

Natalia Narewska

# CHWASTY NASZYCH PÓL

odporność chwastów  
na herbicydy

Minikowo 2018

## Spis treści:

Wstęp – co to jest odporność chwastów na herbicydy? .....	5
1. Rodzaje odporności występujące u chwastów .....	6
1.1. Target-side-resistance – odporność związana z miejscem działania środka ochrony roślin .....	6
1.2. Non target-side-resistance – odporność nie związana z miejscem działania środka ochrony roślin .....	10
2. Metody ograniczania występowania odporności u chwastów .....	13
2.1. Agrotechnika .....	13
2.2. Chemiczne zwalczanie chwastów .....	14
3. Czynniki wpływające na skuteczność działania herbicydów .....	15
Mechanizmy działania substancji czynnych dostępnych na polskim rynku .....	18
Wybrane chwasty pól Polski .....	21
Literatura .....	50

## Wstęp

Rośliny niepożądane na polu uprawnym, czyli te które nazywamy chwastami, pojawiły się w momencie kiedy człowiek zaczął uprawiać ziemię i siać czy sadzić w niej rośliny dla swojego użytku. Chwasty zagrażają roślinom uprawnym na wiele sposobów, a te najistotniejsze to obniżanie plonu poprzez zabieranie roślinie uprawnej miejsca do wzrostu, światła, wody i składników pokarmowych, uniemożliwianie lub utrudnianie zbioru, tym samym obniżanie jakości zebranych produktów czy „przenoszenie” na rośliny uprawne wielu chorób i szkodników. Tak wiele elementów generuje konieczność walki z chwastami. Niestety próba całkowitego wyeliminowania z pól tych roślin jest niemożliwa. Chwasty bowiem wykazują niezwykłą odporność na wszelkie metody ich zwalczania, a ingerencja w ich rozwój skutkuje często zmianami adaptacyjnymi, co objawia się w różnego rodzaju mutacjach genowych czy wytwarzaniu odporności, szczególnie na stosowane herbicydy [1, 2].

Odporność chwastów na środki ochrony roślin może być naturalną zdolnością części osobników z populacji do przetrwania i dalszego rozwoju po zastosowaniu dawki herbicydu, w ilości wskazanej jako śmiertelna dla danego gatunku. I jest ona wynikiem przypadkowej mutacji. Odporność można również wywołać w sposób ukierunkowany poprzez stosowanie metod hodowlanych lub z pomocą inżynierii genetycznej. Mówimy wówczas o odporności indukowanej [1, 2].

W naturalnych warunkach, odporność na herbicydy stosowane zgodnie z zasadą rotacji substancji aktywnych, występuje bardzo rzadko. Dopiero przy niewłaściwym doborze środków ochrony roślin można u danej populacji chwastów występujących na polu zaobserwować mniejszą wrażliwość na stosowaną ochronę. Wynika to ze stosowania przez kilka lat z rzędu herbicydów o takim samym mechanizmie działania. Stosując w opryskach substancje działające na ten sam obszar roślin powodujemy stopniową eliminację z populacji roślin wrażliwych. Zwiększa się natomiast udział osobników odpornych - niezwalczanych. Źródła podają, że udział w populacji już 20% takich osobników kwalifikuje grupę chwastów do odpornych i ich zwalczanie na danym polu może być trudne [1, 2].

# 1. Rodzaje odporności występujące u chwastów

## 1.1. Odporność związana z miejscem działania środka ochrony roślin (target-site-resistance)

Odporność, nazwana z języka angielskiego target-site występuje wówczas, kiedy w roślinie nie ma reakcji w miejscu, gdzie zastosowany herbicyd powinien zadziałać. Wyróżnia się kilka typów tej odporności, np. wystąpienie mutacji w genie odpowiedzialnym za syntezę białka w komórce rośliny. W tym wypadku jest to zmiana w sekwencji aminokwasów białka uniemożliwiająca substancji aktywnej przyłączenie się do niego, czego skutkiem jest brak działania zastosowanego środka ochrony roślin.

Prof. dr hab. Kazimierz Adamczewski w swojej książce „Odporność chwastów na herbicydy” [1] porównuje odporność target-site do zasady działania klucza i zamka. Oba te elementy muszą być idealnie dopasowane, aby cały mechanizm mógł zadziałać. Jeżeli wspomniany zamek (tu miejsce działania substancji czynnej) zmienimy, to klucz (czyli sama substancja) nie może zadziałać. Odporności tej nie można zburzyć zwiększonymi (nawet wielokrotnie) dawkami. Jest ona odpornością monogeniczną. W związku z występowaniem w roślinach bardzo wielu zmian w genomie, w różnych jego częściach wyróżniamy siedem rodzajów odporności związanych z miejscem działania.

**Odporność na inhibitory karboksylazy acetylokoenzymu A** – jest bezpośrednio związana z biosyntezą lipidów (tłuszczy) w metabolizmie roślin. Karboksylaza acetylokoenzymu A występuje w roślinach w dwóch formach, homometrycznej i heterometrycznej. Ta pierwsza jest dużym białkiem kodowanym przez gen pojedynczy. Dominuje w cytoplazmie większości gatunków traw, co kwalifikuje herbicydy działające na jej inhibitory do tzw. graminydów, środków zwalczających chwasty jednoliścienne. Herbicydy wywołujące ten rodzaj odporności należą do pochodnych kwasu arylofenoksypropionowego, pochodnych cykloheksanodionów i fenylopirazolinionów [1, 8].

Tabela 1. Wykaz substancji czynnych herbicydów z grupy inhibitorów karboksylazy acetylo-CoA [1]

Grupa HRAC	Mechanizm działania	Grupa chemiczna	substancja czynna
A	inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (ACCazy)	pochodne kwasu arylofenoksypropionowego (APP) (grupa FOP)	chizalofop-P etylowy, klodinafop propargylu, cyhalofop butylowy, diklofop metylowy, <b>fenoksaprop-P etylowy*</b> , flauazyfop-P butylowy, haloksyfop-R metylowy, propachizafop
		pochodne cykloheksanodionów (CHD) (grupa DYM)	alloksydym, butroksydym, kletodym, cykloksydym, profoksydym, setoksydym, tepraloksydym, tralkoksydym
		pochodne fenylopirazolinionów (PPZ) (grupa DEN)	<b>pinoksaden*</b>

\*odporność występująca w Polsce

**Odporność na inhibitory syntazy acetylmleczanowej** – miejscem jej występowania jest początek szlaku metabolicznego aminokwasów, a dokładniej pierwszy enzym w biosyntezie (syntaza acetylmleczanowa). Najczęściej spotykaną mutacją jest szereg, w którym występuje aminokwas prolina. Badania wykazały, że aminokwas ten może być wymieniany na 11 innych aminokwasów. Enzym syntazy ALS pełni w roślinie dwie funkcje, działa jak katalizator i reguluje procesy biochemiczne. Zablokowanie tych procesów prowadzi do śmierci rośliny. Chwasty odporne na herbicydy z tej grupy procesy te przeprowadzają swobodnie. Herbicydy wywołujące ten rodzaj odporności: sulfonilomoczniki, imidazolinony, pirymidylotiobenzoaty, sulfonilo-amino-karbonylo-triazolinony i triazolopirymidyny [1 ,8].

Tabela 2. Wykaz substancji czynnych herbicydów z grupy inhibitorów syntazy acetylmleczanowej i inhibitory syntazy kwasu acetylohydroksylowego [1]

Grupa HRAC	Mechanizm działania	Grupa chemiczna	substancja czynna
B	inhibitory syntazy acetylmleczanowej (ALS), inhibitory syntazy kwasu acetylohydroksylowego (AHAS)	pochodne sulfonilomocznika (herbicydy sulfonilomocznikowe)	amidosulfuron, azimsulfuron, bensulfuron metylowy, chlorimuron etylowy, <b>chlorosulfuron*</b> , cinosulfuron, cyklosulfamuron, etametsulfuron metylowy, etoksylsulfuron, flazasulfuron, flupyr sulfuron metylosodowy, foramsulfuron, halosulfuron metylowy, imazosulfuron, <b>jodosulfuron*</b> , <b>mezosulfuron*</b> , <b>met-sulfuron metylowy*</b> , nikosulfuron, oksasulfuron, primisulfuron metylowy, prosulfuron, pyrazosulfuron etylowy, ortosulfuron, rimsulfuron, <b>sulfometuron metylowy*</b> , <b>sulfosulfuron*</b> , tifensulfuron metylowy, triasulfuron, <b>tibenuron metylowy*</b> , trifloksylsulfuron, triflusulfuron metylowy, trifensulfuron, tritosulfuron
		imidazolinony	imazapik, imazametabenz metylowy, imazamoks, <b>imazapyr*</b> , imazakwin, imazetapyr
		pirymidynylotiobenzoaty	bispyribak-Na, pyribenzoksim, pyriftalid, pyriminobak metylowy, pyritioba-Na
		sulfonilo-aminokarbonylo-triazolinony	flukazbazon-Na, <b>prokarbazon-Na*</b> , <b>propoksykarbazon-Na*</b> , tienkarbazon metylu
		triazolopirymidyny	chloronsulam metylowy, diklosulam, florasulam, flumetsulam, metosulam, penoksulam, piroksylulam

\*odporność występująca w Polsce

**Odporność na inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II** – brak działania herbicydu na hamowanie procesów fotosyntezy w fazie ciemnej. Energia wiązań chemicznych, związków powstałych w fazie świetlnej, może być i jest wykorzystywana do syntezy związków organicznych bez żadnych zakłóceń. W przypadku roślin nie posiadających tego rodzaju odporności, po zastosowaniu ochrony następuje szereg zmian prowadzących do głodu i śmierci rośliny. Przykłady herbicydów mogących wywołać odporność PS II: benzotiodiazynony, pochodne mocznika, triazynony, triazyny czy uracyle [1, 8].

Tabela 3. Wykaz substancji czynnych herbicydów z grupy inhibitorów fotosyntezy w fotosystemie II [1]

Grupa HRAC	Mechanizm działania	Grupa chemiczna	substancja czynna
C	inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	fenylokarbaminiany	desmedifam, fenmedifam
		pirydazynon	pyrazon=chlorydazon
		triazoliny	amikarbazon
		trizyny	ametryna, atrazyna, cyjanazyna, desmetryna, dimetametryna, prometon, prometryna, propazyna, symazyna, simetryna, terbumetron, terbutyloazyna, terbutryna, trietazyna
		triazynony	heksazyna, metamitron, metrybuzyna
		uracyle	bromacyl, lenacyl, terbacyl
		pochodne amidów	propanil, pentanochlor
		pochodne mocznika (fenylomoczniki)	chlorobromuron, chlorotoluron, chloroksulon, dimefuron, diuron, etidimuron, fenuron, flumeturon, <b>izoproturon*</b> , isouron, linuron, metabenziazuron, metobromuron, metoksuron, monolinuron, neburon, siduron, tebutiuron

*\*odporność występująca w Polsce*

**Odporność na glifosat** – charakteryzuje się brakiem zahamowania przez glifosat aktywności enzymu EPSPS, co wiąże się z zakłóceniem szlaku biosyntezy kwasu szikimowego i zablokowaniem niektórych aminokwasów (np. tryptofan, tyrozyna), a to z kolei prowadzi do śmierci rośliny. Wzrost występowania tej odporności wiązało się bezpośrednio z wprowadzeniem do uprawy roślin transgenicznych (GMO). Odporność ta najczęściej pojawia się w USA, szczególnie na terenach gdzie uprawy transgeniczne są wszechobecne (soja, kukurydza, rzepak, bawełna). W Polsce również zaobserwowano pojawienie się odporności na glifosat w miejscach intensywnego stosowania tej substancji, jak m.in. tory kolejowe (odporność przymiotna kanadyjskiego) [1, 8].

Tabela 4. Wykaz substancji czynnych herbicydów z grupy inhibitorów syntazy kwasu 5-endolopirogrono-3-fosfoshikimowego [1]

Grupa HRAC	Mechanizm działania	Grupa chemiczna	substancja czynna
G	inhibitory syntazy kwasu 5-endolopirogrono-3-fosfoshikimowego (EPSP)	pochodne glicyny	<b>glifosat*</b> , glifosate-trimesium

*\*odporność występująca w Polsce*

**Odporność na inhibitory podziału komórki** – uniemożliwia zakłócanie wzrostu mikrotubulin, przez co hamuje procesy komórkowe, jak mitozę czy cytokinezę. Odpowiedzialne są one za podział komórek w początkowych fazach wzrostu rośliny, utrudniają więc kiełkowanie nasion i zakłócają pierwsze fazy rozwojowe chwastów. Odporność tą wywołują herbicydy stosowane dogłębowo lub przedwschodowo, a należą do nich dinitroaniliny, fosforoamidaty, pirydyny, bezamidyny i inne. W przeciwieństwie do większości występujących odporności (mutacji) ta dziedziczona jest przez gen recesywny i tylko pojedyncze rośliny mogą ją odziedziczyć po rodzicach, co utrudnia jej rozwój wśród chwastów [1, 8].

**Odporność na inhibitory oksydazy protoporfirynogenowej** – związana ściśle z procesem biosyntezy w roślinie chlorofilu i barwników. Wystąpienie tej odporności notowane jest bardzo rzadko, wg The International Survey of Herbicide Resistant Weeds u 10 gatunków chwastów, głównie w USA [1, 8].

**Odporność na inhibitory wzrostu i rozwoju** – mechanizm powstawania tej odporności jest mało poznany, pomimo postępu nauki w rozwoju badań molekularnych podstawy tego mechanizmu nie zostały zbadane. Niemniej jednak odporność na syntetyczne auksyny (MCPA, 2,4-D) wykazują trzydzieści dwa gatunki chwastów na całym świecie, również w Polsce (chaber bławatek) [1, 8].

Tabela 5. Wykaz substancji czynnych herbicydów o działaniu podobnym do kwasu indoliloctowego [1]

Grupa HRAC	Mechanizm działania	Grupa chemiczna	substancja czynna
O	działanie podobne do kwasu indoliloctowego (syntetyczne auksyny)	kwasy fenoksykarboksylowe	klomeprop, 2,4-D, 2,4-DB, 2,4-T, dichlorprop (2,4-DP), MCPA, MCPB, mekoprop (MCP), mekoprop-P
		pochodne kwasu benzoowego	chloramben, <b>dikamba*</b> , TBA
		pochodne kwasu pirydynokarboksylowego	aminopyralid, chlopyralid, fluroksypyr, pikloram, trichlopyr
		pochodne kwasu kwiniolinokarboksylowego	kwinklorak, kwinmerak
		inne	benazolina etylu

\*odporność występująca w Polsce

### 1.2. Odporność nie związana z miejscem działania środka ochrony roślin (non target-site-resistance)

Odporność nie związaną z miejscem działania herbicydu można nazwać odpornością metaboliczną i jest ona bardziej złożona od odporności target-site. Rośliny posiadają całe systemy enzymów metabolizujących substancje dostające się do roślin w sposób naturalny (skażenia środowiska), czy w trakcie aplikacji celowej (opryski herbicydowe). Metabolizm substancji szkodliwej polega na jej zmianie na substancje mniej toksyczne lub takie, które nie wywołują efektu fitotoksyczności. Ta detoksykacja polegać może na redukcji, utlenianiu, hydrolizie czy np. podziale cząsteczki herbicydu. Odporność nie związana z miejscem działania może polegać również na zmniejszonym pobieraniu czy przemieszczaniu się substancji aktywnej w roślinie, zmianie w retencji i pobieraniu zastosowanego środka. Wszystkie procesy związane z odpornością non target-site mogą wystąpić jednocześnie, ale również pojedynczo. Natomiast niewłaściwe stosowanie herbicydów może powodować wytworzenie u kolejnego pokolenia odporności związanej z miejscem działania herbicydu, i co się z tym wiąże całkowitą eliminację danej substancji, czy grupy o jednym mechanizmie działania z możliwości stosowania ich w walce z chwastami [1, 8].

Pośród szeregu różnych systemów enzymatycznych metabolizujących aplikowane herbicydy dwa mają największe znaczenie. Są to: odporność związana z cytochromem P450 monoooksygenazy, który bierze udział w syntezie hormonów, steroli i pochodnych kwasu tłuszczowego rośliny. Jego udział w katalizowaniu reakcji metabolicznych prowadzi do blokowania substancji aktywnej środka ochrony roślin (np. poprzez przyłączania jej do cząstek glukozy). Drugim rodzajem odporności jest odporność związana z glutationem S-transferazą. Enzym ten pełni ważną rolę w przyłączaniu się do różnych związków, również tych dostarczanych w czasie aplikacji środka ochrony roślin. Dzięki swojej właściwości może gromadzić substancję czynną herbicydu w komórkach, z których jest wydzielana poza roślinę [1, 8].

Niektóre substancje aktywne zawarte w środkach ochrony roślin powodować mogą jeszcze inne rodzaje odporności. Budowa chemiczna i mechanizmy działania tych substancji nie pozwalają roślinie na ich metabolizowanie i blokowanie ich działania, a do środków tych zaliczamy te



z glifosatem (rzadko występuje odporność target-site) i parakwatem. Odporność związana ze zdolnością do zmiany przemieszczania herbicydu polega na ograniczaniu szybkości przemieszczania go w roślinie. W związku z różnicami w budowie tych substancji działają one na różne mechanizmy rośliny [1, 8].

Glifosat charakteryzuje się bardzo dużą mobilnością w roślinie, co kwalifikuje go do środków bardzo skutecznych w zwalczaniu wszelkiej roślinności niepożądaney. Jego szybkie przemieszczenie się z miejsca kontaktu z rośliną do miejsc działania (stożek wzrostu – dwuliścienne, kolanoko – jednoliścienne, korzenie) gwarantuje śmierć rośliny. Biotypy roślin wykazujące odporność związaną z ograniczeniem przemieszczania glifosatu gromadzą go w końcach blaszek liściowych, nie pozwalając mu na przeniknięcie w kolejne organy. Efektem tego jest zasychanie samych liści bez uszkodzenia stożków wzrostu i systemów korzeniowych [1, 8].

Odporność związana z ograniczonym przemieszczeniem się parakwatu jest bezpośrednio związana z tworzeniem przez tę substancję białka wpływającego na lokowanie herbicydu w ścianach komórkowych i wakuolach rośliny, gdzie jego działanie jest ograniczone. W wyniku tego procesu ilość parakwatu dostarczonego do chloroplastów, które są miejscem jego działania, jest niewystarczająca. Mechanizm ten działa bardzo dobrze w średnich temperaturach, w wysokich natomiast rośliny nie wykazują tej odporności [1, 8].

Tabela 6. Rozwój odporności chwastów na herbicydy w Polsce w XXI wieku [8]

Lp.	Gatunek rośliny odpornej (chwast)	Rok stwierdzenia odporności	Substancja czynna	Grupa HRAC	Mechanizm działania herbicydu	Miejsce występowania
1	Przymiotno Kanadyjskie ( <i>Condyza canadensis</i> )	2000	imozapyr	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	tory kolejowe
2	Miotła zbożowa ( <i>Apera spic-venti</i> )	2005	chlorosulfuron, jodosulfuron, prokarbazon-Na, sulfo-sulfuron	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima
3	Miotła zbożowa ( <i>Apera spic-venti</i> )	2010	fenoksaprop-P etylowy, pinoksaden	A/1	inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (ACCazy)	pszenica ozima
4	Wyczyniec polny ( <i>Alopecurus myosuroides</i> )	2010	jodosulfuron, mezosulfuron	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima
5	Chaber bławatek ( <i>Centaurea cyanus</i> )	2010	chlorosulfuron, imazapyr, sulfometuron metyowy, tribenuron metyowy	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima
6	Przymiotno Kanadyjskie ( <i>Condyza canadensis</i> )	2010	glifosat	G	inhibitory syntazy kwasu 5-endolopirogrono-3-fosfostykimowego (EPSP)	tory kolejowe

7	Miotła zbożowa ( <i>Apera spic-venti</i> )	2011	chlorosulfuron, fenoksaprop-P etylowy, pinoksaden, sulfometuron metylowy, sulfosulfuron	A/1, B/2 - odporność wielokrotna	inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (ACCazy), inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima
8	Wyczyniec polny ( <i>Alopecurus myosuroides</i> )	2011	fenoksaprop-P etylowy, pinoksaden	A/1	inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (ACCazy)	pszenica ozima
9	Owies głuchy ( <i>Avena fatua</i> )	2011	fenoksaprop-P etylowy, pinoksaden	A/1	inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (ACCazy)	pszenica jara, jęczmień jary
10	Owies głuchy ( <i>Avena fatua</i> )	2011	jodosulfuron, mezosulfuron, propoksykarbazon-Na, sulfometuron metylowy	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica jara, jęczmień jary
11	Owies głuchy ( <i>Avena fatua</i> )	2011	fenoksaprop-P etylowy, jodosulfuron, metsulfuron metylowy, pinoksaden, propoksykarbazon-Na, sulfometuron metylowy	A/1, B/2 - odporność wielokrotna	inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (ACCazy), inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica jara, jęczmień jary
12	Miotła zbożowa ( <i>Apera spic-venti</i> )	2012	izoproturon	C2/7	inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II (PS II)	pszenica ozima
13	Chacér bławatek ( <i>Centaurea cyanus</i> )	2012	dikamba	O/4	działanie podobne do kwasu indoliloctowego (syntetyczne auksyny)	pszenica ozima
14	Wyczyniec polny ( <i>Alopecurus myosuroides</i> )	2012	fenoksaprop-P etylowy, jodosulfuron, mezosulfuron, pinoksaden, sulfometuron metylowy	A/1, B/2 - odporność wielokrotna	inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (ACCazy), inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima
15	Maruna nadmorska ( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )	2014	tribenuron metylowy	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima
16	Mak polny ( <i>Papaver rhoeas</i> )	2014	tribenuron metylowy	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima
17	Rumianek pospolity ( <i>Matricaria chamomilla</i> )	2014	tribenuron metylowy	B/2	inhibitory syntazy acetylomleczanowej (ALS)	pszenica ozima

## 2. Metody ograniczania występowania odporności u chwastów

### 2.1 Agrotechnika

Agrotechnika definiowana jest, jako celowa zmiana warunków środowiska. Celem tej zmiany natomiast jest ułatwienie rozwoju roślinie uprawnej, zwiększenie jej szans w momencie kontaktu z agrofagiem oraz pogorszenie warunków bytowania organizmu szkodliwego. Ukierunkowanie warunków pola uprawnego na konkretny gatunek rośliny pozwala nie tylko prowadzić skuteczną ochronę, ale również osiągać wysokie plony odpowiedniej jakości [1, 7].

Pierwszymi zabiegami agrotechnicznymi mającymi na celu zniszczenie obecnych na polu agrofagów oraz przygotowanie pola pod zasiew rośliny następczej są uprawy późniwne. Wykonanie ich we właściwym terminie i odpowiednim dla danego pola sprzętem (np. talerzówką przy wysokim ściernisku na polach wolnych od perzu) sprzyja szybszemu kiełkowaniu chwastów. Równomierne i wczesne kiełkowanie chwastów zimujących i ozimych ma istotne znaczenie dla wykonywanych jesienią zabiegów herbicydowych. Możliwość zastosowania środka odpowiednio szybciej, przy wyższych temperaturach pozwala na osiągnięcie wysokiej skuteczności wykonywanego zabiegu. Prócz lepszych warunków do zwalczania chwastów, dzięki uprawom późniwym osiągamy lepsze rozłożenie resztek późniwnych i co istotne w ostatnich latach, ograniczenie strat wody [8].

Kolejnymi zabiegami są przygotowanie pola pod siew i oczywiście sam zabieg siewu rośliny uprawnej. Opóźnienie siewu daje więcej czasu nasionom chwastów na skielkowanie. Praktyka ta powinna być łączona z płytkimi zabiegami uprawowymi, pozwalającymi aktywować zarówno nowe, jak i stare nasiona chwastów. Przy prawidłowym uwilgotnieniu gleby można uzyskać wysoką skuteczność walki z chwastami o krótkim czasie spoczynku [9].

Bardzo istotnym elementem jest jakość używanego materiału siewnego. Stosując materiał kwalifikowany, zapewniamy sobie nie tylko gwarancje jego czystości, ale również zdrowotności nasion oraz odpowiednie parametry. Szacuje się, że w Polsce kwalifikowany materiał siewny wykorzystywany do siewów stanowi około 20%. Większość rolników wykorzystuje materiał siewny z własnej produkcji lub z tzw. wymiany sąsiedzkiej. Stosowanie takich nasion ciągnie za sobą szereg niebezpieczeństw, również spowodowanych obecnością w nim obcych nasion. Wykorzystując taki materiał powinniśmy odpowiednio przygotować go do siewu. Przede wszystkim nasiona z własnego pola muszą zostać poddane czyszczeniu, w trakcie którego usuwane zostają zanieczyszczenia oraz większa część nasion roślin niepożądanych (zarówno chwastów, jak i innych roślin uprawnych). W trakcie stosowania do siewu zanieczyszczonego materiału siewnego wprowadzane zostają na pole kolejne nasiona chwastów, niekiedy gatunków nowych dla danego stanowiska. Mogą one stanowić realne zagrożenia, szczególnie jeżeli są roślinami ekspansywnymi [7, 8].

Podobna sytuacja z wprowadzaniem na pole nasion chwastów występuje w trakcie stosowania nawozów naturalnych, jak obornik czy kompost. W nawozach takich znajdują się często agrofagi, w tym również nasiona różnych roślin. Stosując świeży nawóz pochodzenia zwierzęcego czy świeży nawóz zielony, w którym nie doszło jeszcze do zniszczenia niepożądanego organizmu, wprowadzamy go na plantację [7].

Rozprzestrzenianie się organizmów szkodliwych odbywa się w sposób naturalny, poprzez wiatr, wodę, zwierzęta, ale również przez człowieka. Często w sposób świadomy, możliwy do uniknię-

cia przenosimy groźne agrofagi między plantacjami. Ma to bezpośredni związek ze stosowanymi w trakcie pracy na polu maszynami. Na ich powierzchni, w kurzu czy błocie znajdują się nie tylko nasiona chwastów, ale również zarodniki grzybów chorobotwórczych i szkodliwe owady. Ważne jest więc zachowanie czystości wszelkich urządzeń i narzędzi stosowanych w pracy [8, 9].

„Bankiem nasion” nazywamy nagromadzone w glebie nasiona zdolne do skielkowania. Ich pula zależy od gatunków (długość okresu spoczynkowego, żywotność) oraz warunków siedliskowych. W sprzyjających kiełkowaniu warunkach ilość tych nasion zmniejsza się wraz z pojawiającymi się roślinami. Zabiegi agrotechniczne opisane wyżej, sprzyjające kiełkowaniu mogą znacząco wpłynąć na stan „banku”. Aby zapobiec ponownemu uzupełnieniu „braków” należy wprowadzić praktykę mechanicznego niszczenia chwastów przed osiągnięciem przez nie biologicznej dojrzałości. Przykładowo, wykaszając chwasty przed osypaniem się nasion nie dopuszczamy do przedłużania gatunku, co w dłuższej perspektywie przyczynia się do redukcji populacji do poziomu akceptowalnego dla uprawy [1, 7].

Monokultura w uprawie roślin, szczególnie tych zubożających, niekorzystnie wpływa na stan gleby, zawartość w niej składników pokarmowych, czy jej uwilgotnienie. Na wielu plantacjach prowadzonych w monokulturach, czy przy bardzo skróconym płodozmianie obserwuje się również presję ze strony określonych grup chwastów segetalnych. Prowadząc uprawę roślin zbożowych, po kilku czy kilkunastu latach populacja chwastów charakterystycznych dla tych upraw (miotły zbożowej, owsa głuchego, stokłosa) osiągnąć może poziom wymagający intensywnej ochrony chemicznej, podnoszącej koszty produkcji. Przy wystąpieniu jednocześnie niekorzystnych warunków klimatycznych uprawa może okazać się nieopłacalna i konieczne mogą stać się zabiegi rekultywacyjne [1, 7].

Do zabiegów agrotechnicznych zapobiegających rozwojowi chwastów można pośrednio zaliczyć nawożenie. Dostarczając roślinom uprawnym składników pokarmowych w najważniejszych dla nich terminach oraz utrzymując zasobność gleby na odpowiednim poziomie, dajemy im szansę na silny i szybki wzrost. Rośliny w dobrej kondycji są dla chwastów dużą konkurencją. Dobrze rozwinięty system korzeniowy bardzo silnie pobiera z gleby potrzebne składniki, a jeżeli jest ich odpowiednia ilość, dla chwastów składników tych nie starcza i ich rozwój jest ograniczony. Istotną rzeczą w ograniczaniu wzrostu chwastów jest również szybkie zakrywanie rzędów przez rośliny uprawne. Zacieniając powierzchnię gleby blokują one dostępność światła słonecznego, co również przekłada się na słabszy wzrost roślin niepożądanych [8].

## **2.2 Chemiczne zwalczanie chwastów**

Do chemicznych zabiegów zwalczających chwasty zaliczamy oczywiście stosowanie przeznaczonych do tego środków ochrony roślin, tzw. herbicydów. Na rynku jest blisko 800 preparatów przeznaczonych do tego celu. W nich z kolei zawartych jest około 60 substancji czynnych z różnych grup chemicznych i o różnych mechanizmach działania (rozdział 1). Najpopularniejszym jest glifosat, który należy do aminofosfonianów o działaniu hamującym powstawanie enzymu syntazy 5-enolopirogroniano-szikimowo-3-fosforanowej (enzymu biosyntezy trzech aminokwasów fenyloalaniny, tyrozyny oraz tryptofanu), a zawierają go aż 93 preparaty zarejestrowane w Polsce. Rośliny przez niego zwalczane stanowią szeroki wachlarz gatunków jedno- i dwuliściennych. Może być zastosowany zarówno do ich niszczenia, jak również do desykcji [1, 7].

Skuteczność stosowanych środków ochrony roślin zależy od wielu czynników, począwszy od doboru samej substancji skończywszy na warunkach w jakich można dany środek zastosować. Kupując preparat do zwalczania niepożądanego chwastu na naszych polach kierować się trzeba szeroką wiedzą na temat biologii chwastów i terminie ich największej wrażliwości na stosowane zabiegi [1].

### 3. Czynniki wpływające na skuteczność działania herbicydów

**Dobór herbicydu do składu gatunkowego chwastów** – określenie gatunków występujących na plantacji okazać się może dość trudnym zadaniem, szczególnie jeśli lustracja prowadzona jest w momencie kiełkowania chwastów lub jeszcze przed ich pojawieniem się. W takiej sytuacji konieczna jest bardzo dobra znajomość biologii chwastów, przede wszystkim ich fazy rozwojowe już od samego początku. Siewki, czyli forma kiełkująca często wyglądają niepozornie, są małe i wyglądem zbliżone do siebie. Rozpoznając je w tym stadium należy dobrze się przygotować. Trochę łatwiejszym zadaniem jest określenie składu gatunkowego w momencie pojawienia się u chwastów pierwszych liści, które dla większości gatunków są już charakterystyczne. Niestety nie wszystkie rosną równo, i zdarza się że na polu część z nich jest już w fazie liści a część w fazie liścieni. Problemem jest również określenie obecności chwastów kiełkujących później. Tu najważniejsza jest znajomość pola i coroczna obserwacja roślin na nim pojawiających się. Dzięki temu zwalczając chwasty dogłębowo możemy prawidłowo dobrać środek ochrony roślin [1].



Zdjęcia 1. i 2. Siewki rdestu powojowego i komosa białej

**Stadium rozwojowe rośliny uprawnej** – by nie uszkodzić uprawianych roślin zabiegi herbicydowe wykonywane powinny być w odpowiednim terminie i zgodnie z zaleceniami. Rośliny uprawne charakteryzują się różną wrażliwością na stosowane na polu zabiegi. Zależy to przede wszystkim od ich stadium rozwojowego oraz od wpływu substancji czynnych zawartych w środkach ochrony na różne części rośliny. Wykonując zabieg herbicydowy w niewłaściwym momencie wzrostu rośliny uprawnej możemy narazić ją na uszkodzenia. W najlepszym przypadku krótko „odchorują” zabieg i szybko się zregenerują. W najgorszym zostaną trwale uszkodzone lub całkowicie zniszczone [1, 8].



Zdjęcie 3. Przebarwienia spowodowane stosowaniem chlomazonu

**Faza rozwojowa chwastów** – skuteczność zwalczania zależy w dużej mierze na tym, kiedy środek ochrony roślin jest stosowany. Najbardziej wrażliwe są chwasty młode, dopiero kiełkujące lub w fazie pierwszej, drugiej pary liści. Zwalczając te rośliny w tak młodych stadiach często wystarczy zastosowanie środka w dawkach niższych od zalecanych. Przy wystarczającej skuteczności nie obciążamy tak środowiska wprowadzaniem na pole środkiem ochrony roślin. Jeżeli jednak konieczne jest zwalczanie chwastów starszych, czy już dorosłych, herbicydy należy dobierać z wielką ostrożnością, a stosowane dawki powinny być najwyższymi z dozwolonych [6].

**Warunki glebowo-klimatyczne** – to, jaka wilgotność i temperatura występują podczas wykonywania zabiegu ma istotny wpływ na skuteczność działania środka. Wspomniane parametry mają inne znaczenie przy zabiegach doglebowych i inne przy zwalczaniu chwastów dolistnie. Przy stosowaniu herbicydów doglebowo należy wykonywać zabieg, gdy gleba przekroczy temperaturę potrzebną do skiełkowania nasion chwastów. Również wilgotność gleby musi być odpowiednia. Przy zbyt przesuszonej glebie następuje adsorpcja cieczy wraz z substancją czynną do cząstek gleby, co utrudnia jej pobieranie przez kiełkujące chwasty. Z drugiej strony, zbyt duża ilość wody w glebie (spowodowana np. obfitymi opadami) może powodować szybsze przemieszczanie się substancji w głąb profilu glebowego, co zmniejsza jego zakres działania na chwasty. Może natomiast wpływać na głębiej korzeniające się rośliny uprawne osłabiając je lub uszkadzając w późniejszym okresie [1, 6, 9].

Trochę inne warunki glebowo-klimatyczne muszą występować w trakcie wykonywania zabiegów nalistnych. Przy zwalczaniu chwastów dolistnie najistotniejszym parametrem jest temperatura powietrza. Większość herbicydów najlepiej działa w temperaturze powyżej 10 °C, a ich skuteczność zmniejsza się gdy temperatura przekroczy 25 °C. Wiąże się to z tempem przemian fizjologicznych, jakie w tych temperaturach zachodzą w roślinach i jakie mają wpływ na pobieranie substancji czynnej wraz z wodą [6, 9].

Wilgotność gleby nie jest tak istotna przy zabiegach nalistnych, jak wilgotność powietrza. Dobra praktyka ochrony roślin zaleca, by w trakcie wykonywania zabiegów wilgotność powietrza wynosiła 50-90%, gdzie optimum szacuje się na około 70%. Zbyt niska wilgotność prowadzi do odparowywania wody z cieczy użytkowej, co skutkuje niedostarczeniem do roślin wystarczającej ilości substancji i skuteczność zabiegu chwastobójczego spada. Reakcją obronną roślin na brak wody i wysokie temperatury jest tworzenie grubej warstwy kutykuli, która dodatkowo utrudnia wnikanie herbicydu. W takich warunkach należy przesunąć zabieg do momentu wystąpienia odpowiedniejszych warunków pogodowych, a jeżeli nie jest to możliwe, wykonać zabieg w terminie, ale zwiększyć ilość użytej do sporządzenia cieczy użytkowej wody oraz zastosować technikę oprysku, w trakcie której tworzy się gruba, ciężka kropla (rozpylacze grubokropliste, niższe ciśnienie cieczy, wolniejsza jazda opryskiwacza, niższe ustawienie belki – przy rozpylaczach o większym kącie rozpylania) [6, 9].

Niemniej istotnym jest również nadmiar wody przed, w trakcie lub zaraz po zabiegu. Wystąpienie opadów po zabiegu, czy znajdująca się na roślinach rosa mogą powodować zmywanie zastosowanego środka z rośliny na glebę, gdzie substancja już nie działa [9].

## Mechanizmy działania substancji czynnych zawartych w herbicydach (3)

Mechanizm działania wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna	Mechanizm przemieszczania substancji w roślinie*		Organ wchłaniający substancję**		Dostępność środków na rynku (1.10.18 r.)
			układowy	kontaktowy	korzeń	liść	
Inhibitory ACC-azy	arylofenoksykwasy (FOP)	chizalofop-P etylu	xx			xx	30
		chizalofop-P tefurylu	xx			xx	4
		fenoksaprop-P etylu	xx			xx	13
		fluazyfop-P butylu	xx			xx	2
		haloksyfop-R metylu	xx		x	xx	2
		propachizafop	xx			xx	3
	cykloheksanodiony (DIM)	cykloksydym	xx			xx	1
		kletodym	xx			xx	5
fenylopirazoliny	pinoksaden	xx			xx	6	
Inhibitory enzymu ALS	imidazolinony	imazamoks	xx		x	xx	5
	sulfonoamidy	piroksysulam	xx			xx	4
	sulfonylo-aminokarbonylotriazolinony	propoksykarbazon sodu	xx		xx	xx	4
	sulfonylomoczniki	amidosulfuron	xx		xx	xx	5
		chlorosulfuron	xx		xx	xx	11
		flazasulfuron	xx		xx	xx	2
		foramsulfuron	xx		x	xx	7
		jodosulfuron metylosodowy	xx		xx	xx	16
		metsulfuron metylu	xx		xx	xx	19
		mezosulfuron metylowy	xx		x	xx	4
		nikosulfuron	xx		x	xx	66
		rimsulfuron	xx		x	xx	16
		sulfosulfuron	xx		xx	xx	2
		tifensulfuron metylu	xx		x	xx	20
		tribenuron metylu	xx		x	xx	37
triflusulfuron metylu	xx			xx	4		
tritosulfuron	xx			xx	7		
triazolinony	tienkarbazon metylowy	xx		xx	xx	7	
Inhibitory syntazy EPSP	glicynowe	glifosat	xx			xx	83
Inhibitory syntetazy glutaminowej	aminofosfoniany (fosfoniany)	glufosynat amonu	działanie wgłębne		xx	2	



Inhibitory syntetazy glutaminowej	Grupa chemiczna	Substancja czynna	Mechanizm przemieszczania substancji w roślinie*		Organ wchłaniający substancję**		Dostępność środków na rynku (1.10.18 r.)
			układowy	kontaktowy	korzeń	liść	
Inhibitory biosyntezy karetonoidów 4-HPPD - wybielacze	izoksazole	izoksaflutol	xx		xx	xx	2
	triketony	mezotrion	xx		x	xx	33
		sulkotrion	xx		x	xx	5
		tembotrion	xx		x	xx	4
Inhibitory biosyntezy karetonoidów (PDS) - wybielacze	amidy	beflubutamid	xx			xx	1
	fenoksynikotyno-anilidy	diflufenikan	xx		x	xx	53
	pirydyńokarboksamid	pikolinafen	xx		x	xx	2
Inhibitory biosyntezy karetonoidów (nieokreślony cel) - wybielacze	izoksazolidiony	chlomazon	xx		xx		40
	dwufenyloetery	aklonifen		xx		xx	1
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie I	bipyridyle	dikwat	x	xx		xx	17
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	benzotiadiazynowe	bentazon	xx			xx	12
	fenylokarbaminiany	desmedifam	xx		xx	xx	18
		fenmedifam	xx			xx	24
	nitryle	bromoksynil		xx		xx	21
	piridaziny	chlorydazon	xx		xx	x	3
	pirydazyny	pirydat		xx		xx	5
	pochodne mocznika	chlorotoluron	xx		xx	xx	13
		metobromuron	xx		xx	xx	3
	triazynony	metamitron	xx		xx	xx	24
metrybuzyna		xx		xx	x	15	
triazyny	terbutylazyna	xx		xx	xx	20	
Inhibitory powstawania i działania mikrotubuli	karbaminiany	chloroprofam	xx		xx		2
	benzamid	propyzamid	xx		xx	x	7
	dinitroaniliny	pendimetalina	xx		xx	xx	22
Inhibitory syntetazy DHP	karbaminiany	asulam	xx			xx	33
Inhibitory oksydazy PPO	difenyletery	bifenoks	xx	xx	xx	xx	1
		oksyfluorofen		xx	xx	xx	4
	fenylpyrazole	pyraflufen	xx			xx	1
	triazolininy	karfentrazon etylu	xx			xx	3

Mechanizm działania wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna	Mechanizm przemieszczania substancji w roślinie*		Organ wchłaniający substancję**		Dostępność środków na rynku (1.10.18 r.)
			układowy	kontaktowy	korzeń	liść	
Inhibitory syntezy długocięściowych kwasów tłuszczowych	acetamidy	napropamid	xx		xx	x	12
	chloroacetamidy	dimetachlor	xx		x	xx	4
		metazachlor	xx		xx		55
		metolachlor-S	xx		xx		4
		petoksamid	xx		xx	x	10
		dimetanamid	xx		xx	x	12
	oksycetamidy	flufenacet	xx		xx	x	22
Inhibitory syntezy tłuszczów (inaczej niż inhibitory ACC-azy)	pochodne benzofuranu	etofumesat	xx		część podliścieniowa		26
	tiokarbaminiany	prosulfokarb	xx			xx	7
Syntetyczne auksyny	chinolinokarboksylowe	chinomerak	xx		x	xx	20
	fenoksykwasy	2,4-D + kwas octowy	xx			xx	37+1
		MCPA	xx			xx	47
		mekoprop-P	xx			xx	12
	pochodne kwasu benzoowego	dikamba	xx		x	xx	40
	pochodne kwasu pirydynokarboksylowego	chloryralid	xx			xx	39
		fluroksypyr	xx			xx	41
		pikloram	xx			xx	18
		trichlopyr	xx		x	xx	1
	triazolopirymidyny	aminopyralid	xx			xx	16
		florasulam	xx			xx	33
związki arylopykolinowe	halauksyfen	xx		x	xx	2	
Brak kwalifikacji HRAC	kwasy karboksylowe	kwas nanonowy = kwas pelargonowy		xx		xx	17

\* mechanizm przemieszczania substancji w roślinie: xx podstawowy; x częściowe działanie

\*\* sposób pobierania: xx podstawowy; x częściowe działanie

# Wybrane chwasty pól Polski

<b>CHABER BŁAWATEK</b> ( <i>Centaurea cyanus</i> ).....	22
<b>CHWASTNICA JEDNOSTRONNA</b> ( <i>Echinochloa crus-galli</i> ) .....	24
<b>IGLICA POSPOLITA</b> ( <i>Erodium cicutarium</i> ).....	26
<b>KOMOSA BIAŁA</b> ( <i>Chenopodium album</i> ).....	28
<b>FARBOWNIK POLNY = KRZYWOSZYJ POLNY</b> ( <i>Anchusa arvensis</i> ) .....	30
<b>MARUNA NADMORSKA = MARUNA BEZWONNA</b> ( <i>Tripleurospermum maritimum</i> ).....	32
<b>MIOTŁA ZBOŻOWA</b> ( <i>Apera spica-venti</i> ) .....	34
<b>OWIES GŁUCHY</b> ( <i>Avena fatua</i> ).....	36
<b>PERZ WŁAŚCIWY</b> ( <i>Elymus repens</i> ).....	38
<b>PRZYTULIA CZEPNA</b> ( <i>Galium aparine</i> ) .....	40
<b>RDEST PLAMISTY</b> ( <i>Persicaria maculosa</i> ) .....	42
<b>RDESTÓWKA POWOJOWATA = RDEST POWOJOWATY</b> ( <i>Fallopia convolvulus</i> ) .....	44
<b>SZCZAW TĘPOLISTNY</b> ( <i>Rumex obtusifolius</i> ).....	46
<b>WYKA DROBNOKWIATOWA</b> ( <i>Vicia hirsuta</i> ) .....	48

# CHABER BŁAWATEK (*Centaurea cyanus*)



**Nasiona:** gładka nietupka dł. 4,5 mm z wieńcem szczecinek (fot. 1)

**Siewka:** liścienie ciemnozielone, jajowate na 10-15 mm hipokotyli (fot. 2)

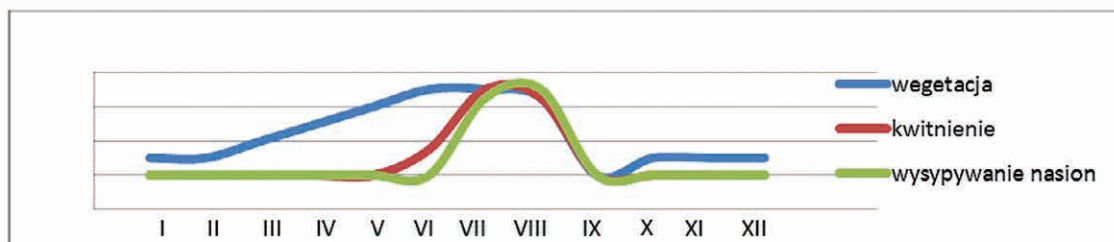
**Liście:** równowąskie, szarzielone z gęstymi włoskami (fot. 3)

**Kwiaty:** rurkowate zebrane w koszyczki, niebieskie do fioletowych (fot. 4)

**System korzeniowy:** palowy na ok. 30 cm głęboki (fot. 5)

fot. 6 – pierwsza para liści

fot. 7 – owocostan



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
2,4-D	+++	florasulam (pocz. strzel. w pęd)	+++
bentazon	++++	florasulam (rozeta)	+++
bifenoks	+++	glufosinat amonowy	++++/+++++
chinomerak+chlorydazon	+++		
chinomerak	+++±	jodosulfuron metylosodowy	+++
chlopyrolid (do fazy rozety)	+++++	karfentrazon etylu	+++
chlorosulfuron +trifensulfuron	+++±	MCPA	+++
chlorosulfuron (przedwzschod.)	++++	mekoprop-P	+++
chlorosulfuron (powschod.)	+++±	metamitron	+++++
chlorosulfuron (wiosna)	+++	metasulam+2,4-D	+++++
chlorotoluron (dawka pow. 1000g/ha)	++++/+++++	metrybuzyna (nalistnie)	+++++
chlorydazon (gl. ciężkie)	+++	metrybuzyna (doglebowo)	+++++
dikamba	++++/++++±	pendimetalina	+++
etofumesat (doglebowo)	+++	sulfosulfuron	+++
fenmedifam (wzschody)	+++±	tifensulfuron+tribenuron	+++++
florasulam+2,4-D (rozeta)	+++++	tribenuron metylowy	+++++
florasulam+2,4-D (pocz. strzel. w pęd)	++++/++++±/+++++		

+++ - skuteczność średnia - ++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# CHWASTNICA JEDNOSTRONNA (*Echinochloa crus-galli*)

fot. 1



fot. 2



fot. 3



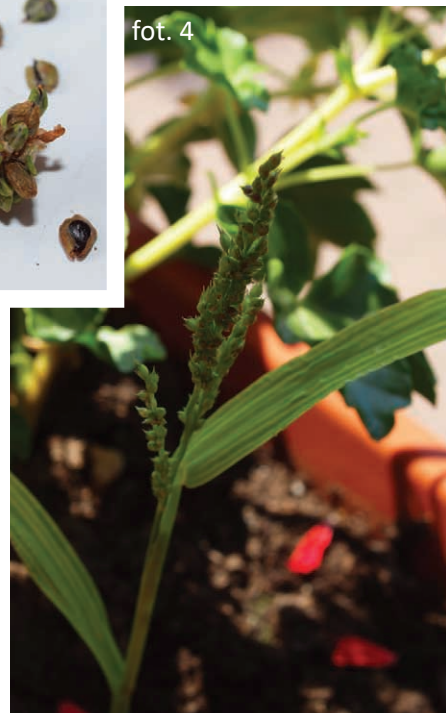
fot. 6



fot. 7



fot. 4



fot. 5



**Nasiona:** jajowate, żółto-brunatne zamknięte w twardej plewie (fot. 1)

**Siewka:** równowąska, na szczycie zaokrąglona, wyraźnie unerwiona (fot. 2)

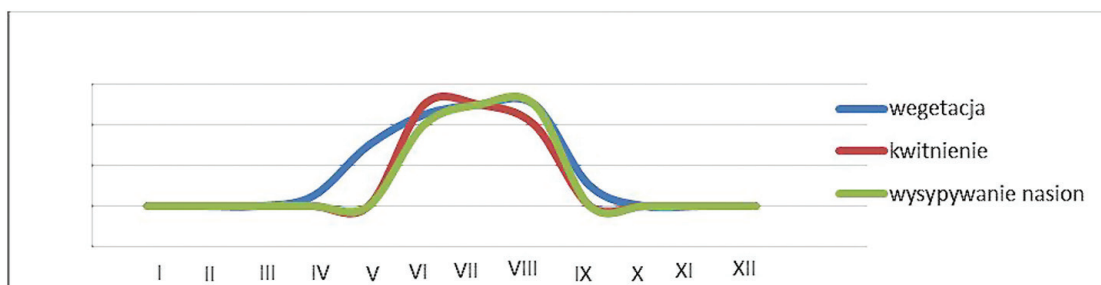
**Liście:** zielone do ciemnozielonych, szerokie pofałdowane (fot. 3)

**Kwiaty:** gęsta, wyprostowana wiecha (fot. 4)

**System korzeniowy:** wiązkowy, rozgałęziony, płytki (fot. 5)

fot. 6 – pierwszy liść

fot. 7 – owocostan



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
acetochlor	+++++	nikosulfuron	+++++
cykloksydym (BBCH 12-23)	+++++	pendimetalna	+++++
chizalofof-P-etylu (BBCH 12-pow.29)	+++++	petoksamid	+++++
chizalofof-P-tefurylu (BBCH 12-pow.29)	+++++	pinoksaden (BBCH 11-29 wiosna)	+++++
chlomazon	+++++	propachizafof (BBCH 13-29)	+++++
fenoksaprop-P-etylu	+++++	propyzamid	+++++
fluazifop-P-butyli (BBCH 12-14)	+++++	rimsulfuron (BBCH 21-29)	+++++
glufosinat amonowy	+++++	sulkotron	+++++
izoksaflutol	+++++	tepraloksydym (BBCH 13-29)	+++++
kletodym (BBCH 12-23)	+++++	topramezon	+++++
metolachlor-S	+++++		

+++ - skuteczność średnia - +++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# IGLICA POSPOLITA (*Erodium cicutarium*)

fot. 1



fot. 2



fot. 3



fot. 4



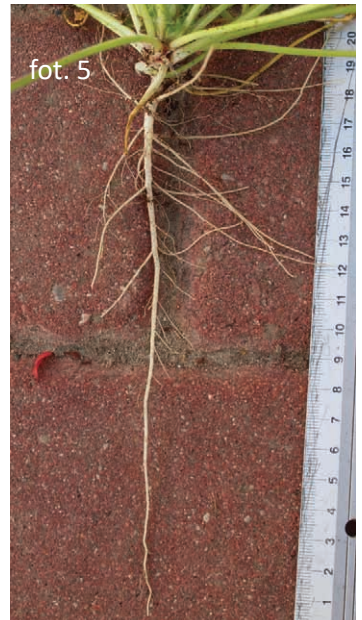
fot. 7



fot. 6



fot. 5





**Nasiona:** złocistoszarobrunatne, owłosione ze skręconą ością (fot. 1)

**Siewka:** liścienie trójdzielne na jasnozielonej lekko owłosionej podstawie (fot. 2)

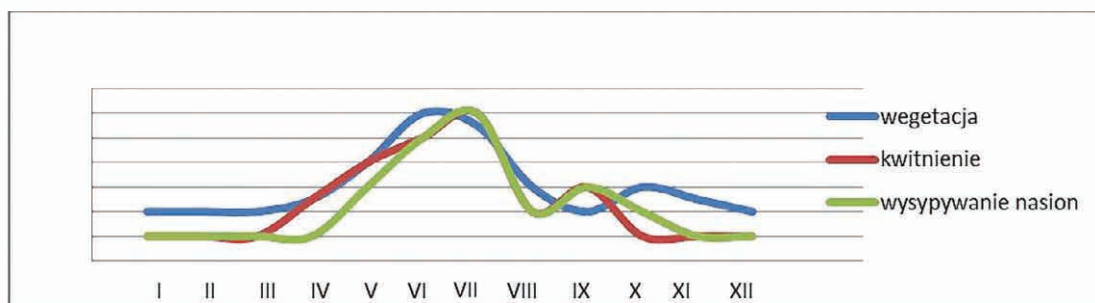
**Liście:** pierzastosieczne, wydłużone (fot. 3)

**Kwiaty:** baldachokształtne o barwie różowej do liliowej (fot. 4)

**System korzeniowy:** głęboki, palowy (fot. 5)

fot. 6 – pierwsza para liści

fot. 7 – owocostan



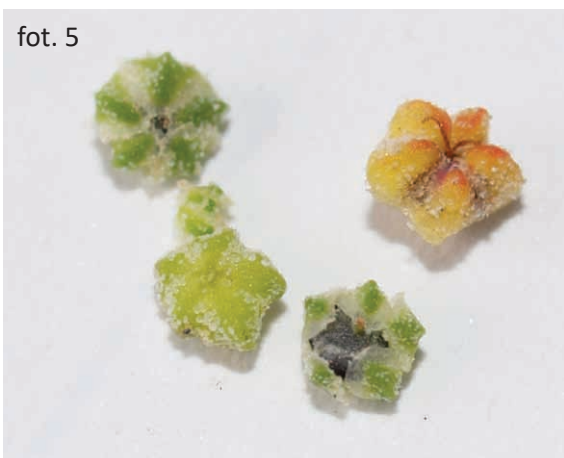
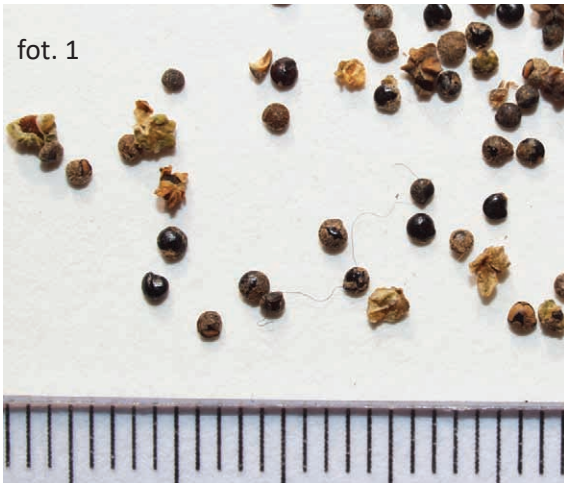
### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności
florasulam+2,4-D (2-6 liści)	+++
glufosinat amonowy	++++±/+++++
napropamid	++++/+++++
nikosulfuron	+++++
rimsulfuron (daw. 12 g/ha do 2. liścia)	+++
sulfosulfuron (daw. 20 g/ha)	++++

+++ - skuteczność średnia - +++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# KOMOSA BIAŁA

(*Chenopodium album*)



**Nasiona:** soczewkowato spłaszczone, błyszczące, czarne (fot. 1)

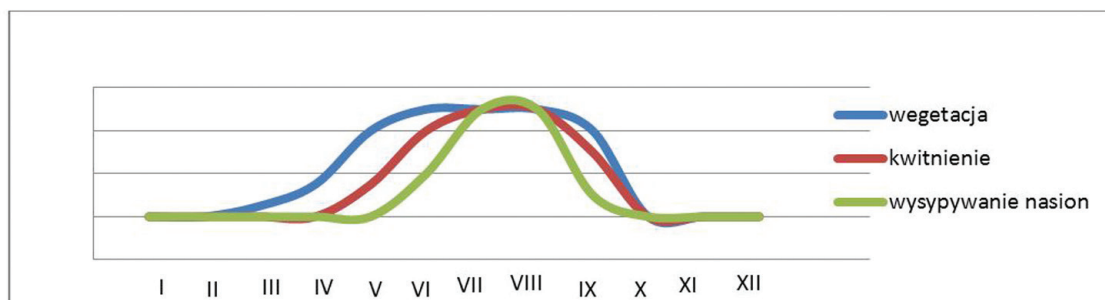
**Siewka:** liścienie równowąskie, zaokrąglone na czerwono wybarwionym hipokotylu (fot. 2)

**Liście:** niesymetrycznie ząbkowane, wydłużające się na wyższych piętrach (fot. 3)

**Kwiaty:** niepozorne, jasnozielone zebrane w wiecho podobny kwiatostan (fot. 4)

**System korzeniowy:** palowy, silny

fot. 5 – owocostan



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
2,4-D	+++++	jodosulfuron	+++++
acetochlor	+++++	MCPA	+++++
amidosulfuron	+++++	mekoprop-P	+++++
bifenoks	+++++	metamitron	+++++
chlorosulfuron	+++++	metrybuzyna	+++++
chlorotoluron	+++++	mezotrion	+++++
chlorydazon	+++++	napropamid	+++++
dikamba	+++++	pendimetalina	+++++
dimetachlor	+++++	propyzamid	+++++
fluorochloridon	+++++	sulkotrion	+++++
glufosinat amonowy	+++++	tembotrion	+++++
izoksafłutol	+++++	terbutyloazyna	+++++
izoproturon	+++++	topramezon	+++++

+++ - skuteczność średnia - +++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# FARBOWNIK POLNY = KRZYWOSZYJ POLNY

(*Anchusa arvensis*)



**Nasiona:** rozłupka w kształcie pantofelka (fot. 1)

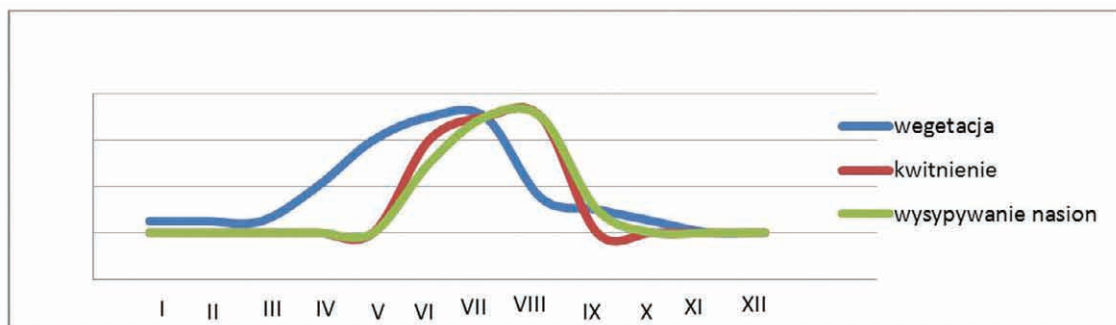
**Siewka:** liścienie szerokoeliptyczne, zwężone na szczycie, owłosione (fot. 2)

**Liście:** lancetowate, pokryte kłującymi włoskami (fot. 3)

**Kwiaty:** ulistniony skrętek o niebieskiej barwie płatków (fot. 4)

**System korzeniowy:** mięsisty, palowy, krótki (fot. 5)

fot. 6 – pierwsza para liści



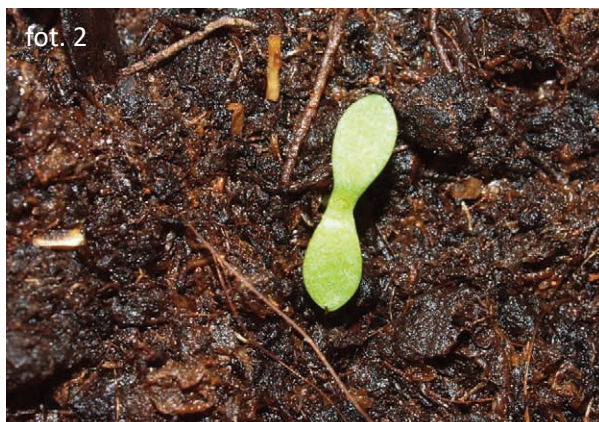
### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności
bentazon	+++±
fenmedifam(do 4 liści chwastó)	+++++
metrybuzyna (nalistnie)	+++++
metrybuzyna (doglebowo)	+++++
nikosulfuron	+++++
pendimetalina (gleby lekkie)	++++
pendimetalina (gleby śr.-b.cież.)	+++++
petoksamid	+++++
pyrydat	+++++

+++ - skuteczność średnia - ++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# MARUNA NADMORSKA = MARUNA BEZWONNA

*(Tripleurospermum maritimum)*



**Nasiona:** trójgraniasta niełupka (fot. 1)

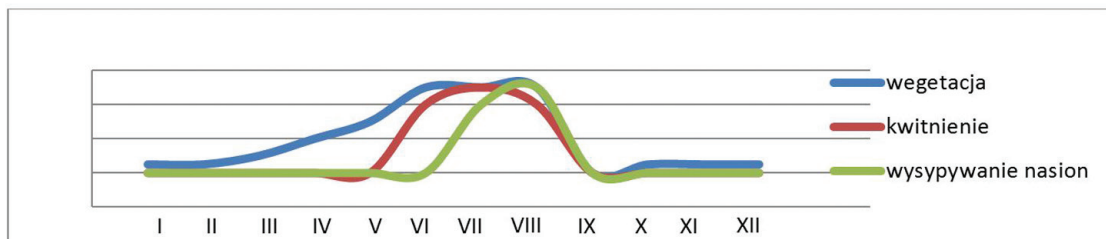
**Siewka:** liścienie jajowate siedzące lub na krótkich ogonkach (fot. 2)

**Liście:** pierzastosieczne, cienkie, nitkowate (fot. 3)

**Kwiaty:** zebrane w pojedyncze koszyczki o śr. 8-15 cm (fot. 4)

**System korzeniowy:** wrzecionowaty, pojedynczy czasem zbliżony do wiązkowego (fot. 5)

fot. 6 – pierwsza para liści



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
acetochlor	++++±	jodosulfuron metylosodowy	++++
amidosulfuron	++++±	karfentazon etylu	++++
aminopyralid	++++	mekprop-P	+++
bentazon	++++	metazachlor	++++
bifenoks	++++/+++++	metosulam+2,4-D	++++±
chlopyralid (do fazy rozety)	++++	metrybuzyna (nalistnie)	++++
chlorosulfuron (jesień)	++++	metrybuzyna (doglegowo)	++++
chlorosulfuron (wiosna)	++++	metsulfuron metylu	++++
chlorosulfuron+tifensulfuron	++++	napropamid	++++/+++++
chlorydazon	++++	nikosulfuron	++++
dimetachlor	++++	pendimetalina (gl. cięż. do b. cięż.)	++++
florasulam (rozeta)	++++	piroksysulam (BBCH 12-16)	++++
florasulam (do 25cm wys.)	++++	rimsulfuron (do 4 liśc. własc.)	++++/+++++
florasulam+2,4-D (rozeta)	++++	sulfosulfuron (ok. 20g/ha)	++++
florasulam+2,4-D (do 25cm wys.)	+++/++++±/+++++	terbutyloazyna	++++
fluorochloridon	++++	tifensulfuron+tribenuron	++++
fluoksypyr	++++±/+++++	tribenuron metylowy	++++
glufisinat amonowy	++++±/+++++	triflusulfuron metylowy	++++±
izoksaflutol	++++		

+++ - skuteczność średnia - ++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# MIOTŁA ZBOŻOWA

(*Apera spica-venti*)





**Nasiona:** ziarniak osłonięty plewką, z charakterystyczną szorstką ością (fot. 1)

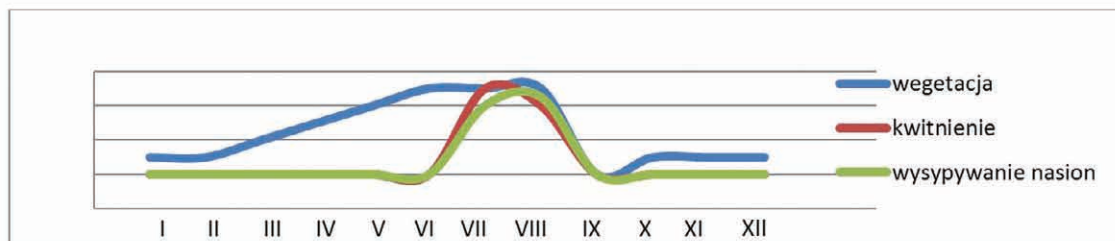
**Siewka:** drobna, zakręcona (fot. 2)

**Liście:** lekko żłobkowane, szorstkie, lekko skręcone (fot. 3)

**Kwiat:** rozpięchła wiecha, bardzo rozgałęziona (fot. 4 – wiecha w fazie kłoszenia)

**System korzeniowy:** płytki, gęsty

fot. 5 – pierwszy liść



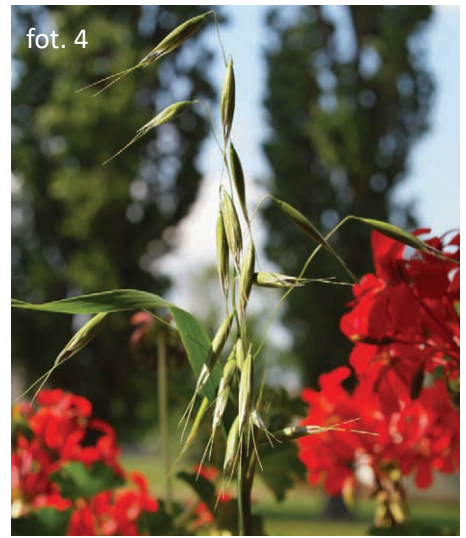
### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
acetachlor	+++++	metazachlor	++++/++++±
beflubutamid+izoproturon	+++++	metazachlor-S	+++++
chinometak+metazachlor	+++++	mezosulfuron metylu	+++++
chizalofof-P-etylu (BBCH 13-23)	++++±/+++++	napropamid	++++±/++++±
chizalofof-P-tefurylu (BBCH 13-23)	++++±/+++++	pendimetalina	+++++
chlomazon	+++	petoksamid	+++++
chlorosulfuron (jesień)	+++++	pinoksaden (jesień od BBCH 11)	+++++
chlorosulfuron (wiosna)	+++	pinoksaden (jesień do BBCH 29)	++++/+++++
chlorosulfuron+tifensulfuron	+++++	pinoksaden (wiosna od BBCH 11)	+++++
chlorotoluron	+++++	pinoksaden (jesień do BBCH 29)	++++/+++++
chlorotoluron (nalistnie-starsze)	+++++	piroksysulam (BBCH 13-29)	+++++
cykloksydym (BBCH 12-23)	+++++	propachizafof (BBCH 13-29)	++++±
dimetachlor	+++++	propoksykarbazon sodowy	+++++
fenoksaprop-P-etylu	+++++	propyzamid	+++++
fluazifop-P-butylu (BBCH 12-14)	+++++	prosulfokarb	++++/+++++
fluorochloridon	++++±/+++++	rimsulfuron (BBCH 11-21)	++++/+++++
glufosinat amonowy	++++±/+++++	sulfosulfuron	+++++
jodosulfuron metylosodowy	++++±/+++++	tepraloksydym (BBCH 13-29)	++++±/+++++
kletodym (BBCH 12-23)	+++++	tifensulfuron+triflusulfuron (2-4 liśc.)	+++++

+++ - skuteczność średnia - +++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# OWIES GŁUCHY

(*Avena fatua*)



**Nasiona:** ziarniaki zrosnięte z plewkami, ciemnobrunatne, szczeciniasto owłosione (fot. 1)

**Siewka:** równowąska (fot. 2)

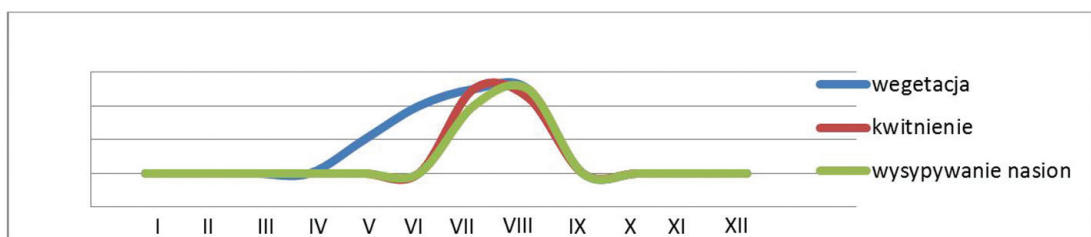
**Liście:** lewoskrętne, słabo owłosione, języczek liściowy długi (fot. 3)

**Kwiat:** rozpięchła lub ściągnięta wiecha (fot. 4)

**System korzeniowy:** wiązkowy, żółtobrunatny

fot. 5 – pierwszy liść

fot. 6 – owocostan



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
asulam	+++++	mezosulfuron metylowy	+++ /+++++
chizalofop-P-etylu (BBCH 13-23)	++++± /+++++	napropamid	+++++
chizalofop-P-tefurylu (BBCH 13-23)	++++± /+++++	nikosulfuron	++++± /+++++
cykloksydym (BBCH 12-23)	+++++	pinoksaden (10-60 cm wiosna)	+++++
fluazifop-P-butyli (BBCH 12-14)	+++ /+++++	piroksysulam (BBCH 13-29)	+++++
fenoksaprop-P-etylu	+++++	propachizaop (BBCH 13-29)	++++± /+++++
glufosinat amnowy	+++++	propoksykarbazon sodowy	+++ /++++± /+++++
jodosulfuron metylosodowy (ok. 10g/ha)	+++	propyzamid	+++++
kletodym	+++++	prosulfokarb (ok. 4000g/ha)	+++
metazachlor (ok. 1500g/ha)	+++	rimsulfuron (BBCH 11-21)	+++ /+++++
metrybuzyna (nalistnie, 4 liśc.)	+++±	sulfosulfuron (ok. 20g/ha)	+++±
metrybuzyna (doglebowo, 4 liśc.)	+++±	tepraloksydym (BBCH 13-29)	++++± /+++++

+++ - skuteczność średnia -++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# PERZ WŁAŚCIWY

(*Elymus repens*)



**Nasiona:** oplewiony ziarniak (fot. 1)

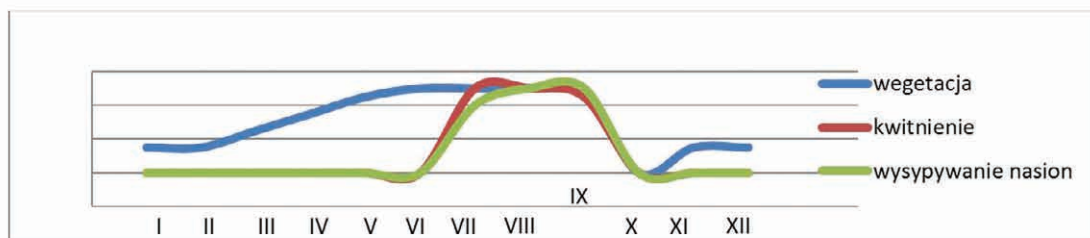
**Siewka:** błoniasta o jasnoczerwonej barwie i ciemnymi nerwami (fot. 2)

**Liście:** płaskie, z góry szorstkie o barwie różno zielonej (fot. 3)

**Kwiat:** spłaszczony, wąski, gęsty kłos (fot. 4)

**System korzeniowy:** rozłogowy, płytki (fot. 5)

fot. 6 – faza trzeciego liścia



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności
chizalofof-P-etylu (BBCH 12-16, pocięty)	+++±/+++++
chizalofof-P-etylu (BBCH 16-19, pocięty)	++++/+++++
chizalofof-P-etylu (pow. 100g/ha, BBCH 12-19, niepocięty)	++++/+++++
chizalofof-P-tefurylu (pow. 40g/ha, BBCH 12-16, pocięty)	++++/++++±/+++++
chizalofof-P-tefurylu (pow. 50g/ha, BBCH 12-19, niepocięty)	+++±/++++/+++++
chizalofof-P-tefurylu (pow. 40g/ha, BBCH 16-19, pocięty)	+++±/++++/++++±/+++++
cykloksydym (pow. 300g/ha, BBCH 14-16, niepocięty)	++++±/+++++
cykloksydym (pow. 300g/ha, BBCH 14-16)	+++++
fluazifop-P-butyli (pow. 300g/ha, BBCH 14-19)	+++±/+++++
glufosinat amonowy (pow. 700g/ha)	++++/++++±/+++++
kletodym (240g/ha, BBCH 14-16)	+++++
nikosulfuron (4-7 liści)	+++±/++++±
propachizafof (pow. 125g/ha, BBCH 13-16)	++++±/+++++
propoksykarbazon sodowy	+++±/++++/++++±
propyzamin (pow. 1000g/ha)	++++/+++++
rimsulfuron (5-7 liści)	+++/++++/+++++
sulfosulfuron (ok. 20g/ha)	+++++
tepraloksydym (pow. 125g/ha, BBCH 13-16)	++++±/+++++

+++ - skuteczność średnia - ++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# PRZYTULIA CZEPNA

(*Galium aparine*)



**Nasiona:** rozłupki pokryte haczykowatymi szczecinkami (fot. 1)

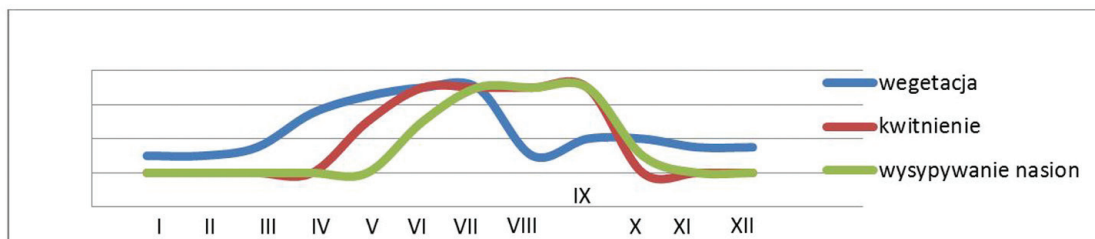
**Siewka:** liścienie duże i nagie, kształtu eliptycznego z wcięciem na szczycie (fot. 2)

**Liście:** lancetowate, ułożone w okółki (fot. 3)

**Kwiat:** białe lub zielone, niepozorne, wyrastają z kątów liści (fot. 4)

**System korzeniowy:** cienki, nitkowaty

fot. 5 – owocostan



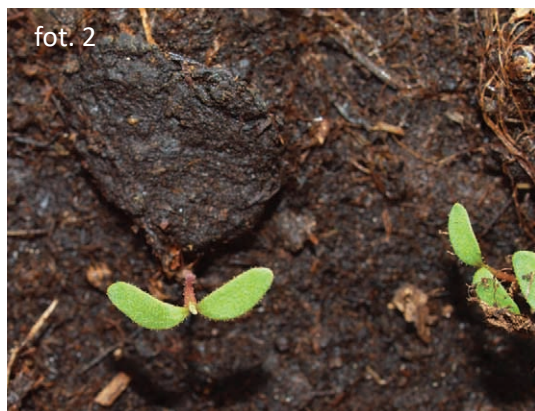
### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
acetochlor	+++	mekoprop-P	+++++
amidosulfuron	+++++	metazachlor	+++ / +++± / ++++
beflubutamid+izoproturon (1-2 okółki)	+++±	metosulfuron+2,4-D (4 okółki)	+++++
bentazon	+++++	metosulam (4 okółki)	++++±
bifenoks	+++ / ++++	metrybuzyna (nalistnie)	+++±
chinomerak	+++++	metrybuzyna (doglebowo)	+++±
chinomerak+chlorydazon	+++++	mezotrion (pow. 100g/ha)	+++
chinomerak+metazachlor	+++++	napropamid	+++
chlomazon	+++++	nikosulsuron	+++++
chlorosulfuron (jesień przedwsh.)	+++±	pendimetalina	+++++
chlorosulfuron (jesień powsch.)	++++	piroksysulam (BBCH 12-16)	+++
chlorosulfuron (wiosna)	++++	propyzamid	+++ / +++± / ++++
chlorosulfuron+tifensulfuron	+++++	prosulfokarb	+++ / +++± / ++++
chlorotoluron (1000-1200g/ha, młode)	+++	rimsulfuron (do 4 okółków)	+++ / +++± / ++++
dikamba (do 4 okółka)	+++ / +++±	sulfosulfuron (ok. 20g/ha)	++++
etametsulfuron (19g/ha)	+++±	sulkotrion	+++++
etofumesat (doglebowo)	+++++	terbutyloazyna	+++++
florasulam	+++ / +++± / ++++	tifensulfuron (do 3 okółków)	+++
fluorochloridon	+++ / ++++	tifensulfuron+tribenuron (max. do 5 okół.)	+++ / +++± / ++++ / +++± / ++++
fluoksypyr	+++++	topramezon+dikamba	+++++
glufosinat amonowy	+++ / +++± / ++++	tribenuron (do 3 okółków)	+++
izoksaflutol	+++	triflusufluron metylowy	+++±
jodosulfuron metylosodowy	+++ / ++++	trichlopyr	+++++
karfentazon etylu (do 20cm wys.)	+++++		

+++ - skuteczność średnia - ++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# RDEST PLAMISTY

(*Persicaria maculosa*)





**Nasiona:** jajowate, ciemne do czarnych z połyskiem, bocznie spłaszczone (fot. 1)

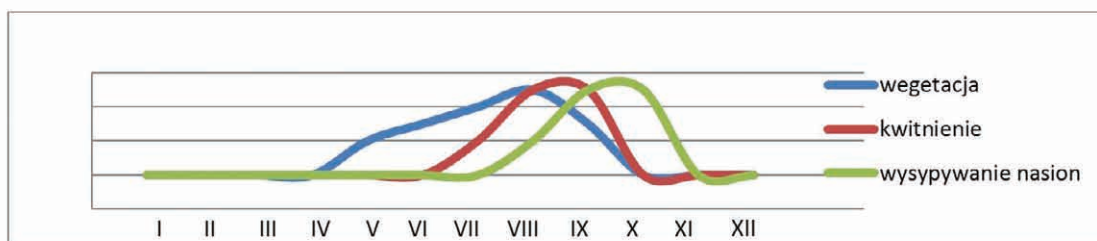
**Siewka:** liścienie wydłużone, eliptyczne na fioletowo nabiegłym hipokotylu (fot. 2)

**Liście:** lancetowate z wyraźnym nerwem głównym i możliwą ciemną plamą na górnej stronie (fot. 3)

**Kwiat:** proste lub lekko zagięte kłosa w pachwinach górnych liści (fot. 4)

**System korzeniowy:** słabo rozgałęziony, palowy

fot. 5 – owocostan



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
acetochlor	+++++	metazachlor	+++++
amidosulfuron	+++++	metosulam+2,4-D (2-4 liści)	+++++
bentazon	+++++	metsulfuron metylu	+++++
chlorypyralid (do 2 liści)	+++++	mezotrion	+++++
chlorosulfuron (jesień)	++++±	pendimetalina	++++
chlorydazon	+++++	petoksamid	+++++
florasulam (2-6 liści)	+++++	propyzamid	+++++
florasulam+2,4-D (2-6 liści)	+++++	prosulfokarb	+++++
fluroksypyr	+++++	sulkotrion	+++++
izoksaflutol	+++++	terbutyloazyna	+++++
jodosulfuron metylosodowy	+++++	tifensulfuron metylowy	+++++
karfentazon etylu	+++++	triflusufluron metylowy	+++++
metamitron	+++++	trichlopyr	+++++

+++ - skuteczność średnia - +++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# RDESTÓWKA POWOJOWATA = RDEST POWOJOWATY

(*Fallopia convolvulus*)

fot. 1



fot. 2



fot. 3



fot. 4



fot. 5



**Nasiona:** trójkanciaste o chropowatej, matowej powierzchni, ciemne do czarnych (fot. 1)

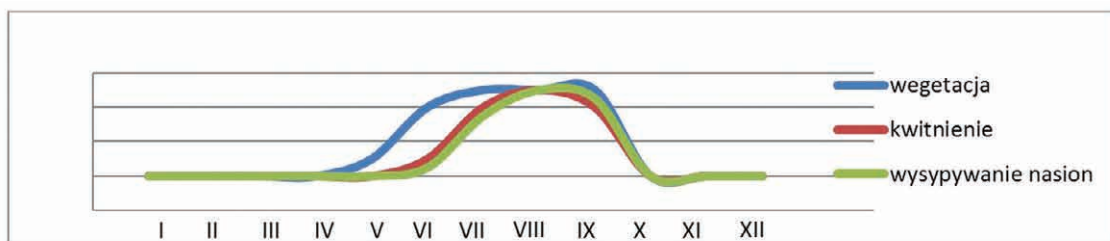
**Siewka:** liścienie równowąskie czerwono nabiegłe po bokach na omszonym hipokotylu (fot. 2)

**Liście:** sercowato-strzałkowe lub jajowatotrójkątne z wyraźnym unerwieniem (fot. 3)

**Kwiat:** luźne kłosa wyrastające z kątów liści (fot. 4)

**System korzeniowy:** cienki, palowy rozgałęziony

fot. 5 – owocostan



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
amidosulfuron	+++++	jadosulfuron metylosodowy	+++++
aminopyralid	+++++	metosulfuron+2,4-D (2-4 liści)	+++++
bentazon	+++++	mezotrion	+++++
bifenoks	+++++	nikosulfuron	+++++
chinomerak+chlorydazon	+++++	pendimetalina	+++++
chlopyralid (do 2 liści)	+++++	propyzamid	+++++
chlorosulfuron (jesień)	++++±	pirydat	+++++
chlorydazon	+++++	sulkotrion	+++++
florasulam (2-6 liści)	+++++	terbutyloazyna	+++++
flouorochloridon	+++++	tifensulfuron metylowy	+++++
fluroksypyr	+++++	tribenuron metylowy	+++++
glufosinat amonowy	+++++	trichlopyr	+++++

+++ - skuteczność średnia - +++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# SZCZAW TĘPOLISTNY

(*Rumex obtusifolius*)

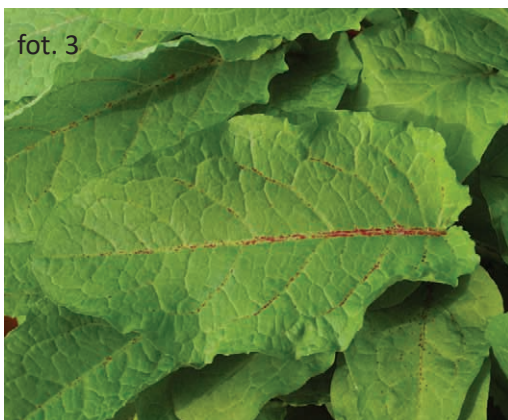
fot. 1



fot. 2



fot. 3



fot. 4



fot. 5



**Nasiona:** trójgraniasty orzeszek o czerwonej do szarobrunatnej matowo błyszczącej barwie (fot. 1)

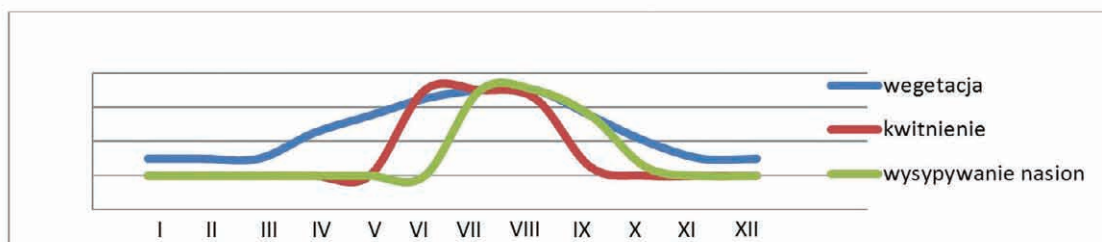
**Siewka:** liścienie krótko lancetowate na brunatnej łodyżce (fot. 2)

**Liście:** dolne podłużnie jajowate do jajowato-sercowatych, górne prawie lancetowate (fot. 3)

**Kwiat:** luźne grono (fot. 4)

**System korzeniowy:** silny palowy z licznymi odgałęzieniami

fot. 5 – pokrój rośliny w fazie rozety



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności
amidopyralid	++++/+++++
amidosulfuron	+++±
asulam	+++++
chlorosulfuron (jesień przedwsh.)	+++±
chlorosulfuron (jesień powsch.)	+++++
chlorosulfuron (wiosna)	+++±
chlorosulfuron+tifensulfuron	+++++
fluroksypyr	+++++
glufosinat amonowy	++++/+++++
metazachlor	++++/+++++
metsulfuron (zeleży od wieku chwastów)	++++±
rimsulfuron (do 4 liści właściwych)	+++/++++
tifensulfuron+tribenuron	+++++
trichlopyr	+++++

+++ - skuteczność średnia - ++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

# WYKA DROBNOKWIATOWA

*(Vicia hirsuta)*

fot. 1



fot. 2



fot. 3



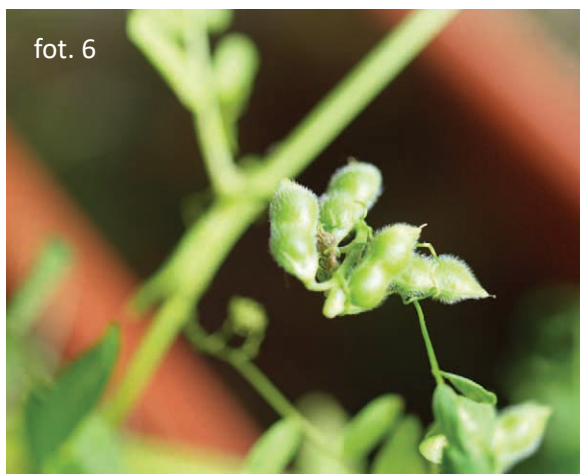
fot. 4



fot. 5



fot. 6



**Nasiona:** koliste, gładkie o barwie szarzielone do brunatnej, zwykle czarno nakrapiane (fot. 1)

**Siewka:** dwie pary długowatych, równowąskich listków (fot. 2)

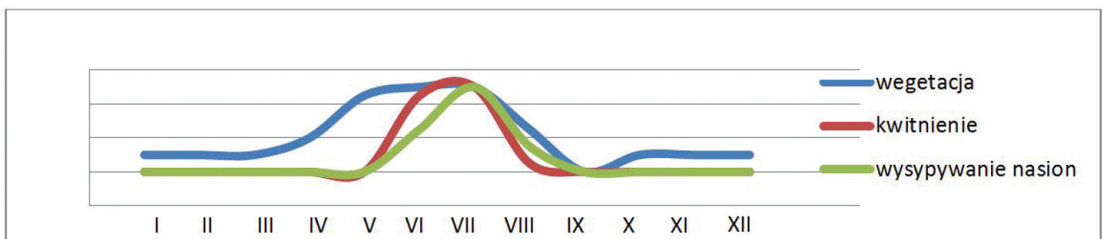
**Liście:** z czterema do dziesięciu równowąskich listków, zakończone wąsem (fot. 3)

**Kwiat:** drobne białawe zebrane w grono (fot. 4)

**System korzeniowy:** palowy rozgałęziony

fot. 5 – pierwsza para liści

fot. 6 – owocostan



### Dostępne substancje o średniej do wysokiej skuteczności [3]:

substancja czynna	poziom skuteczności	substancja czynna	poziom skuteczności
2,4-D	++++±	fluroksypyr	+++++
acetachlor	+++	glufosinat amonowy	++++±/+++++
bentazon	+++	jodosulfuron metylosodowy	++++/+++++
chinomerak	+++	karfentrazon etylu	++++±
chinomerak+chlorydazon	+++	MCPA	+++++
chlorydazon (gl. lekkie)	+++	mekoprop-P	+++++
chlorydazon (gl. średnie)	+++	mezotrion	+++++
chlorydazon (gl. ciężkie)	++++±	nikosulfuron	+++++
florasulam (2-6 liści)	+++++	pirydat	+++/+++++
florasulam+2,4-D (2-6 liści)	+++++		

+++ - skuteczność średnia - ++++ - skuteczność b. wysoka (różnice w poziomie skuteczności zależą od dawki)

## Literatura:

1. Adamczewski K. Odporność chwastów na herbicydy. 2014
2. Adamczewski K., Dobrzański A. Fitnes chwastów w badaniach odporności na herbicydy. Postępy w ochronie roślin 52 (3). 2012
3. Czubiński T., Paradowski A. Atlas chwastów dla praktyków. 2014
4. Paradowski A. Atlas chwastów. 2009
5. Skrzypczak G., Blecharczyk A. Podręczny atlas chwastów. 1995
6. Kierzek R. Strategia zapobiegania odporności miotły zbożowej na herbicydy.  
[www.agro.bayer.com.pl](http://www.agro.bayer.com.pl)
7. [www.wikipedia.pl](http://www.wikipedia.pl)
8. [www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)
9. Bortniak M., Tomasz R. Sekutowski T.R. Pogoda jednak ma wpływ na działanie herbicydów.  
<http://naszarola.pl>