

Renata Kieloch

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WPŁYW ODMIANY I AGROTECHNIKI NA KSZTAŁTOWANIE ZACHWASZCZENIA UPRAW ROLNICZYCH*

Słowa kluczowe: liczebność chwastów, skład gatunkowy zachwaszczenia, konkurencyjność upraw, glebowy bank nasion, czynniki agrotechniczne

Wstęp

Ochrona upraw przed chwastami jest znaczącym elementem technologii produkcji roślinnej mającym na celu zapobieganie lub zminimalizowanie strat w plonach powstałych w wyniku konkurencyjnego działania chwastów na roślinę uprawną. Postęp w rolnictwie, intensyfikacja produkcji roślinnej, czynniki organizacyjno-ekonomiczne oraz rozwój przemysłu chemicznego przyczyniają się do tego, że herbicydy są najbardziej popularnym środkiem służącym do utrzymania pól uprawnych w stanie wolnym od chwastów. Za stosowaniem herbicydów przemawia fakt, że są one łatwo dostępne, wysoce skuteczne, a na efekty ich działania nie trzeba długo czekać. W dodatku liczba substancji aktywnych herbicydów bądź ich fabrycznych mieszanin pozwala dobrać odpowiedni środek niemal na każdy rodzaj zachwaszczenia. Stosowanie środków ochrony roślin posiada również ujemne strony, ponieważ przyczynia się do skażenia gleb, wód i produktów rolnych oraz zmniejszenia bioróżnorodności agroekosystemów.

Ze względu na zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska naturalnego, jakie niesie ze sobą stosowanie chemicznej ochrony upraw, polityka państw Unii Europejskiej ukierunkowana jest na podejmowanie działań mających na celu ograniczenie ilości tych środków wprowadzanych na pola uprawne. Wyrazem tego jest obowiązująca w Polsce od 01.01.2014 Ustawa o integrowanej ochronie roślin (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 1107/2009, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE). Zakłada ona, że w celu ograniczenia występowania agrofagów należy w pierwszej kolejności wykorzystać wszystkie inne

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

metody, natomiast stosowanie pestycydów ograniczyć do minimum. Z tego względu priorytetem powinny stać się wszelkie działania profilaktyczne, które minimalizują zachwaszczenie pól uprawnych, co może skutkować ograniczeniem stosowania herbicydów.

Zbiorowisko chwastów na danym polu podlega dynamicznym zmianom w wyniku stosowania różnych praktyk rolniczych. Liczebność populacji chwastów oraz jej skład gatunkowy jest kształtowany poprzez dwa główne czynniki – konkurencję rośliny uprawnej oraz glebowy bank nasion, które w mniejszym lub większym stopniu zależą od poszczególnych elementów agrotechniki takich jak: płodozmian, nawożenie, uprawa gleby, termin i gęstość siewu, dobór odmiany. Właściwie dobrana agrotechnika ma na celu zwiększenie konkurencyjności upraw w stosunku do chwastów oraz ograniczenie zasobności glebowego banku nasion chwastów.

Wybór odmiany a stan zachwaszczenia

Znaczenie odmiany w ograniczaniu zachwaszczenia upraw polega na wykorzystaniu jej potencjału konkurencyjnego w stosunku do chwastów. Wynika on z cech budowy morfologicznej roślin, tj. wysokość roślin, wielkość i kąt ustawienia blaszek liściowych oraz właściwości fizjologicznych, tj. tempo wschodów i wzrostu początkowego, a także wczesność dojrzewania (7, 15). Kluczową rolę w ograniczaniu zachwaszczenia pełnią te cechy odmian, które decydują o zakryciu międzyrzędzi. Im bardziej zacieniona jest powierzchnia gleby w łanie, tym mniej dogodne są warunki do wschodu chwastów. Ograniczony jest bowiem dostęp światła do powierzchni gleby, na której zgromadzone są nasiona i siewki wschodzących chwastów (1). Istnieje zależność pomiędzy zacienieniem powierzchni gleby a składem gatunkowym chwastów na danym polu. Jest to podyktowane reakcją poszczególnych gatunków na deficyt światła. Gatunki tolerancyjne na zacienienie, np. *Capsella bursa-pastoris*, mogą licznie występować nawet na polach utrzymanych w wysokiej kulturze, na których roślina uprawna stanowi dużą konkurencję dla wschodzących chwastów (42).

Za zdolności konkurencyjne odmian nie jest odpowiedzialna pojedyncza cecha, lecz wynikają one z całokształtu cech morfologicznych i fizjologicznych. W IUNG-PIB w Puławach prowadzone są badania nad oceną zachwaszczenia różnych odmian pszenicy. Między innymi oceniano cechy biometryczne dwóch odmian pszenicy zwyczajnej (Kobra i Mewa) oraz pszenicy orkisz (Schwabekorn) na liczebność chwastów w ich uprawach (tab. 1). Uzyskane rezultaty wykazały, że pszenica orkisz odznaczała się najlepszymi zdolnościami konkurencyjnymi w stosunku do chwastów. W porównaniu do odmian pszenicy zwyczajnej, rośliny orkiszu wytworzyły większe liście, osiągnęły wyższy wzrost i lepiej się krzewiły, w związku z czym lepiej ograniczały liczebność chwastów w łanie (15). Ten gatunek pszenicy był powszechnie uprawiany w czasach, kiedy jeszcze nie stosowano herbicydów, w związku z czym musiał odznaczać

się właściwościami uzdalniającymi go do zagłuszania chwastów pojawiających się w łanie. Obecnie orkisz doskonale nadaje się do upraw ekologicznych, ponieważ dzięki wysokiej zdolności do supresji chwastów, nie wymaga stosowania chemicznych środków chwastobójczych.

Tabela 1

Cechy wzrostu i rozwoju odmian pszenicy ozimej oraz ich zachwaszczenie w fazie krzewienia

Wyszczególnienie	Kobra	Mewa	Schwabenkorn
Powierzchnia liści (cm ²)	33,6	33,6	53,3
Rozkrzewienie	3,6	4,2	5,7
Wysokość (cm)	13,1	13,3	15,4
Sucha masa pszenicy (g·m ⁻²)	53,0	65,0	86,0
Zachwaszczenie (szt.·m ⁻²)	220	239	188

Źródło: Feledyn-Szewczyk i Duer, 2006 (15)

Konkurencyjność odmian może wynikać również z ich zróżnicowanych zdolności allelopatycznych. Zjawisko allelopatii polega na wytwarzaniu przez roślinę swoistych substancji chemicznych, które uwalniane do środowiska poprzez ulatnianie, wydzieliny korzeniowe lub rozkład resztek pożywnych działają na inne organizmy. W wydzielinach korzeniowych zbóż można znaleźć takie związki jak: gramina, kwasy fenolowe, skopoletyny, natomiast w roślinach kapustnych glukozynolany, a w słoneczniku skopoletyny, kwasy fenolowe (4, 6, 23). Odmiany jednego gatunku różnią się pod względem rodzaju wytwarzanych substancji fitotoksycznych, jak również ich stężenia w całej roślinie i/lub poszczególnych organach roślinnych (4, 5, 41). Wykazano, że istnieją różnice między genotypami w ograniczaniu zachwaszczenia dzięki wykorzystaniu ich potencjału allelopatycznego. W doświadczeniach z sześcioma odmianami rzepaku różnice pomiędzy odmianami w hamowaniu wzrostu życicy rocznej wahały się od 0 do 45% (5). Wykazano również zróżnicowanie w ograniczaniu liczebności chwastów dla ośmiu badanych odmian słonecznika, które wahało się w bardzo szerokim zakresie, tj. 10-87% (4).

Uprawa wysoce konkurencyjnych odmian, dzięki ograniczeniu liczebności chwastów, pozwala zmniejszyć stosowanie herbicydów. Badania prowadzone na terenie Grecji wykazały, że w uprawie bardziej konkurencyjnych odmianach pszenicy możliwe jest 50-procentowe obniżenie wysokości zalecanych dawek (39). Z kolei w krajowych badaniach nad stosowaniem zredukowanych dawek chlorosulfuronu w dwóch zróżnicowanych pod względem wysokości roślin odmianach pszenżyta ozimego nie dowiedziono różnic zarówno w stopniu zachwaszczenia, jak również w zniszczeniu chwastów (25).

Zdolności odmian do redukcji zachwaszczenia mogą być pełniej wykorzystane w zasiewach mieszanych międzyodmianowych. Uważa się, że rośliny uprawiane w mieszance, zarówno międzygatunkowej jak również międzyodmianowej, są bardziej

konkurencyjne w stosunku do chwastów ze względu na lepsze wykorzystanie zasobów siedliska. W mieszance międzyodmianowej jęczmienia jarego zachwaszczenie było mniejsze o 21% w porównaniu z siewem czystym (40).

Konkurencyjność odmian posiada niewielkie znaczenie w pracach hodowlanych, a główny nacisk kładzie się na wysokość i jakość plonów, natomiast problem zachwaszczenia może być rozwiązany za pomocą herbicydów.

Siew roślin

Konkurencyjność odmian w stosunku do chwastów jest ściśle powiązana z warunkami siewu, tj. gęstością oraz terminem, a także rozstawą rzędów. Są to czynniki decydujące o zwarcie ładu, a tym samym o kielkowaniu, wschodach chwastów i ich wzroście w łanie.

Siew zagęszczony i/lub w wąskich rzędach ogranicza zachwaszczenie poprzez redukcję ilości energii świetlnej docierającej do powierzchni gleby. W roślinach uprawianych w wąskich rzędach ład jest bardziej zwarty, co ogranicza wschody chwastów. Odmiany w różnym stopniu reagują na zróżnicowaną gęstość siewu nie tylko pod względem plonowania, lecz również zdolności do zagłuszania chwastów. W doświadczeniach prowadzonych w IUNG-PIB w Puławach, w których porównywano stopień zachwaszczenia dwóch odmian pszenicy ozimej (Tonacja i Kobra) w zależności od gęstości siewu – siew rzadki 200 szt./m² i standardowy – 400 szt./m², tylko odmiana Tonacja zareagowała na zróżnicowaną gęstość siewu. W warunkach siewu rzadkiego zaobserwowano o 47% wyższą liczebność chwastów w tej odmianie w porównaniu z siewem standardowym (26).

Odpowiednio dobrana norma wysiewu może znacznie ograniczyć zachwaszczenie upraw. W badaniach Buczka i in. (10) uzyskano redukcję masy i liczby chwastów odpowiednio o ok. 50% i 60% dla siewu zagęszczonego w porównaniu z siewem rzadkim. Ograniczenie liczebności chwastów w warunkach zwiększonej ilości siewu (250 w porównaniu z 150 i 200 ziarniaków na 1 m²) zaobserwowano również w doświadczeniach z orkiszem (tab. 2). Gęstość siewu nie miała jednak istotnego wpływu na ograniczenie masy chwastów, gdy zastosowano wyższe nawożenie azotowe (3).

Tabela 2

Wpływ gęstości siewu pszenicy ozimej na zachwaszczenie (średnia 2005-2007)

Gęstość siewu (liczba kielkujących ziarniaków na 1 m ²)	Liczba chwastów (szt./m ²)	Masa chwastów (g/m ²)
250	86,4	62,8
350	69,6	51,8
450	38,1	41,5
550	35,7	31,1

Źródło: Buczek i in., 2011 (10)

W celu określenia zależności w układzie odmiana x parametry siewu wykorzystywane są modele matematyczne mające na celu opracowanie optymalnych kombinacji, tak aby ograniczyć zachwaszczenie i uzyskać możliwie wysokie plony. Opracowano m.in. model dla układu pszenica ozima – wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*) (2). Autorzy twierdzą, że za konkurencyjność uprawy w stosunku do chwastów odpowiedzialne jest współdziałanie terminu i gęstości siewu oraz właściwości odmiany. Jednak korzyści wynikające z wyboru odmiany bardziej konkurencyjnej maleją gdy pszenicę wysiano w późniejszym terminie i w większej obsadzie roślin.

Płodozmian

Właściwy płodozmian pełni ważną funkcję w ograniczaniu agrofagów na polach uprawnych, w tym również liczebności chwastów. Uważa się, że spośród czynników agrotechnicznych kształtujących zachwaszczenie upraw, to właśnie płodozmian odgrywa wiodącą rolę (22, 32, 35). Powinien on uwzględniać różnorodne gatunki biorąc pod uwagę klasę botaniczną, termin siewu, rozstaw rzędów. Im bardziej jest on zróżnicowany, tym uprawy są mniej zachwaszczone niż w płodozmianie uproszczonym. Za jedną z przyczyn tego stanu upatruje się fakt, że w bardziej zróżnicowanej rotacji roślin większa jest różnorodność mikrobiologiczna gleby, co sprzyja rozkładowi nasion chwastów przez grzyby i tym samym zmniejsza pulę nasion zdolnych do kiełkowania (21). Podatność poszczególnych gatunków chwastów na działanie mikroorganizmów jest zróżnicowana, w zależności od grubości okrywy nasiennej. Gatunki z grubszą okrywą nasienną np. *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album* są znacznie trudniej rozkładane, w związku czym mogą licznie występować na polach, niezależnie od zmianowania.

Uwarunkowania gospodarczo-ekonomiczne kształtują strukturę agrarną kraju, a tym samym wpływają na następstwo uprawianych gatunków. Dominacja zbóż w strukturze zasiewów Polski (powyżej 70%) wymusza ich uprawę po sobie, a niejednokrotnie dany gatunek uprawia się w monokulturze. Uprawa roślin w monokulturze skutkuje wzrostem zarówno liczebności, jak i biomasy chwastów. Przyczynia się również do zmian w strukturze populacji chwastów, które polegają na ograniczeniu bioróżnorodności na rzecz dominacji gatunkowej (19, 29, 37). Tego rodzaju zależność wykazano m.in. w siedmioletniej monokulturze jęczmienia jarego, w której liczba gatunków dominujących, tj. *Matricaria maritima* ssp. *inodora* i *Echinochloa crus-galli*, była odpowiednio o 4,5 oraz 5,5 razy większa niż w jęczmieniu uprawianym w płodozmianie (29), natomiast w siedmioletniej monokulturze kukurydzy liczebność gatunku dominującego *Echinochloa crus-galli* wzrosła blisko trzykrotnie w odniesieniu do stanu początkowego (19).

Wzrost liczebności chwastów w monokulturach następuje w różnym tempie. W badaniach Parylak i in. (33) wzrost zachwaszczenia monokultury pszenżyta

ozimego zaobserwowano dopiero w okresie 9-20 lat od zapoczątkowania uprawy tego gatunku po sobie. Z kolei w monokulturze jęczmienia jarego stały wzrost liczebności chwastów występował już od początku jej wdrażania (29).

Korzystną rolę w ograniczaniu zachwaszczenia w płodozmianach uproszczonych przypisuje się międzyplonom, które wysiewane są późnym latem po zbiorze zbóż i rosną aż do siewu następczej rośliny jarej. Ich znaczenie w regulacji zachwaszczenia wynika z supresji chwastów dzięki wytwarzaniu dużej ilości biomasy oraz działaniu allelopatycznemu (14). Dodatkową korzyścią wynikającą ze stosowania międzyplonów jest wzbogacenie gleby w materię organiczną, co ma szczególne znaczenie w ekologicznej produkcji roślinnej. Do najpowszechniej stosowanych nawozów zielonych należą rośliny strączkowe i gorczyca. Ograniczenie zachwaszczenia pól dzięki uprawie międzyplonów jest bardziej widoczne na glebach słabszych, z mniejszą ilością materii organicznej (31). Z drugiej jednak strony te gatunki roślin okrywowych, które wzbogacają glebę w azot mogą stymulować wschody i wzrost chwastów.

Innym sposobem na zmniejszenie zachwaszczenia w płodozmianach uproszczonych jest uprawa mieszanek międzygatunkowych: zbożowo-strączkowych oraz zbożowych. Zwiększenie udziału mieszanki jęczmienia jarego z grochem siewnym w płodozmianie może znacząco zredukować liczebność glebowego banku nasion (28). W mieszkankach zbożowych najlepiej pod względem konkurencyjności w stosunku do chwastów notowane są mieszanki z owsem, któremu przypisuje się duże zdolności fitosanitarne. Im większy jest udział owsa w mieszance, tym mniej zachwaszczone jest pole (24, 38).

Uprawa roli

Wyróżniamy trzy systemy uprawy roli, tj. tradycyjny (płużny) oraz dwa systemy bezorkowe (uprawa uproszczona i uprawa zerowa tzw. siew bezpośredni). Uprawa roli kształtuje zachwaszczenie upraw głównie poprzez wpływ na glebowy bank nasion chwastów. Im więcej nasion nagromadzonych jest w warstwie ornej gleby, tym silniej zachwaszczane są uprawy. W konwencjonalnym systemie uprawy roli, w czasie orki następuje odwrócenie i przemieszanie gleby, w związku z czym wiele nasion przemieszczonych jest w głąb warstwy ornej. W uprawie uproszczonej, na skutek braku orki większość nasion chwastów pozostaje w górnej warstwie gleby, skąd mogą łatwo kiełkować, co skutkuje wzrostem zachwaszczenia pól (9, 16, 20). Nie wszystkie badania w tym zakresie potwierdzają powyższą prawidłowość. Prowadzono również prace, które wykazały, że liczebność nasion chwastów w górnej warstwie gleby była najmniejsza (12, 35). Tłumaczone jest to faktem, że w systemach bezorkowych brak jest dopływu nasion chwastów z głębszych warstw gleby, w związku z czym ich pula w górnej warstwie będzie się zmniejszać, zwłaszcza przy prawidłowo prowadzonej ochronie chemicznej.

Uważa się, że uprawa uproszczona powinna być stosowana tylko w odpowiednim następstwie roślin. Badano wpływ uproszczeń w uprawie roli na wielkość i skład

glebowego banku nasion oraz jego rozmieszczenie w profilu glebowym w zależności od zmianowania (tab. 3). Prace te dowiodły, że wpływ uproszczeń w uprawie roli na wielkość i skład glebowego banku nasion był bardziej wyraźny w pszenicy uprawianej w monokulturze i w zmianowaniu z bobikiem, natomiast posiadał niewielkie znaczenie w przypadku pszenicy uprawianej w zmianowaniu z koniczyną. Jednocześnie nastąpiło ograniczenie bioróżnorodności i wzrost dominacji niektórych gatunków chwastów (35).

Tabela 3

Wpływ następstwa roślin i uprawy roli na glebowy bank nasion

Głębokość warstwy gleby	Liczba gatunków chwastów					
	monokultura pszenicy		pszenica – bobik		pszenica – koniczyna	
	UT	UU	UT	UU	UT	UU
0-5	15,5	18,0	17,5	18,0	15,0	17,5
5-15	13,5	13,5	13,0	12,0	12,5	13,0
15-30	16,5	12,0	16,5	9,0	14,0	11,5
0-30	25,0	22,5	27,5	22,5	22,0	23,0
Głębokość warstwy gleby	liczba siewek chwastów (szt./m ²)					
	monokultura pszenicy		pszenica – bobik		pszenica – koniczyna	
	UT	UU	UT	UU	UT	UU
0-5	1616	7562	1591	4687	861	2221
5-15	3147	4943	2565	4466	1178	2633
15-30	11 078	3680	4537	2429	2827	2189
0-30	15 840	16 185	8692	11582	4866	7043

UT – uprawa tradycyjna, UU – uprawa uproszczona

Źródło: Ruisi i in., 2015 (35)

Mniejsze zachwaszczenie w konwencjonalnym systemie uprawy może wynikać również ze stanu rośliny uprawnej, a ściślej mówiąc, cech decydujących o konkurencyjności. W soi uprawianej tradycyjnie stwierdzono większą obsadę oraz wysokość roślin, co mogło przyczynić się do ograniczenia zachwaszczenia w porównaniu z soją uprawianą w systemie bezorkowym (16).

Wzrost zachwaszczenia pól, na których stosuje się systemy bezorkowe jest szczególnie wyraźny w pierwszych latach wdrażania tego systemu, po czym następuje stabilizacja liczebności chwastów, a nawet może być ona niższa w porównaniu z uprawą konwencjonalną (9, 27). W monokulturze kukurydzy, systematyczny wzrost zachwaszczenia był obserwowany w uprawie uproszczonej, natomiast w uprawie zerowej tylko w pierwszych trzech latach, po którym zmniejszał się do poziomu oznaczonego na uprawie tradycyjnej (9). Stąd też początkowy okres stosowania uproszczeń wiąże się ze zwiększeniem nakładów na chemiczną regulację zachwaszczenia.

Uproszczenia w uprawie roli przyczyniają się do zmian w składzie gatunkowym populacji chwastów. Powszechnie uważa się, że w warunkach uproszczonej uprawy roli, następuje ograniczenie bioróżnorodności w zbiorowisku chwastów na rzecz

wzrostu dominacji (9, 20). Zmniejsza się także liczebność krótkotrwałych chwastów dwuliściennych na rzecz jednoliściennych oraz gatunków wieloletnich (9, 20, 27, 36). Stwierdzono, że na skutek rezygnacji z orki na polu kukurydzy pojawiły się nowe gatunki chwastów wieloletnich oraz nastąpił wzrost nasilenia już wcześniej występujących, niezależnie od tego czy kukurydzę uprawiano w zmianowaniu, czy też w monokulturze (20). Wiele spośród chwastów wieloletnich to gatunki posiadające zdolność do rozmnażania wegetatywnego, z podziemnych kłączy lub rozłogów. W uprawie bezpłucznej brak jest możliwości niszczenia znajdujących się w głębszych partiach gleby tych organów, w związku z czym mogą z nich wyrastać nowe pędy.

Nawożenie

Wyższy poziom nawożenia ogranicza zachwaszczenie ładu głównie z powodu poprawy zdolności konkurencyjnych rośliny uprawnej (8, 30). Azot jest czynnikiem silnie wpływającym na przyrost biomasy roślin w początkowym okresie ich rozwoju. Przyczynia się tym samym do szybszego zakrywania międzyrzędzi, co ogranicza wschody i wzrost chwastów. Z drugiej strony poprawa zasobności gleby stwarza dogodne warunki dla wzrostu nie tylko rośliny uprawnej, lecz również chwastów. Tego rodzaju zależność wykazano m.in. w badaniach Suwary i in. (37), w których dowiedziono, że w warunkach zwiększonego nawożenia azotem następuje ograniczenie liczebności chwastów przy jednoczesnym wzroście ich masy. Chwasty mogą bowiem pobierać z gleby znaczne ilości składników pokarmowych. Stwierdzono, że przyrost biomasy chwastów w wyniku nawożenia wynosił aż 60% natomiast kukurydzy 43%. Wynikało to ze zróżnicowanego składu gatunkowego chwastów, składającego się z taksonów o różnych wymaganiach pokarmowych, co sprzyjało lepszemu wykorzystaniu składników. Ponadto, w odróżnieniu od kukurydzy, pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty było bardziej efektywne wraz ze wzrostem dawki nawozu (30).

Poziom nawożenia determinuje również skład gatunkowy i bioróżnorodność zbiorowiska chwastów. Rezultaty badań prowadzonych w omawianym zakresie są bardzo często rozbieżne. Uzyskiwano zarówno brak wpływu nawożenia na różnorodność populacji chwastów (11), jak również wzrost bioróżnorodności pod wpływem nawożenia azotowego (37). W badaniach Pawlonki i Skrzyczyńskiej (34) wyższe dawki azotu z jednej strony ograniczyły zachwaszczenie, lecz jednocześnie przyczyniły się do zmian w składzie gatunkowym populacji chwastów. Zwiększone nawożenie azotowe okazało się korzystne dla gatunków azotolubnych, które w takich warunkach produkowały więcej biomasy i przez to silniej konkurowały z pszenżytem ozimym.

Zmiany w zbiorowisku chwastów na skutek nawożenia mineralnego podyktowane są w dużej mierze zróżnicowanymi preferencjami pokarmowymi gatunków występujących na danym polu. Chwasty jednoliścienne pobierają więcej składników

niż chwasty dwuliścienne. Wykazano również różnice w zdolności akumulacji mikroelementów w biomase roślin (tab. 4). Stwierdzono, że *Chenopodium album* L. i *Galinsoga parviflora* Cav. posiadają dużą zdolność do akumulacji manganu, zaś *Cirsium arvense* L. do akumulacji żelaza (18).

Tabela 4

Pobieranie mikroelementów przez kukurydzę i niektóre gatunki chwastów

Gatunek	Pobranie składnika (mg/ha)			
	Cu	Zn	Mn	Fe
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	880	207	6490	9340
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	40	80	330	280
<i>Chenopodium album</i> L.	160	470	2030	1150
<i>Cirsium arvense</i> L.	10	40	80	470
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. ssp. <i>lapathifolium</i>	30	40	90	90
<i>Zea mays</i> L.	68100	200	115200	640200

Źródło: Głowacka, 2012 (18)

Na stan zachwaszczenia wpływa również rodzaj nawożenia (mineralne lub organiczne). Powszechnie uważa się, że nawozy organiczne mogą zawierać zdolne do kiełkowania nasiona chwastów, które po dostaniu się do gleby zwiększają zasobność glebowego banku nasion. Warunkiem uniknięcia tego zjawiska jest właściwe kompostowanie, będące w stanie stworzyć środowisko odpowiednie dla rozwoju mikroorganizmów rozkładających nasiona chwastów. Na podstawie 12-letnich badań w monokulturze kukurydzy porównujących wpływ różnych systemów nawożenia (gnojowica, kompost i nawożenie mineralne) na wielkość i skład banku nasion chwastów wykazano, że tylko nawożenie mineralne wpływa istotnie na zasobność glebowego banku nasion (tab. 5). Spowodowało ono ograniczenie liczebności nasion chwastów, przy czym dawka azotu nie miała znaczenia (13). Regularne nawożenie kompostem ograniczyło liczbę nasion w glebie oraz wschody wysoce konkurencyjnych dla kukurydzy chwastów, jak *Chenopodium album* i *Solanum nigrum*. Można to wytłumaczyć faktem, że ten sposób nawożenia poprawia zawartość materii organicznej w glebie, a tym samym aktywność mikroorganizmów rozkładających nasiona chwastów. Z tego powodu uważa się, że długofalowe stosowanie prawidłowo przygotowanego i przechowywanego kompostu jest w stanie tak zmienić właściwości gleby, aby posiadała zdolność do redukcji zachwaszczenia.

Tabela 5

Liczba siewek chwastów w zależności od rodzaju nawożenia

Rodzaj nawozu	Dawka (t·ha ⁻¹)	<i>Chenopodium album</i>	<i>Lamium purpureum</i>	<i>Stellaria media</i>	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Senecio vulgaris</i>	Srednio
Gnojowica	0	29,0	47,2	11,0	60,6	10,9	3,65	27,1
	42,3	21,9	29,0	15,6	62,5	6,8	4,5	23,4
Azot mineralny	0	33,6	52,4	18,5	67,9	15,1	3,1	31,8
	0,1	13,3	43,5	11,6	53,3	6,3	4,0	22,0
	0,2	23,5	33,5	9,8	63,6	5,1	5,2	23,5
Kompost	0	37,8	31,5	10,7	70,2	12,6	2,9	27,6
	22,5	15,7	51,2	9,9	52,3	4,4	4,7	23,0
	45	22,8	46,6	19,2	62,2	9,7	4,6	27,5

Źródło: de Cauvier i in., 2010 (13)

W badaniach nad łącznym wpływem uprawy roli i nawożenia na zachwaszczenie jęczmienia jarego zaobserwowano zmniejszenie populacji chwastów w warunkach uprawy tradycyjnej i zwiększonego nawożenia azotowego. Natomiast wzrost nawożenia w warunkach uprawy uproszczonej i zerowej przyczynił się do wzrostu zachwaszczenia (17).

Podsumowanie

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki doświadczeń nad wpływem poszczególnych elementów agrotechniki na zachwaszczenie upraw mogą wyznaczać pewne tendencje i ogólne zależności. W praktyce jednak liczebność i skład gatunkowy zbiorowiska chwastów jest kształtowany przez cały kompleks zabiegów agrotechnicznych, przebieg pogody oraz specyficzne dla danego pola warunki glebowe. Znaczącą rolę w tym względzie odgrywa również skład gatunkowy glebowego banku nasion chwastów, ponieważ poszczególne taksony odznaczają się specyficznymi wymaganiami co do siedliska i w różnym stopniu reagują na zabiegi agrotechniczne.

Literatura

1. Andrew I.K.S., Storkey J., Sparkes D.L.: A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Res.*, 2015, **55**: 239-248.
2. Andrew I.K.S., Storkey J.: Using simulation models to investigate the cumulative effects of sowing rate, sowing date and cultivar choice on weed competition. *Crop Prot.*, 2017, **95**: 109-115.
3. Andruszczak S.: Weed infestation of new spring breeding lines of spelt wheat depending on sowing rate and nitrogen fertilization. *Fragm. Agron.*, 2017, **34(3)**: 14-24.
4. Alsaadawi I.S., Sarbout A.K., Al-Shamma L.M.: Differential allelopathic potential of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes on weeds and wheat (*Triticum aestivum* L.) crop. *Archiv. Agron. Soil Sci.*, 2012, **58**: 1139-1148.

5. Assaduzaman M., Pratley J.E., An M., Luckett D.J., Lemerle D.: Metabolomics differentiation of canola genotypes: toward an understanding of canola allelochemicals. *Front. Plant Sci.*, 2015, **5**: 765.
6. Baghestani A., Lemieux C., Leroux G.D., Baziramakenga R., Simard R.R.: Determinations of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. *Weed Sci.*, 1999, **47**: 498-504.
7. Beckie H.J., Johnson E.N., Blackshaw R.E., Gan Y.: Weed suppression by canola and mustard cultivars. *Weed Technol.*, 2008, **22**: 182-185.
8. Blackshaw R.E.: Application method of nitrogen fertilizer affects weed growth and competition with winter wheat. *Weed Biol. Manag.*, 2004, **4**: 103-113.
9. Bleharczyc A., Małecka I., Skrzypczak G.: Wpływ uproszczonej uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie kukurydzy oraz na właściwości gleby. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2004, **3(1)**: 157-163.
10. Buczek J., Szpunar-Krok E., Bobrecka-Jamro D.: Yield and weed infestation of winter wheat in dependence on sowing density and agricultural practice level. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2011, **10(4)**: 35-44.
11. Brzozowska I., Brzozowski J., Kurowska A.: Diversity of segetal flora in a field of spring triticale depending on weed control and nitrogen fertilization methods. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2014, **13(4)**: 7-17.
12. Bujak K., Frant M.: Wpływ uproszczeń w uprawie roli i poziomu nawożenia mineralnego na zachwaszczenie potencjalne gleby. *Acta Agrophys.*, 2009, **13(2)**: 311-320.
13. de Cauwer B., Van Den Berge K., Cougnon M., Bulcke R., Reheul D.: Weed seedbank responses to 12 years of applications of composts, animal slurries or mineral fertilisers. *Weed Res.*, 2010, **50**: 425-435.
14. Farooq M., Jabran K., Cheema Z.A., Wahid A., Siddique K.H.M.: The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest. Manag. Sci.*, 2011, **67(5)**: 493-506.
15. Feledyn-Szewczyk B., Duer I.: Ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2006, **51**: 30-35.
16. Gawęda D., Cierpiała R., Harasim E., Haliniarz M.: Effect of tillage systems on yield, weed infestation and seed quality elements of soybean. *Acta Agrophys.*, 2016, **23(2)**: 175-187.
17. Gieźma-Mikoda M., Zimny L., Wacławowicz R.: Wpływ systemów uprawy na zachwaszczenie jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Postępy w Ochronie Roślin*, 2012, **52(2)**: 283-286.
18. Głowacka A.: Content and uptake of microelements (Cu, Zn, Mn, Fe) by maize (*Zea mays* L.) and accompanying weeds. *Acta Agrobot.*, 2012, **65(4)**: 179-188.
19. Gołębiowska H.: Wpływ wieloletniej uprawy kukurydzy na ziarno na występowanie chwastów. *Pam. Puł.*, 2006, **142**: 127-136.
20. Gołębiowska H.: Diversity of weed infestation depending on maize cropping system. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2011, **10(1)**: 13-23.
21. Gómez R., Liebman M., Munkvold G.: Weed seed decay in conventional and diversified cropping system. *Weed Res.*, 2013, **54**: 13-25.
22. Hanzlik C., Gerowitt B.: Occurrence and distribution of important weed species in German winter oilseed rape fields. *J. Plant Dis. Prot.*, 2012, **119**: 107–120.
23. Haramoto E.R., Galandt E.R.: Brassica cover cropping: I. Effects on weed and crop establishment. *Weed Sci.*, 2005, **53**: 695-701.
24. Kaczmarek S., Adamczewski K., Matysiak K.: Comparison of florasulam + 2,4-D application effect in wheat, oat and barley cultivated in monocrops and in two-species mixtures. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2010, **9(4)**: 29-37.

25. Kaczmarek S., Matysiak K.: Application of reduced doses of chlorsulfuron in semi-dwarf and full-height cultivars of winter triticale. *J. Plant Prot. Res.*, 2015, **55(1)**: 8-15.
26. Kieloch R., Domaradzki K.: Wpływ gęstości siewu pszenicy ozimej odmian Kobra i Tonacja na skuteczność działania herbicydów. *Biul. IHAR*, 2009, **253**: 147-155.
27. Kordas L.: Wpływ wieloletniego stosowania uprawy zerowej w zmianowaniu na zachwaszczenie. *Prog. Plant Prot./Postępy w Ochronie Roślin*, 2004, **44(2)**: 841-844.
28. Kostrzewska M.K., Wanic M., Jastrzębska M., Ciućkowska-Sadlak B.: Wpływ przedplonu i mieszanki zbożowo-strączkowej w płodozmianie na różnorodność glebowego banku nasion chwastów. *Fragm. Agron.*, 2016, **33(2)**: 35-43.
29. Kwiatkowski C., Wesołowski M., Stępień A.: Bioróżnorodność chwastów w trzech odmianach jęczmienia jarego uprawianych w siedmioletniej monokulturze i zmianowaniu. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2004, **3(2)**: 109-117.
30. Lechoczky E., Tóth Z., Kismányoky A., Kismányoky T.: Nutrient uptake by weeds in a long-term maize field experiment. *Agrokémia és Talajtan*, 2006, **55(1)**: 175-182.
31. Masilionyte L., Maiksteniene S., Kriauciuniene Z., Jablonskyte-Rasce D., Zou L., Sarauskis E.: Effect of cover crops in smothering weeds and volunteer plants in alternative farming systems. *Crop Prot.*, 2017, **79**: 74-81.
32. de Mol F., von Redwitz C., Gerowitt B.: Weed species composition of maize fields in Germany is influenced by site and crop sequence. *Weed Res.*, 2015, **55**: 574-585.
33. Parylak D., Pytlarz E., Paluch M.: Zmiany zachwaszczenia łąnu w wieloletniej monokulturze pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.*, 2016, **33(2)**: 63-70.
34. Pawlonka Z., Skrzyczyńska J.: Wpływ wybranych elementów agrotechniki i warunków meteorologicznych na zachwaszczenie pszenżyta ozimego. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Agricultura*, 2004, **59(3)**: 1037-1047.
35. Ruisi P., Frangipane P., Amato B., Badagliacca G., Di Miceli G., Plaia A., Giambalvo D.: Weed seedbank size and composition in a long-term tillage and crop sequence experiment. *Weed Res.*, 2015, **55**: 320-328.
36. Sans F.X., Berner A., Armengot L., Mäder P.: Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat–sunflower–spelt cropping sequence. *Weed Res.*, 2011, **51**: 413-421.
37. Suwara I., Stępień W., Tymińska A., Pruska K.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i zmianowania na zachwaszczenie pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.*, 2016, **33(3)**: 107-116.
38. Tendziagolska E., Kuc P.: Zachwaszczenie owsa w siewie jednoodmianowym i mieszance trzech odmian w warunkach ekologicznego gospodarowania. *Prog. Plant Prot./Postępy w Ochronie Roślin*, 2012, **52**: 318-322.
39. Travlos I.S.: Reduced herbicide rates for an effective weed control in competitive wheat cultivars. *Int. J. Plant Prod.*, 2012, **6**: 1-13.
40. Wesołowski M., Kwiatkowski C., Stępień A.: Influence of inter-variety mixtures of spring barley on weed infestation in monocultural and crop rotation cultivation of this plant. *Acta Agrophys.*, 2003, **1(4)**: 795-802.
41. Wu H., Pratley J. E., Lemerle D., Haig T.: Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Res.*, 1999, **39**: 171-181.
42. Yasin M., Rosenqvist E., Jensen S.M., Andreasen C.: The importance of reduced light intensity on the growth and development of six weed species. *Weed Res.*, 2019, **59(2)**: 130-144.

Adres do korespondencji:

dr inż. Renata Kieloch
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
IUNG – PIB
ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław
tel. 71 363 87 07
e-mail: r.kieloch@iung.wroclaw.pl

AUTOR
Renata Kieloch

ORCID
0000-0001-7411-1115

