiającym znaczącą redukcję populacji tych chwastów. Techniki wzmacniania, szczególnie zalewowe przy użyciu drobnoustrojów, mogą być potencjalnie skuteczne, ponieważ istnieją gatunki patogennych grzybów, które są specyficzne dla szczawii, np. *Uromyces rumicis*. Ta specyficzność jest bardzo cenna, bo oznacza, że można je rozrzucić lub rozpryskać na użytkach zielonych, niszcząc tylko szczawie i nie wywierając wpływu na rośliny pastwiskowe. Jednak globalnie rozwój mykoherbicydów (herbicydów opartych na grzybach) jest bardzo trudny i ze względu na koszt produktów końcowych przede wszystkim skupia się na chwastach w syste-

mach upraw o wysokiej wartości. Nieliczne z nich okazały się praktyczne w zastosowaniu i opłacalne ekonomicznie, więc opracowanie mykoherbicydów dla szczawii wydaje się mało prawdopodobne.

Technika zalewowa przy użyciu bezkręgowców będących naturalnymi wrogami szczawii, np. *Pyropteron chrysidiformis* (gatunek motyla z rodziny przeziernikowatych) lub kałdunicy zielonej (owad z rzędu chrząszczy), ma potencjał, ale stwarza duże problemy. Wymaga stworzenia systemów masowej hodowli, a następnie skalowania ich do poziomu komercyjnego. Kolejnym krokiem jest dostarczenie żywych owadów do rolników i sprawienie, by składały liczbę jaj wystarczającą do zabicia lub zahamowania przez larwy takiej ilości szczawii, która umożliwiałaby uzyskanie korzyści gospodarczych, a wszystko to przy zachowaniu na tyle niskich kosztów, by było to ekonomicznie opłacalne przy niższych zyskach z hektara w przypadku chowu zwierząt – wszystkie te kwestie stanowią wyjątkowo trudne wyzwania.

2.9 Fizyczne zwalczanie chwastów

Produkcja zwierzęca charakteryzuje się jedną z najniższych marż brutto ze wszystkich rodzajów rolnictwa (np. w porównaniu z roślinami polowymi i warzywami). Ponadto prowadzona jest często na pagórkowatych terenach, które są mniej odpowiednie lub całkowicie niedostępne dla maszyn, więc zazwyczaj nie opłaca się wydawać pieniędzy na bezpośrednie, fizyczne techniki zwalczania szczawii. Jednakże zdarzają się sytuacje, gdy jest to uzasadnione. Na przykład, ponieważ większość szczawii wchodzi na pastwisko podczas zakładania użytku zielonego, zmniejszenie ich liczby, gdy jest już ono w pełni założone, np. sześć miesięcy do roku po wysiewie, może się opłacać, jeśli pastwisko będzie utrzymywane przez wiele lat, ponieważ ko-

rzyści z usunięcia chwastów zwiększają się z każdym rokiem.

Bezpośrednie usuwanie szczawii

Kluczowe znaczenie dla fizycznego zwalczania szczawii ma fakt, że mogą się one zregenerować tylko od rozety (prawdziwego pędu), a nie od prawdziwych korzeni. Zazwyczaj rozeta sięga jedynie na pięć centymetrów poniżej powierzchni gleby, bardzo rzadko na 10 cm, więc jeśli tylko zostanie usunięta, korzenie ostatecznie obumrą. Jednak rozeta ma zdumiewającą zdolność do regeneracji, stąd po wykopaniu trzeba za wszelką cenę jej to

uniemożliwić. Gdy jest gorąco i sucho, szczególnie jeśli pastwisko jest wystarczająco gęste, by uniemożliwić rozetom kontakt z glebą, można je po prostu zostawić, żeby wyschły i obumarły. W warunkach mniej sprzyjających wysuszeniu należy usunąć je z pola i zniszczyć, np. poprzez kompostowanie lub wrzuce-

nie do zbiornika na gnojowicę. Najczęściej stosowanym narzędziem do wykopywania rozet są widły do szczawiu (fot. A5), które składają się z dwóch zębów i punktu obrotu, aby zapewnić pionowe wyciąganie i łatwość użycia oraz dobrą ergonomię.



Fot. A5. Tradycyjne widły do szczawiu (po lewej), nowoczesna ergonomiczna konstrukcja z wymiennymi głowicami (po prawej)

2.9.1 Odchwaszczanie elektrotermiczne

Innym potencjalnym środkiem bezpośredniego zwalczania szczawiu jest odchwaszczanie elektrotermiczne (Merfield, 2016). Technologia ta była szeroko badana w latach 80., ale przegrała z herbicydami, szczególnie totalnymi. Obecnie, ze względu na spadek popularności herbicydów, jest znowu komercyjnie dostępna. Jej wartość polega na systemowym zabijaniu chwastów dzięki energii elektrycznej płynącej przez liście i do systemu korzeniowego przed rozprzestrzenieniem się chwastów w glebie. Najważniejszym w jej przypadku wymogiem jest wyższy wzrost chwastów w stosunku do roślin uprawnych, aby elektryczność mogła być selektywnie skierowana do niepożądanych roślin. Metoda elektrotermiczna ma duży potencjał ochrony przed chwastami na pastwiskach, ponie-

waż przeważająca większość spotykanych na nich chwastów wyrasta wyżej niż rośliny pastwiskowe, szczególnie po mało intensywnym wypasie. Odchwaszczanie elektrotermiczne jest zarówno systemowe, jak i selektywne dla wysokich chwastów, co jest nieosiągalne nawet dla herbicydów.

Przeprowadzono pewną liczbę nieformalnych testów technik elektrotermicznych, które wykazały, że w przypadku dużych, dobrze rozrośniętych szczawiu potrzebne są dwa lub trzy zabiegi, aby całkowicie zabić rozetę, ale dla młodszych roślin, np. dwu- lub trzyletnich, wystarczy tylko jeden.

Odchwaszczanie elektrotermiczne zużywa nieporównanie mniej energii od wypalania płomieniowego i niszczenia chwastów za pomocą pary wodnej – jej zużycie jest 20-krotnie mniejsze albo

jeszcze niższe, gdy roślinność jest rzadsza. Dzieje się tak, ponieważ energia jest używana tylko wtedy, gdy maszyna styka się z chwastem. W latach 80. skonstruowano ogromne maszyny, niektóre o szerokości 6 metrów, więc możliwe jest osiągnięcie dużego tempa pracy. Istnieją też maszyny do zabiegów miejscowych, które można utrzymać w jednej ręce. Jest nadzieja, że w ciągu kilku lat technologia ta stanie się powszechnie dostępna dla rolników, zarówno na własność, jak i poprzez wykonawców, którzy będą świadczyć usługi.

2.9.2 Inne techniki

Szereg innych technik bezpośredniego zwalczania szczawiu, takich jak termiczne odchwaszczanie przy użyciu płomienia i pary, zmechanizowane wykopywarki itp., zostało już przetestowanych. Jednak ze względu na konieczność zniszczenia rozety, która jest zagłębiona w glebie, odchwaszczanie płomieniem i parą wymaga dużych ilości energii, co czyni je nieopłacalnym, więc uważa się, że ze względu na niską wydajność, sprawność i wysokie koszty stosowanie tych technologii na szerszą skalę w celu ochrony przed szczawiem jest mało prawdopodobne.

2.9.3 Odnawianie tymczasowych pastwisk z dużymi populacjami szczawiu

W przypadku, gdy populacja szczawiu jest niepokojąco duża, prawdopodobnie taniej będzie zlikwidować pastwisko i założyć je na nowo, niż próbować usunąć szczawie. Zwykle na początku używa się zasilanej elektrycznie glebogryzarki, aby oddzielić i rozbić rozety. Mogą one szybko odrastać, szczególnie gdy gleba i pogoda nie będą wystarczająco suche, należy więc kontynuować zabiegi co tydzień lub dwa tygodnie, aby powstrzymać rozety od ponownego zakorzenienia. Aby zachować

strukturę gleby, zamiast maszyn aktywnych lepiej użyć do tego celu kultywatorów lub bron. Ma to absolutnie krytyczne znaczenie, ponieważ jeśli rozety nie zostaną zniszczone podczas pierwszych zabiegów, spowodują one jedynie, że wyrosnie o wiele więcej roślin szczawiu na skutek podzielenia rozet, tak jak w przypadku rabarbaru. Ponadto kultywatory wyciągają rozety na powierzchnię, gdzie o wiele szybciej wyschną. Jeśli dzięki wysuszeniu rozety całkowicie obumrą, nie będą potrzebne kolejne zabiegi. Jeśli po kilku przejściach są nadal żywotne, ale osłabione, można je zaorać, najlepiej dość głęboko, aby zabić je brakiem dostępu do światła. Zaoranie nienaruszonych szczawii nie zawsze gwarantuje sukces, ponieważ jeśli rośliny są duże, mogą wypuścić pędy przez glebę ze znacznej głębokości i ponownie się rozrosnąć (fot. A6).



Fot. A6. Roślina szczawiu, która została zaorana, a następnie wypuściła pęd z zakopanej rozety, który następnie wytworzył nową rozetę i liście.

Należy zwrócić uwagę na wydłużony, przypominający bambus wygląd pędu, który wyrósł nad powierzchnię i na to, że korzenie przybyszowe są wytwarzane tylko z węzłów.

3 Wnioski

Podejście zerowej tolerancji w ramach nieudanej „wojny z chwastami” musi ustąpić miejsca nowej racjonalnej strategii ochrony przed szczawiami, która toleruje niską populację szczawii w oparciu o wiedzę, że eliminacja wszystkich tych roślin jest marnotrawstwem pieniędzy i że stanowią one ważny element naturalnej różnorodności biologicznej Europy. Skuteczna niechemiczna strategia ogranicza-

nia szczawiu zależy niemal całkowicie od dobrego gospodarowania pastwiskami, zarówno gospodarowania samymi roślinami pastwiskowymi, jak i zarządzania odbywającymi się na nich wypasami. W celu stopniowej redukcji populacji szczawii na polu i ich zasobu nasion, który zasiedla siewkami tych chwastów następne pastwiska, należy przyjąć perspektywę długoterminową, aż do okresu dekady.



Aneks 3

Ilustracja podejścia „wielu małych kroków” w ograniczaniu zachwaszczenia



Diagram 9. Zintegrowane ograniczanie szczawiu na użytkach zielonych

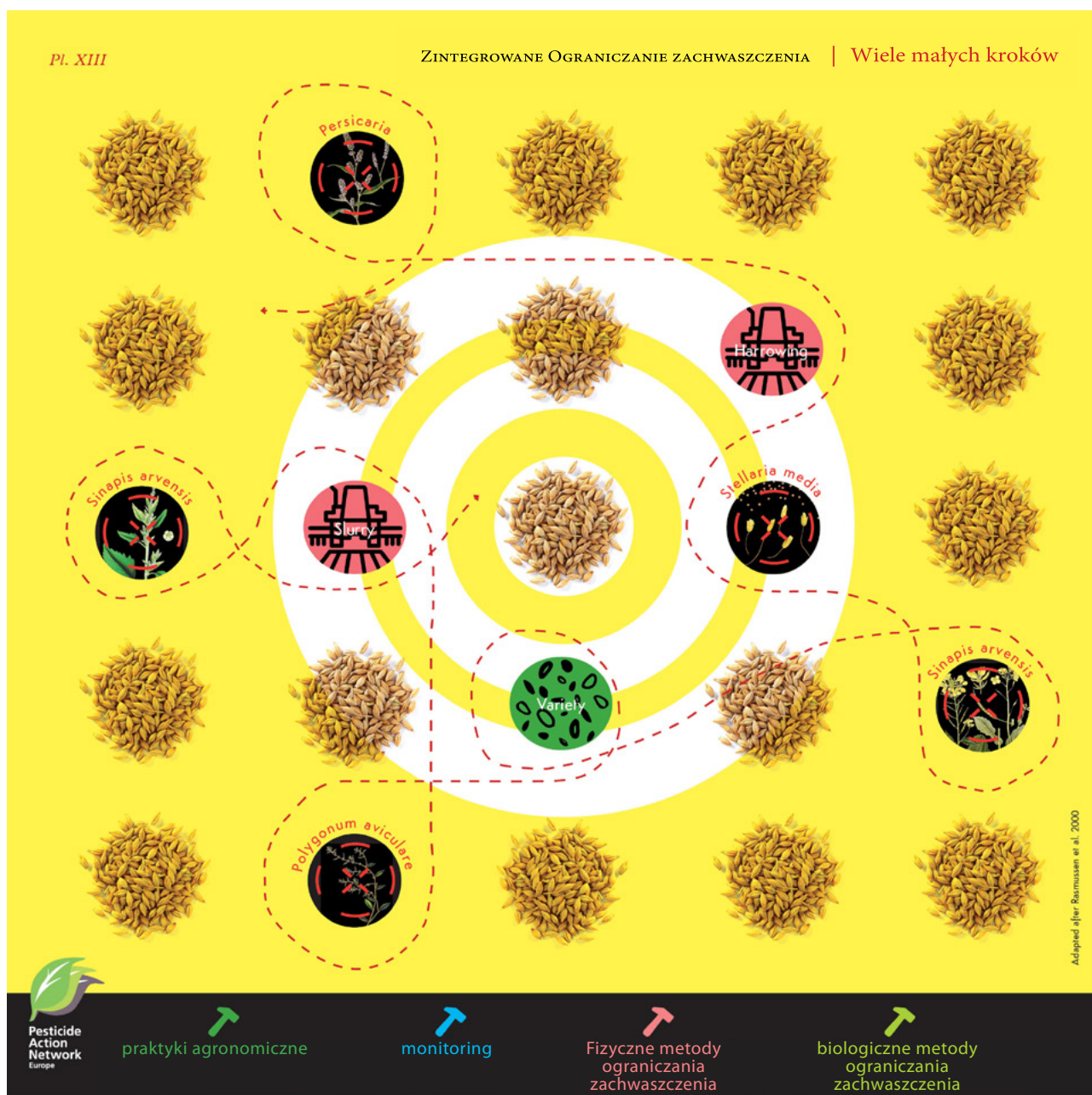


Diagram 10. Zintegrowane ograniczanie chwastów jednoročných w jęczmieniu jarym

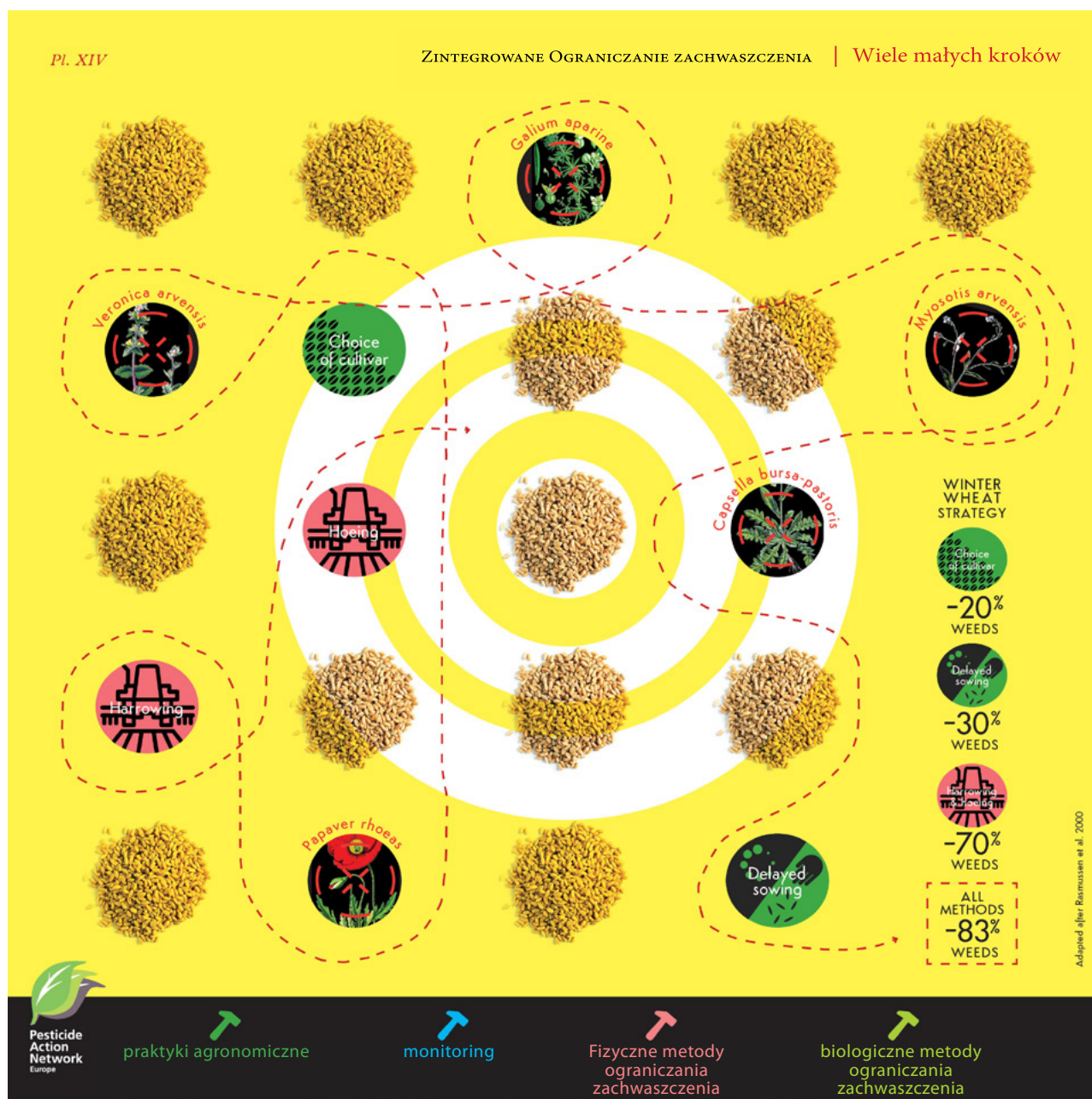


Diagram 11. Zintegrowane ograniczanie chwastów jednoročných w pszenicy ozimej