



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Rozwój potencjału innowacyjnego członków Sieci Naukowej „Agroinżynieria dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego i obszarów wiejskich”

Ekspertyza

BIOLOGICZNE I AGROTECHNICZNE ASPEKTY REGULOWANIA ZACHWASZCZENIA

Prof. dr hab. Adam Dobrzański
Instytut Warzywnictwa
Skierniewice 2009



Publikacja dostępna w serwisie: www.agengpol.pl

Spis treści

| | |
|---|----|
| 1. Wstęp | 3 |
| 2. Biologiczne i ekologiczne podstawy ochrony przed chwastami | 4 |
| 2.1. Przyczyny i źródła zachwaszczenia | 4 |
| 2.2. Podział chwastów i charakterystyka zbiorowisk chwastów segetalnych (polnych) | 7 |
| 2.1.1. Klasyfikacja botaniczna | 8 |
| 2.2.2. Podział chwastów polnych na grupy biologiczne w zależności od długości ich życia i okresów występowania | 9 |
| 2.2.3. Podział chwastów na grupy w zależności od temperatury gleby niezbędnej do kiełkowania nasion | 11 |
| 2.2.4. Charakterystyka zbiorowisk chwastów | 13 |
| 2.2.5. Biologiczne właściwości chwastów, oraz ich wpływ na sposób zwalczania i technologię uprawy roślin | 17 |
| 3. Konkurencja chwastów i ich szkodliwość w stosunku do roślin uprawnych | 17 |
| 3.1. Konkurencja | 17 |
| 3.2. Szkodliwość chwastów | 17 |
| 4. Pozytywne aspekty zachwaszczenia i czy chwasty są potrzebne w agroekosystemie | 20 |
| 5. Podsumowanie | 21 |
| 6. Literatura | 21 |

1. Wstęp

Współcześnie uprawiane gatunki roślin nie są naturalnymi składnikami agroekosystemu, lecz powstały w wyniku celowej działalności człowieka. Ich utrzymywanie w agroekosystemie zależy od właściwie prowadzonych czynności agrotechnicznych, z regulowaniem poziomu zachwaszczenia włącznie. Dlatego pola uprawne, sady, plantacje krzewów jagodowych i warzywnych nawet w rolnictwie ekologicznym, nie są naturalnym środowiskiem. Jednym z warunków uzyskiwania wysokich i dobrej jakości plonów roślin uprawnych jest umożliwienie im wzrostu w środowisku wolnym od chwastów. Rośliny niepożądane występujące na plantacjach uprawianych roślin wbrew woli człowieka, potocznie nazywane chwastami, są nieodłącznym składnikiem agrofitycenozy. Towarzyszą one roślinom uprawnym na każdym polu i nieznane są przypadki uprawy z powodzeniem jakiegokolwiek gatunku roślin bez odchwaszczania. Chwastami zajmował się człowiek od czasu, kiedy rozpoczął uprawę roli i roślin i niemal cała historia rolnictwa, od zarania dziejów, związana jest z ochroną przed chwastami. Prawie wszystkie zabiegi agrotechniczne prowadzone na polu uprawnym służą między innymi zwalczaniu chwastów. Zgodnie z Ustawą o ochronie roślin chwasty zaliczane są do agrofagów, czyli organizmów szkodliwych, podobnie jak choroby i szkodniki. Suma strat powodowanych zachwaszczeniem na ogół przekracza straty wywołane przez inne organizmy szkodliwe. Czasami, przy niewielkim nasileniu chorób czy szkodników, można zrezygnować z ich zwalczania. W wypadku chwastów taka sytuacja zdarza się niezmiernie rzadko. Dlatego regulowanie poziomu zachwaszczenia jest uznawane za bardzo ważny zabieg ochrony szczególnie w ekologicznej i integrowanej uprawie roślin. Obawa przed zagrożeniem ze strony chwastów i brakiem możliwości skutecznego ich zwalczania stanowi dla wielu rolników główną przeszkodę uniemożliwiającą konwersję z uprawy konwencjonalnej na ekologiczną (Beveridge i Naylor 1999). Nauką zajmującą się chwastami i metodami ich zwalczania jest herbologia, stanowiąca, obok entomologii i fitopatologii jeden z działów ochrony roślin.

Nauka ta ma charakter interdyscyplinarny, obejmuje bowiem między innymi:

- biologię i ekologię chwastów oraz ich rolę w agrocenozie,
- znaczenie i powstawanie banku nasion w glebie, jako źródła potencjalnego zachwaszczenia pól uprawnych,
- wzajemne relacje między roślinami uprawnymi i chwastami (pozytywne i negatywne), z uwzględnieniem zjawiska konkurencji między roślinami uprawnymi i roślinnością towarzyszącą,
- dynamikę populacji chwastów w różnych uprawach i przemiany zachodzące w zachwaszczeniu na skutek czynników siedliska i celowej agrotechnicznej działalności człowieka,
- określenie możliwości przemieszczania się chwastów z różnych obszarów i sposoby regulacji występowania i zwalczania chwastów różnymi metodami.

Można powiedzieć, iż na herbologię składają się wybrane elementy z zakresu agrofitycenoologii, czyli nauki o zbiorowiskach roślinnych pól uprawnych i sadów oraz uprawy roli i roślin, a także wiedza o herbicydach obejmująca między innymi praktyczne aspekty ich stosowania z uwzględnieniem wpływu na technologię produkcji, mechanizm działania herbicydów, czynniki warunkujące ich selektywność i skuteczność, tolerancję i wrażliwość roślin na ich działanie fitotoksyczne, przemiany herbicydów w roślinie i glebie oraz ich wpływ na środowisko. Celem działań rolnika powinno być zminimalizowanie ujemnych skutków wywołanych stałą obecnością chwastów. Jednak wyparcie chwastów z pól uprawnych nie jest osiągalne, chociażby dlatego, że wiele z nich produkuje dużo diaspor zachowujących bardzo długo zdolność do kiełkowania. Dlatego obecnie mówi się nie o całkowitym niszczeniu chwastów, lecz o **regulowaniu zachwaszczenia**, bądź o takim sterowaniu ochroną przed chwastami, aby sprowadzić je do poziomu niezagrażającego roślinom uprawnym (Adamczewski i Dobrzański 1997). Takie zdefiniowanie tego zagadnienia ma charakter ekologiczny, chwasty bowiem spełniają też rolę pożyteczną, przyczyniając się do podtrzymywania różnorodności biologicznej ekosystemu. W praktyce i wielu publikacjach, zwłaszcza popularnych, termin „**zwalczanie chwastów**” jest nadal powszechnie używany.

Na zależność strategii zwalczania chwastów od ich biologicznych właściwości chwastów zwraca uwagę między innymi Bhowmik (1997) w pracy „Weed biology: importance to weed management” (Biologia chwastów: jej znaczenie w kierowaniu chwastami). Od właściwości biologicznych chwastów zależy wybór sposobu ich zwalczania (np. maszyn i narzędzi, herbicydów, terminów i częstotliwość zabiegów mechanicznych i chemicznych). Z tego wynika, że znajomość całokształtu zagadnień wchodzących w zakres nauki o chwastach i metodach regulowania zachwaszczenia ma podstawowe znaczenie w kierowaniu skuteczną ochroną przed chwastami na polach uprawnych i w sadach. Celem tego opracowania jest zwrócenie uwagi na niektóre ważniejsze zagadnienia z tego zakresu.

2. Biologiczne i ekologiczne podstawy ochrony przed chwastami

Zachwaszczenie - to występowanie jednego lub większej liczby gatunków roślin niestanowiących przedmiotu uprawy na określonym terenie.

Terminem stan **zachwaszczenia** określa się liczbę gatunków chwastów na jednostce powierzchni i odzwierciedla on skład florystyczny danego zbiorowiska.

Stopień zachwaszczenia – to całkowita liczba lub biomasa chwastów jednego gatunku lub różnych gatunków na jednostce powierzchni.

W naturalnych zbiorowiskach, gdzie rośliny rosną bez interwencji człowieka, pojęcie zachwaszczenia nie istnieje nawet, gdy występują gatunki spotykane na polach uprawnych nazywane chwastami. Chwastami właściwymi stają się one dopiero po wzięciu określonego obszaru pod uprawę. Wg fitosocjologii (nauki o zbiorowiskach roślinnych), chwasty zaliczane są do flory synantropijnej, to jest do roślinności towarzyszącej człowiekowi, która opanowuje siedliska, gdzie zniszczono naturalną szatę roślinną. Chwastem jest każda "obca" roślina, której obecność na plantacji roślin aktualnie uprawianego gatunku przynosi niczym niezrównoważoną szkodę i jest niepożądana z punktu widzenia człowieka. Mamy przy tym na myśli przede wszystkim tzw. "**chwasty właściwe**", czyli rośliny dziko rosnące - niestanowiące przedmiotu celowej uprawy. Jednak zgodnie z tą definicją, roślinami zachwaszczającymi mogą być też różne gatunki roślin uprawnych, które dostały się na plantację przypadkowo czy zostały z poprzedniego okresu wegetacyjnego. **Są to tzw. „chwasty fakultatywne”** – względne. "Chwast", niezależnie od tego czy jest "właściwy" czy "względny" nie jest pojęciem biologicznym, lecz antropogenicznym, czyli wynikającym z celowej działalności agrotechnicznej. Niekiedy, zwłaszcza w rolnictwie ekologicznym chwasty nazywane są roślinami "towarzyszącymi" uprawianym gatunkom. Jednak głównym celem uprawy jest uzyskiwanie plonów gospodarczo wartościowych roślin a nie chwastów. Gatunki chwastów spotykane w uprawach roślin wykazują zdolności adaptacyjne do wszelkich zmian zachodzących w różnych elementach technologii produkcji takich jak nawadnianie, nawożenie i uprawa roli. Dlatego biologiczne właściwości chwastów zapewniają im przewagę nad roślinami uprawnymi niemal w każdym środowisku.

2. 1. Przyczyny i źródła zachwaszczenia

Wzajemne stosunki pomiędzy roślinami uprawnymi i towarzyszącymi im chwastami zależą od wielu czynników biologicznych, agroekologicznych i agrofitecologicznych. Szczególne znaczenie w kierowaniu ochroną przed chwastami ma znajomość biologicznych właściwości chwastów, między innymi takich jak sposób rozmnażania, przynależności do grup biologicznych, okresów w których poszczególne gatunki występują w sezonie wegetacyjnym i warunków siedliska wpływających na kiełkowanie i wschody. Chwasty rozmnażają się z diaspor, czyli części roślin, z których po oddzieleniu od rośliny macierzystej wyrastają nowe rośliny. Diaspory dzielą się na **generatywne** (nasiona, owoce, zarodniki) i **wegetatywne** (rozłogi, odrosty korzeniowe, cebule, bulwy, ukorzeniające się nadziemne części roślin). W odróżnieniu od nasion roślin uprawnych, które po wysianiu wschodzą szybko i równomiernie, kiełkowanie nasion chwastów rozciąga się zwykle na wiele miesięcy a nawet lat. W warunkach niesprzyjających kiełkowaniu zdolne do kiełkowania nasiona niektórych gatunków mogą przetrwać w glebie do kilkudziesięciu lat (Wehsarg 1961, Ennis 1977, Aldrich 1984, Van Acker 2009). Zazwyczaj jednak nasiona większości chwastów, dojrzewające i dostające się do gleby w danym roku

kiełkują w ciągu 4-6 lat. Rozłogi, kłącza lub cebule chwastów również mogą przetrwać w glebie długie okresy niesprzyjające. Chwasty rozmnażające się generatywnie charakteryzują bardzo wysoki współczynnik rozmnażania, tzn. wytwarzają one **ogromną** liczbę **nasion**. Liczba nasion wytwarzanych przez poszczególne gatunki zależy od warunków siedliska, a więc od długości okresu wegetacji, zasobności gleby, wielkości chwastów. Dlatego wartości liczbowe podawane dla poszczególnych gatunków przez różnych badaczy wahają się w szerokich granicach, np. dla komosy białej od 3 tys. do 100 tys., ale zawsze są to wielkości bardzo duże. Małe egzemplarze żółtlicy drobnokwiatowej (do wysokości 25 cm), słabo rozgałęzione i ulistnione, mogą wydać 200-300 nasion. Gdy chwast ten osiągnie wysokość około 100 cm i silnie się rozgałęzi, może wytworzyć nawet ponad 100 tys. nasion. Żółtlica drobnokwiatowa wymaga dużo światła i dlatego słabiej rozrasta się w uprawach roślin wysokich, dobrze zacieniających glebę, wydając mniej nasion niż w takich uprawach, gdzie odległość między rzędami roślin jest duża. Podobnie jest też w przypadku innych gatunków. Współczynniki rozmnażania roślin uprawnych są znacznie mniejsze niż chwastów, np. jedna roślina cebuli tworzy 3000-7500 nasion, kopru - 400-1900, ogórka - 60-1000, fasoli 30-120.

Podstawowym źródłem zachwaszczenia jest „**glebowy bank diaspor chwastów**” nazywany zwyczajowo „bankiem nasion” (ang. weed seed bank). **Bank nasion to zasoby zdolnych do życia nasion i innych organów rozmnażania obecnych w glebie i na jej powierzchni, które w sprzyjających warunkach kiełkują i kształtują stan i stopień zachwaszczenia** (Roberts 1968, Buchler i in.1997; Christoffoleti i Caetano1998, Bochenek 2000). Bank nasion chwastów w glebie istnieje zawsze stanowiąc nieodłączną część agroekosystemu. Jest on stale uzupełniany nowymi porcjami nasion przez ich przenoszenie na plantacje roślin uprawnych z miejsc, gdzie chwasty te mogą wytworzyć nasiona (miedze, obrzeża pól, ugory i odłogi, niestarannie odchwaszczone rośliny uprawiane w zmianowaniu). Z tego powodu całkowita eliminacja chwastów jest niemożliwa. Dostające się do gleby nasiona chwastów są źródłem zachwaszczenia przez wiele okresów wegetacyjnych, ponieważ niektóre gatunki zachowują w glebie zdolność kiełkowania bardzo długo. Stąd niszczenie chwastów zanim zakwitną i wytworzą nasiona, aby nie dodawać nowych porcji do banku nasion jest niezmiernie ważne w ochronie upraw przed zachwaszczeniem.

Wielkość banku nasion jest rezultatem:

- osypywania się nasion z rosnących chwastów (tzw. „deszcz nasion”),
- zjadania przez zwierzęta,
- starzenia i naturalnego obumierania nasion,
- opóźnionej zdolności kiełkowania,
- różnych faz fizjologicznego spoczynku (bezwzględny, względny i indukowany),
- zalegania nasion na różnych głębokościach,
- ograniczania rezerw nasion poprzez zwalczanie chwastów różnymi zabiegami.

W glebie zalegają nasiona w różnym wieku, a więc w różnej fazie spoczynku i gotowości do kiełkowania oraz na różnej głębokości. Skład gatunkowy banku zmienia się zarówno w ciągu sezonu wegetacyjnego, jak i w kolejnych latach, na skutek takich procesów, jak: dopływ nowych „porcji”, kiełkowanie i obumieranie nasion. Najwięcej nasion dostaje się do banku przez osypywanie się ich z roślin. Zasoby nasion w glebie nagromadzają się wskutek długotrwałego rozsiewania się ich z chwastów wchodzących w skład **agrofitocenozy**, czyli zespołu organizmów roślinnych danego pola, jak również z nasion transportowanych spoza pola. W warstwie ornej na powierzchni 1 ha może znajdować się od kilkudziesięciu do nawet kilkuset milionów nasion chwastów. Wg Roli (1962) w gospodarstwach zaniedbanych znajdowano aż do 3, 2 miliarda nasion chwastów na 1ha. Rodzaj gleby wpływa modyfikująco na zawartość nasion chwastów. W glebach próchnicznych i żyznych, o dobrym uwilgotnieniu i intensywnym życiu biologicznym nasiona szybciej są dezaktywowane i niszczone przez mikroorganizmy glebowe niż w glebach lekkich. Bardzo zróżnicowane warunki kiełkowania są między innymi powodem tego, że gleby nie można odchwaścić w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego. Wschody chwastów niszczone zabiegami uprawowymi i herbicydami pochodzą, bowiem tylko z niewielkiej części nasion znajdujących się w glebie. Korzystne jest, gdy nasiona kiełkują intensywnie w 1-2

roku po dostaniu się do gleby. Aczkolwiek różne gatunki chwastów zachowują zdolność kiełkowania przez wiele lat, to zapas ich nasion w glebie może się zmniejszać, jeżeli dopływ nowych porcji nasion będzie zatrzymany. Według badań różnych autorów bank nasion może ulec ograniczeniu pod wpływem różnych zabiegów w ponad 90% w okresie 5 lat, gdy nie nastąpi dopływ nowych nasion (Burnside i In. 1986). Teoretycznie, więc sterowanie „bankiem nasion” i ograniczenie zachwaszczenia może wydawać się łatwe, wystarczyłoby w jakiś sposób zahamować ogromny potencjał reprodukcyjny chwastów, chociażby poprzez zabiegi uprawowe. Praktycznie jednak jest to bardzo trudne, gdyż wielu chwastom udaje się przeżyć niezależnie od wykonywanych zabiegów zwalczania.

Zasoby żywotnych nasion chwastów w glebie można podzielić na:

- **aktywne** - są to nasiona znajdujące się na powierzchni gleby i na nieznacznej głębokości (do 10-20 cm), czyli w miejscach korzystnych do kiełkowania (aktywny bank nasion),
- **potencjalne** - są to nasiona znajdujące się w głębszych warstwach gleby - w warunkach mniej korzystnych do kiełkowania, oraz znajdujące się w stanie spoczynku (spoczynkowy bank nasion).

W związku z tym podziałem można **wyróżnić** dwa rodzaje **zachwaszczenia**:

- **zachwaszczenie potencjalne** (glebowe) - suma diaspor chwastów zgromadzonych w warstwie uprawnej roli,
- **zachwaszczenie aktualne** - ogół chwastów występujących w łanie rośliny uprawnej (zwykle mniejsze od potencjalnego).

Uaktywnienie potencjalnego zachwaszczenia na polu uprawnym jest powodowane głównie mechaniczną uprawą roli, w której wyniku żywotne nasiona są wydobywane na powierzchnię, ale może też być skutkiem takich zmian w środowisku, które przerywają okres spoczynku nasion. W uprawie płuźnej, gdzie w zespołach uprawek stosowany jest pełen system mechanicznych zabiegów uprawowych rozpoczynający się głęboką orką przedzimową i następującymi po niej zabiegami doprawiającymi rolę przed siewem lub sadzeniem, nasiona chwastów rozmieszczone są równomiernie w warstwie ornej. Natomiast w uproszczonych systemach uprawy, gdzie pług jest zastąpiony płytko działającymi narzędziami (glebogryzarki, kultywatory, brony talerzowe) i przy siewach bezpośrednich, z pominięciem uprawy przedsewnej, nasiona są blisko powierzchni. Głębsze wprowadzenie nasion do gleby nie sprzyja ich kiełkowaniu. Największym potencjalnym źródłem zachwaszczenia gatunkami rozmnażającymi się z nasion są nasiona znajdujące się w warstwie od 0-5 cm, aczkolwiek wiele gatunków (np. owies głuchy, chwastnica jednostronna, przytulia czepna) może wschodzić z większej głębokości. System uprawy roli zalecany w rolnictwie ekologicznym polegający na głębokim wzruszaniu gleby, bez jej odwracania i płytkim wzruszaniu tylko powierzchniowej warstwy roli sprzyja rozmieszczeniu nasion chwastów tuż przy powierzchni. **Dynamika populacji chwastów**, czyli pojawianie się różnych ich gatunków w czasie sezonu wegetacyjnego oraz ich potencjał reprodukcyjny wiąże się z obecnością w glebie diaspor chwastów, reagujących w różny sposób na zmieniające się czynniki siedliska (wilgotność, temperatura, nawożenie). Jest też powiązana z warunkami wytwarzania nasion, w zależności od rośliny uprawnej, w której określony gatunek chwastu występuje. Na plantacjach roślin słabiej pokrywających glebę np. niektórych roślin warzywnych, czy też w łanach przerzedzonych warunki rozwoju chwastów są lepsze i gdy dopuści się do wytworzenia nasion, można się spodziewać, że potencjalne zachwaszczenie w latach następnych będzie większe. Jeżeli chwasty rosną w dużym zagęszczeniu ukształtowanym przez łan rośliny uprawnej, ogólne zachwaszczenie i liczba tworzonych nasion może być mniejsza. Norris (1996) podaje, że liczba nasion wytworzonych przez jedną roślinę chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli*) wynosiła poniżej 3500 w kukurydzy, a w słabo konkurencyjnym buraku cukrowym ponad 80000. W doświadczeniach przeprowadzonych w Skierniewicach, na plantacjach pomidora słabiej pokrywającego glebę, zachwaszczenie przez żółtlicę drobnokwiatową (*Galinsoga parviflora*) było ponad 2, 5 razy większe niż w buraku ćwikłowym (Dobrzański 1996). **Tak więc wybór rośliny uprawnej i odpowiednie zmianowanie należą do ważnych czynników**

wpływających na wielkość zachwaszczenia. Oprócz banku nasion **źródłem zachwaszczenia** mogą być **sąsiednie pola**, zachwaszczone roślinami o nasionach z puchem kielichowym, dzięki któremu przenoszone są przez **wiatr** na duże odległości. Taki sposób rozprzestrzeniania się chwastów nazywamy **anemochorią**. Do takich chwastów należą starzec zwyczajny, mleczwica zwyczajna i polna, ostrożeń polny, mniszek pospolity, przymiotno kanadyjskie. Niektóre z tych gatunków np. mniszek pospolity i przymiotno kanadyjskie czasami trafiają na pole z miedzą, nieużytków i z położonych w pobliżu słabo odchwaszczanych sadów; ostrożeń polny i mleczwica polna z „zapuszczonych” pól sąsiednich. Obecność tych chwastów może również świadczyć o pewnych zaniedbaniach agrotechnicznych. Nasiona chwastów mogą też dostać się na pole **z wodą (hydratochoria)** używaną do nawadniania, zwłaszcza, gdy pobiera się ją z otwartych zbiorników, rzek i jezior. Nasiona mogą przenosić zwierzęta (**zoochoria**). Może je również przenosić **człowiek (antropochoria)**, najczęściej z materiałem siewnym. Chwasty rozsiewają się też samorzutnie; w wyniku pęknięcia dojrzewających owoców rozrzucają one nasiona (**autochoria**). **Źródłem zachwaszczenia może być obornik**. Nasiona wielu chwastów (np. komosy białej, chwastnicy jednostronnej, gwiazdnicy pospolitej, szarlatu szorstkiego) są odporne na działanie soków trawiennych zwierząt i przechodzą nieuszkodzone przez ich przewód pokarmowy, a niektóre nawet lepiej potem kiełkują. Większe zachwaszczenie pola, obserwowane zwykle po zastosowaniu obornika, może być spowodowane nie tylko wniesieniem do gleby nasion chwastów, ale także poprawą warunków wzrostu i pobudzeniem kiełkowania nasion przez azotany tworzące się w procesie rozkładu obornika. W badaniach stwierdzono, że na polu, gdzie przez 50 lat corocznie stosowano obornik, zachwaszczenie było około dwukrotnie większe niż na polu, na którym stosowano wyłącznie nawozy mineralne (Dobrzański 1999). Dlatego trzeba zwrócić uwagę na przygotowanie, składowanie i przebieg fermentacji obornika. Żywnię zwierzęta paszą zawierającą nasiona chwastów (np. pośladem i innymi odpadkami po czyszczeniu materiału siewnego) należy ją sparzyć lub ześrutować. Po kilkumiesięcznej fermentacji obornika nasiona chwastów tracą w podwyższonej temperaturze zdolność kiełkowania. Korzyści z nawożenia organicznego są oczywiście daleko większe niż straty wynikające ze wzrostu zachwaszczenia. Dlatego w integrowanym systemie zwalczania chwastów z nawożenia tego nie należy rezygnować. Trzeba tylko wiedzieć, że w pierwszym roku po zastosowaniu obornika walka z chwastami może być trudniejsza, bo i one, podobnie jak roślina uprawna, na ten rodzaj nawożenia reagują pozytywnie. Nasiona chwastów mogą dostać się na pole **z ziemią kompostową** (użyta do nawożenia lub produkcji rozsady), jeśli na przymie kompostową będą wyrzucane chwasty z dojrzałymi nasionami. Jest to szczególnie niebezpieczne wówczas, gdy nie ma możliwości dezynfekowania ziemi kompostowej parą lub fumigantami niszczącymi także nasiona chwastów. Użycie do dezynfekcji ziemi fungicydów zwiększa zachwaszczenie, ponieważ zapobiegają one porażeniu siewek, zarówno roślin uprawnych, jak i chwastów, przez choroby grzybowe pochodzenia glebowego. Nasiona chwastów mogą się też znajdować **w przyorywanej słoście zbóż**. Aby zapobiec dostaniu się na pola nasion chwastów wraz **z materiałem siewnym**, wydano specjalne przepisy regulujące dopuszczalne ilości zanieczyszczeń w materiale siewnym przeznaczonym do obrotu handlowego.

Stan i stopień zachwaszczenia zależą od:

- banku nasion chwastów w glebie i czynników wpływających na jego uzupełnianie
- stanowiska w zmianowaniu
- agrobiologicznej charakterystyki przedplonu
- warunków klimatycznych i glebowych

2.2. Podział chwastów i charakterystyka zbiorowisk chwastów segetalnych (polnych)

Znane są różne sposoby klasyfikacji chwastów. Mianowicie: - klasyfikacja botaniczna (taksonomiczna), - klasyfikacja według cyklu życiowego, - klasyfikacja charakteryzująca morfologię i pokrój roślin, - klasyfikacje uwzględniające pochodzenie chwastów, miejsce występowania i uwarunkowania ekologiczne. Chwasty występujące na

polu nazywane **segetalnymi** (z łac. *Sēgēs- zasiew, obsiana rola*) wraz z określoną rośliną uprawną tworzą zbiorowisko roślin charakterystycznych dla danego siedliska, które określamy mianem **agrofiteocenozy**. Można też wyróżnić grupę chwastów **ruderalnych** osiedlających się na różnych miejscach nieużytkowanych rolniczo (miedze, pobocza dróg, miejsca w pobliżu zabudowań i płotów) skąd rozsiewają się na sąsiednie pola uprawne. Niektórzy zaliczają do tej grupy także gatunki rosnące na glebach przez działalność człowieka zmienionych fizycznie (np. przez udeptywanie), lub chemicznie (np. przez przenawożenie). Do chwastów ruderalnych zaliczane są: lulek czarny, krwawnik pospolity, mniszek pospolity, cykoria podróżnik, podbiał pospolity, blekot pospolity, przymiotno kanadyjskie i wiele innych, a niektórzy włączają do tej grupy wiele gatunków powszechnie zachwaszczających pola uprawne, takie jak: perz rozłogowy, jasnotę purpurową, rdest ptasi a nawet komosę białą- praktycznie spotykaną prawie we wszystkich uprawach polowych. Stąd podział na chwasty segetalne i ruderalne jest umowny, obydwie grupy zazębiają się ze sobą i w zasadzie każdy gatunek, który opanuje pole uprawne można nazwać chwastem segetalnym w szerokim znaczeniu tego słowa. Tym bardziej, iż wiele gatunków uznawanych za ruderalne (np. mniszek pospolity, przymiotno kanadyjskie) powszechnie występuje w sadach (Lisek 1998).

2.2.1. Klasyfikacja botaniczna

W większości polskich (Szwejkowska i Szwejkowski 2004) i zagranicznych podręcznikowych (Bridges 1995) opracowań podawana jest tradycyjnie używana klasyfikacja botaniczna wydzielająca klasę roślin jednoliściennych (*Liliopsida*, dawna nazwa *Monocotyledones*) i dwuliściennych (*Magnoliopsida*, dawna nazwa *Dicotyledones*). Zastosowanie metod molekularnego badania roślin pozwoliło na lepsze poznanie filogenezy roślin i zaproponowano inne podziały. Grupę roślin zaliczaną do dawnej klasy *Dicotyledones* podzielono na: *Magnoliopsida*, *Piperopsida*, *Ranunculopsida* i *Rosopsida* (Reveal 2008). Podział ten jest dość trudny i mało zrozumiały dla przeciętnego producenta roślin uprawnych a nawet absolwentów uczelni rolniczych. Stąd ze względu na rozpowszechnienie i prostotę podział na jednoliścienne i dwuliścienne nadal jest stosowany w wielu publikacjach i podręcznikach na temat chwastów (Aldrich 1984, Dobrzański 1999, Woźnica 2008). Chwasty **jednoliścienne** w czasie kiełkowania wytwarzają jeden liścień (koleoptyl). Zalicza się tu m.in.: chwastnicę jednostronną, perz rozłogowy, wiechlinę roczną, miotłę zbożową, włośnicę siną, włośnicę zieloną, palusznik krwawy i owies głuchy. Chwasty **dwuliścienne** wytwarzają w czasie wschodów dwa liścienie. Do tej klasy należy mnóstwo gatunków, np.: komosa biała, gwiazdnica pospolita, szarłat szorstki. Podział ten uwzględnia morfologię oraz pokrój roślin i jest istotny z praktycznego punktu widzenia. Reakcja chwastów na sposób zwalczania zabiegami mechanicznymi i chemicznymi jest bowiem w pewnym stopniu uzależniona od cech anatomicznych i morfologicznych określonego gatunku wynikających z przynależności do określonej klasy botanicznej. Np. chwasty jednoliścienne po wschodach trudniej jest zniszczyć bronowaniem niż chwasty dwuliścienne. W Polsce plantacje warzyw są zachwaszczane głównie chwastami dwuliściennymi. Ich liczbowy udział w strukturze zachwaszczenia przekracza zazwyczaj 50% a niekiedy 70%. Chwastów jednoliściennych jest zwykle mniej, ale też nie należy ich lekceważyć, zwłaszcza perzu i chwastnicy jednostronnej. W grupie gatunków dwuliściennych mieszczą się **chwasty pasożytnicze** - rośliny cudzożywne, które zamiast korzeni mają specjalne narządy zwane ssawkami. Za ich pomocą przyczepiają się do innych roślin samożywnych, głównie uprawnych. Ta grupa chwastów stwarza poważne problemy w Europie południowej. W Polsce, przynajmniej do tej pory mają minimalne znaczenie. Do tej grupy chwastów należy zaraza gałęzista, rozmnażająca się z nasion. Po skiełkowaniu ssawki tego chwastu wrastają do systemu korzeniowego rośliny żywicielskiej. Gatunek ten spotykano sporadycznie na plantacjach pomidora i innych upraw na terenie lubelszczyzny. Na niektórych polach czasem występuje skrzyp polny, należący do roślin zarodnikowych.

2.2.2. Podział chwastów polnych na grupy biologiczne w zależności od długości ich życia i okresów występowania.

Reakcja chwastów na warunki ich życia rozpoczyna się z chwilą kiełkowania nasion. Podstawowe znaczenie mają: temperatura, wilgotność, światło i zawartość powietrza w warstwie gleby, gdzie znajdują się nasiona a także głębokość, na jakiej umieszczone są nasiona w glebie (Kott 1948, Roberts 1982, Vleeshouwers 1997, Grundy i Jones 2002). Pewne znaczenia może mieć też allelopatyczne oddziaływanie ze strony rośliny uprawnej. Kiełkowaniu i wschodom chwastów sprzyjają duże wahania temperatury, gdyż skracają okres spoczynku nasion (Andersen 1968). Zachwaszczenie wczesną wiosną przed rozpoczęciem zabiegów uprawowych poprzedzających siew i sadzenie warzyw, zależy od biologicznych właściwości chwastów, sposobu i terminu przeprowadzonej uprawy w okresie letnio – jesiennym po zbiorze przedplonu, glebowego banku diaspor chwastów, warunków cieplnych i wilgotnościowych w czasie zimy, nawożenia, innych czynników przerywających okres spoczynku nasion i wpływających na wschody chwastów (Roberts 1968, Buchler i in. 1997, Bochenek 2000).

Wiosną zachwaszczenie jest zwykle większe, gdy po cieplej jesieni oraz łagodnej zimie, po ciepłych dniach przychodzą chłodne noce, bez długotrwałych spadków temperatury poniżej 0 °C a także, gdy dni ciepłe są przeplatane chłodnymi w porównaniu z tym, jakie obserwuje się przy wyrównanej temperaturze. Z kolei dłuższe okresy bezśnieżne w połączeniu z mrozami eliminują znaczną część chwastów. Jesienią kiełkowanie i wschody chwastów są pobudzane stopniowo obniżającą się temperaturą. Dla gatunków wschodzących wiosną bodźcem do kiełkowania są niskie temperatury zimą i wzrastająca temperatura wiosną.

Długość życia, powtarzalność kwitnienia i sposób rozmnażania są podstawą do podziału chwastów na grupy biologiczne (Świętochowski i Tołpa 1950, Tymrakiewicz 1959, Dzieżyc 1962, Domańska 1980, Aldrich 1984). Mianowicie można wyróżnić:

- **krótkotrwałe (jednoroczne jare, jednoroczne zimujące, ozime właściwe idwuletnie);**
- **wieloletnie zwane też trwałymi.**

Niektórzy autorzy (Woźnica 2008) grupę gatunków krótkotrwałych dzielą na **wschodzące wczesną wiosną** - rozpoczynające kiełkowanie w temperaturze gleby nieco powyżej 0°C i **wschodzące późną wiosną** – po osiągnięciu przez glebę temperatury 8-10°C. Fisúnov (1984) podaje nieco inny zakres temperatur, mianowicie: 4- 8°C dla wschodzących wcześniej i 10-14°C dla wschodzących późno. Niektóre chwasty krótkotrwałe (np. chaber bławatek, starzec zwyczajny, tasznik pospolity, tobołki polne, pokrzywa żegawka) mogą wytworzyć nasiona zdolne do kiełkowania nawet już po 5 - 7 tygodniach od wschodów.

Gatunki pojawiające się późną wiosną i latem często są składnikiem **zachwaszczenia wtórnego** występującego na plantacjach warzyw po zakończeniu zabiegów mechanicznych lub po zaniku działania zastosowanych herbicydów (Dobrzański i in. 1998). Gatunki krótkotrwałe są roślinami monokarpicznymi, czyli kwitającymi i owocującymi raz w ciągu życia i rozmnażają się tylko generatywnie. Natomiast chwasty wieloletnie są roślinami polikarpicznymi – kwitającymi i owocującymi kilkakrotnie w ciągu cyklu rozwojowego do czasu ich zaniku w agrofloceniezie, np. pod wpływem zabiegów uprawowych lub ich skutecznego zwalczania. Z gatunków częściej występujących w uprawach roślin ogrodniczych do tej grupy należą perz rozłogowy, ostrożeń polny, mleczeń polny, mniszek pospolity, rzepicha leśna, skrzyp polny. Ta grupa chwastów rozmnaża się nie tylko z nasion, ale też wegetatywnie. W jednorocznych uprawach warzyw znajdujących się w dobrej kulturze, gdzie jako zasadę przyjmuje się utrzymywanie pola wolnego od chwastów do zbiorów. Chwasty wieloletnie są z reguły systematycznie usuwane w miarę ich pojawiania się i niemal do zbiorów pozostają w stanie wegetatywnym. Mają więc małą szansę na zakwitnięcie i wyprodukowanie nasion. Ich organy wegetatywnego rozmnażania mogą wielokrotnie zimować pod osłoną gleby i okrywy śnieżnej. Jednak wiele chwastów jednorocznych i wieloletnich, gdy zakwitnie może wyprodukować ogromne ilości nasion (Stevens 1932, Pawłowski 1966, Šerá 2005). Zatem rozmnażanie generatywne jest też

możliwe z nasion znajdujących się w banku diaspor. Właściwości biologiczne chwastów wieloletnich ułatwiają im trwałe wejście w skład agrofitycenozy i gdy opanują pole uprawne są trudne do usunięcia metodami agrotechnicznymi. W uprawach warzyw, roślin okopowych i zbóż największą liczbę gatunków stanowią chwasty jednoroczne. Chwasty krótkotrwałe rozmnażają się z nasion i po ich wydaniu giną. Żyją zazwyczaj od kilku miesięcy do niespełna dwóch lat. W grupie chwastów **jarych** mieszczą się takie gatunki jak: żółtlica drobnokwiatowa i owłosiona, gorczyca polna, komosa biała, szarłat szorstki, pokrzywa żegawka, owies głuchy, włośnica sina i zielona, chwastnica jednostronna, rdesty. W przypadku, kiedy nasiona jednorocznych chwastów jarych skiełkują wiosną lub na początku lata, to wyrosłe z nich rośliny, jeżeli nie są w porę usunięte zabiegami mechanicznymi lub chemicznymi, zakwitną i wytworzą nasiona uzupełniające glebowy bank nasion chwastów.

Na polu uprawnym wystarcza jednorazowe dopuszczenie do wydania nasion i problem z chwastami można mieć przez wiele lat. Evans (2002) stwierdza, że „one year's seeding is 7 years weeding”- wysiew nasion w jednym roku to 7 lat odchwaszczania. Jednoroczne chwasty jare zimują głównie w formie nasion. Jeżeli z jakichkolwiek przyczyn ich wschody pojawią się w drugiej połowie lata czy też jesienią, to nie zdążą pozostawić po sobie potomstwa w tym samym roku. Zazwyczaj bowiem giną w czasie zimy pod wpływem niskich temperatur, lub są zniszczone herbicydami zastosowanymi późną jesienią lub mechanicznymi zabiegami. Wiele powszechnie występujących gatunków ma formy jare i ozime, wschodzące i kwitnące w różnych okresach roku (Markow 1978, Mowszowicz 1975, Roberts 1982), np. tobołki polne, gwiazdnica pospolita, tasznik pospolity, jasnota różowa i purpurowa. Jasnoty kiełkują, kwitną i owocują niemal przez cały rok, przy czym jasnota purpurowa zimuje lepiej i wiosną przeważnie pojawia się wcześniej niż różowa. Niektóre chwasty występują, zależnie od pory kiełkowania, w formie jarej - wtedy dojrzewają przed zimą, bądź w postaci ozimej - dobrze znoszącej zimę. Jeżeli wzejdą późno, to zimują w fazie rozetki, a niektóre mogą zimować w fazie kwitnienia (np. starzec zwyczajny, tobołki polne). Gatunki **zimujące** i **ozime** podczas wschodów jesienią tworzą rozetki liściowe i w takiej formie zimują, po czym wiosną wyrastają w pędy nasienne (np. chaber bławatek, fiołek polny, tasznik pospolity, tobołki polne, jasnota różowa i purpurowa, gwiazdnica pospolita, maruna bezwonna nadmorska, rumianek pospolity, rumian polny, przytulia czepna, starzec zwyczajny, przetacznik perski). Niektóre gatunki mają formy jare i ozime, wschodzące i kwitnące w różnych okresach roku w zależności od tego, kiedy skiełkowały nasiona i po przezimowaniu - jeżeli pozwoli się im dalej rosnać - wypuszczają wydłużone pędy, kwitną i wydają nasiona. Jednoroczne chwasty zimujące różnią się od jarych tym, że jeśli ich nasiona wykiełkują w drugiej połowie lata lub jesienią, to wyrosłe z tych nasion rośliny nie kończą rozwoju w tym samym okresie wegetacyjnym, lecz przezimują pod śniegiem w stanie zielonym, niezależnie od tego, w jakiej fazie wzrostu zastała je zima. W następnym roku po przezimowaniu kończą swój rozwój i nieusunięte w porę rozsiewają się. Jeżeli nasiona ich wykiełkują wiosną lub na początku lata - to kończą swój rozwój w tym samym okresie wegetacyjnym. Typowym zimującym chwastem jednorocznym jest tasznik. Zimujących chwastów jednorocznych jest dużo, przy czym w obrębie jednego gatunku można spotkać zarówno formę jara jak i ozimą. W takich formach można spotkać bodziszek drobny, blekot pospolity, gwiazdnicę pospolitą, bratek polny, chaber bławatek, iglicę pospolitą, tobołki polne, orzędkę groniastą, kurzyślak polny, jasnotę purpurową i różową, marunę bezwonną, rumian polny, rumianek pospolity i bezpromieniowy, przetaczniki, przytulię czepną, stulichę psią. Niektóre gatunki zaliczane do grupy typowych chwastów jarych takie jak pokrzywa żegawka i wilczomlecz obrotny (Tymrakiewicz 1959, Mowszowicz 1975), które ostrych zim z reguły nie przetrzymują w ostatnich latach można spotkać po łagodnych zimach wkrótce po zejściu okrywy śnieżnej. Gatunki te mogą rozpoczynać kiełkowanie w niskiej temperaturze, a więc w końcu zimy i na przedwiośniu. Gdy po zejściu śniegu nastąpi szybkie ocieplenie chwasty te wschodzą, natychmiast zaczynają szybko rosnać, i do czasu, kiedy wilgotność gleby umożliwi wejście na pole z narzędziami przygotowującymi rolę do siewu mogą wytworzyć kilka liści właściwych, co stwarza wrażenie, że chwasty te przezimowały w fazie wegetatywnej. Gatunki te w zaawansowanych fazach wzrostu spotykano też wczesną wiosną w uprawie cebuli ozimej, przed rozpoczęciem wiosennych uprawek pielęgnacyjnych

(obserwacje własne). Ponadto w niektórych latach obniżona temperatura wczesną jesienią i późniejsze ocieplenie może spowodować kiełkowanie chwastów na przełomie listopada i grudnia już po orce przedzimowej a czasami chwasty są „oszukane” przez pogodę i ich wschody można zaobserwować przez cały grudzień i dwie pierwsze dekady stycznia (Paradowski 2007). **Chwasty dwuletnie** wymagają dwóch pełnych okresów wegetacyjnych do pełnego rozwoju. W pierwszym roku po wschodach, podobnie jak ozime właściwe, tworzą rozetkę liści odziomkowych. Następnie po przejściu zimą procesu wernalizacji (jaryzacji) w drugim roku wybijają w pędy nasienne. Według Markowa (1978) chwasty te są podobne w rozwoju do warzyw korzeniowych (burak, marchew) i trudno jest przeprowadzić wyraźną granicę pomiędzy gatunkami ozimymi i dwuletnimi. Do gatunków dwuletnich zaliczana jest dzika marchew, dzikie formy pasternaku zwyczajnego, blekot pospolity, bniec biały. Gatunki te mają marginalne znaczenie w zbiorowiskach segetalnych. Występują one przeważnie na poboczach pól, naturalnych miedzach i innych miejscach ruderalnych. Niektóre chwasty występują w formie rocznej jarej lub dwuletniej np. sporadycznie spotykany w uprawach warzyw lulek czarny (Mowszowicz 1975). Wiele gatunków (np. komosa biała, gorczyca polna, tobołki polne, fiołek polny, iglica pospolita, przetacznik perski, rdesty) charakteryzuje się szerokim „**optimum ekologicznym**”, tzn. mogą się pojawiać w różnych okresach, niezależnie od pogody pomimo tego, że ich szczyt występowania przypada wiosną, od kwietnia do maja (Putnam i Roberts 1982). Jeżeli koniec listopada i grudzień jest ciepły to wiele gatunków, nawet wschodzących głównie wiosną, okres ten rozpoznaje jako początek wiosny i zaczyna wschodzić (Paradowski 2007). Gdy bezśnieżna i mroźna zima zostanie je w fazie wschodów i małych słabo ukorzenionych siewek, to duża część chwastów zginie.

Lisek (1998) **chwasty spotykane w sadach**, w zależności od terminu ich kiełkowania, dzieli na:

- **gatunki rozwijające się przez większą część roku z wyjątkiem mroźnych miesięcy zimowych:** - wiechlina roczna, jasnota purpurowa i różowa, starzec zwyczajny, gwiazdnica pospolita, tasznik pospolity, fiołek polny;
- **gatunki kiełkujące od wiosny do jesieni:** - przymiotno kanadyjskie, bodziszek drobny, tobołki polne, rzodkiew świrzepa;
- **gatunki, których siewki pojawiają się przede wszystkim na wiosnę:** - przetaczniki, np. przetacznik perski, mlecz zwyczajny, rdest powojowaty, rdest plamisty (także w ciągu lata), rdest ptasi (późna wiosna), sałata kompasowa (rzadko jesienią), wilczomlecz obrotowy (sporadycznie do jesieni);
- **gatunki wybitnie ciepłolubne, których kiełkowanie przypada na późną wiosnę lub lato:** - chwasty prosowate (chwastnica jednostronna, włośnica zielona i sina, palusznik krwawy), żółtlica drobnokwiatowa, szarłat szorstki, pokrzywa żegawka, psianka czarna, łoboda rozłożysta;
- **gatunki kiełkujące jesienią lub wiosną:** - rumianowate, przytulia czepna, iglica pospolita, niezapominajka polna (sporadycznie lato).

Ten prosty podział uwzględnia dynamikę pojawiania się chwastów w różnych okresach sezonu wegetacyjnego. Jest on podobny do podziału przedstawionego przez Putnam'a i Roberts'a (1982) i Börner'a (1995). Jest też skorelowany z poniżej opisanym podziałem chwastów na grupy w zależności od temperatury niezbędnej do kiełkowania nasion według Lauer'a (1953).

2.2.3. Podział chwastów na grupy w zależności od temperatury gleby niezbędnej do kiełkowania nasion

Wschody chwastów są wynikiem zainicjowania procesu kiełkowania nasion uzależnionego przede wszystkim od temperatury. Na ogół proces ten przebiega w szerokim zakresie optymalnej temperatury, jednak po osiągnięciu pewnego minimum lub maksimum procent skiełkowanych nasion może obniżyć się do zera, przy czym zależność ta ma charakter liniowy (Vleeshouwers 1997). Minimalne temperatury kiełkowania wielu gatunków chwastów takich jak fiołek polny, tasznik pospolity, gwiazdnica pospolita to 2-4°C i są niższe od minimalnej temperatury kiełkowania niektórych roślin uprawnych (np. marchew 4-5°C).

Dlatego wiosną zazwyczaj chwasty pojawiają się na powierzchni pola przed wschodami warzyw a nawet przed ich siewem lub sadzeniem. Jesienią zaś można zaobserwować wschody niektórych gatunków (np. rdestu ptasiego, tasznika pospolitego, tobołków polnych, gwiazdnicy pospolitej) nawet po późno wykonanej orce przedzimowej. Minimalna temperatura może być modyfikowana przez wiele różnych czynników środowiska. Chwasty wschodzące latem i jesienią, takie jak: gwiazdnica pospolita, fiołek polny, jasnota różowa, starzec zwyczajny, wiechlina roczna mogą przetrzymać. Do bardzo odpornych na mróz zaliczane są tobołki polne, rumian polny, maruna bezwonna, przytulia czepna, aczkolwiek zdarza się, że niektóre rośliny wymienionych gatunków częściowo wymarzają. Dobrze rozwinięte rośliny starca zwyczajnego, wysokości około 10–15 cm, na ogół łatwiej przemarzają niż mniejsze. Starcowi mogą towarzyszyć chwasty rumianowate, chaber bławatek, tobołki polne, mlecz zwyczajny. Chwasty, które przetrzymują w cebuli z siewu letniego na przetrzymywanie lub w cebuli uprawianej z dymki sadzonej jesienią mogą być odporniejsze na nalistne działanie herbicydów stosowanych wiosną, są zahartowane bowiem przez niskie temperatury. Są też morfologicznie zmienione, a więc różnią się wyglądem w porównaniu do roślin, które wschodzą wiosną. Pomimo tego, że na plantacji zarośniętej chwastami może lepiej się utrzymywać śnieg, to cebula ozima rosnąca w nieusuniętych jesienią chwastach gorzej zimuje. Oprócz typowo ciepłolubnych gatunków takich jak żółtlica drobnokwiatowa i owłosiona, szarłat szorstki i tępolistny, które nawet jeśli wzejdą bardzo późno po zbiorach i zakończeniu zabiegów, wymarzają już po pierwszych przymrozkach, zimy nie przetrzymują gatunki spotykane głównie w formie jarej np. gorczyca polna, rzodkiew świrzepa, komosa biała, poziwnik szorstki, dymnica pospolita, rdesty. Większość tych gatunków rozpoczyna kiełkowanie bardzo wczesną wiosną, a niektóre w temperaturze poniżej 5°C. Wczesną wiosną może pojawić się przytulia czepna i blekot pospolity. Można też spotkać gatunki rzadko występujące na plantacjach warzyw np. miotłę zbożową i stulicę psią.

Zakres temperatur, w jakich poszczególne gatunki mogą kiełkować jest szeroki.

Według Lauer'a (1953) na podstawie zależności kiełkowania nasion od temperatury gleby chwasty można podzielić na następujące grupy:

- gatunki kiełkujące w niskiej temperaturze (minimum 2-7°C; optimum 12-13°C; maksimum 20-25°C): np. dymnica pospolita, przytulia czepna, przetacznik bluszczowy;
- gatunki o takich samych temperaturach minimalnych i optymalnych jak grupa 1, ale wyższym maksimum (30-35°C): mak polny, gorczyca polna, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, kurzyślak polny, rdestówka powojowata, bodziszek drobny, niezapominajka polna, żółtlica drobnokwiatowa;
- gatunki o szerokim zakresie temperatur kiełkowania (optimum 13-30 °C): tasznik pospolity, rzodkiew świrzepa, sporek polny, komosa biała, łoboda rozłożysta, bodziszek porozcinany, wilczomlecz ogrodowy, wilczomlecz obrotowy, przetacznik perski, przetacznik polny, rumian polny, maruna bezwonna, wiechlina roczna, miotła zbożowa;
- gatunki o szerokim zakresie temperatur kiełkowania, lecz o wyższym w porównaniu z grupą 3. optimum (25-40°C): np. tobołki polne, czerwiec roczny, rdest kolankowy, pokrzywa żegawka, jasnota purpurowa, krwawnik pospolity, bylica pospolita, starzec zwyczajny, mlecz kolczasty, włośnica zielona;
- gatunki wymagające wysokich temperatur kiełkowania; temperatury maksymalne i optymalne są takie jak dla roślin z grupy 4, lecz minimum wynosi około 20 °C : np. pszonak drobnokwiatowy, komosa sina, komosa wielonasienna, rdest plamisty, bielun dziedzierzawa, szarota błotna, chwastnica jednostronna, palusznik krwawy;
- □ gatunki kiełkujące niezależne od temperatury. Są to zazwyczaj takie, których nasiona wysiewane są razem z nasionami rośliny uprawnej i nie wykazują opóźnienia w kiełkowaniu: np. wyka drobnokwiatowa, powój polny.

Proces kiełkowania nasion jest uzależniony nie tylko od temperatury, lecz jest wynikiem współdziałania wielu różnych czynników środowiska wpływających na wschody chwastów.

Stąd podział ten może mieć charakter orientacyjny i dyskusyjny, zwłaszcza, że nie dla wszystkich chwastów zakres temperatury niezbędnej do kiełkowania jest precyzyjnie określony. Nie można też wykluczyć, że w obrębie niektórych gatunków są biotypy wykazujące zróżnicowaną reakcję na warunki termiczne. Stąd można spotkać rozbieżności między danymi przedstawianymi przez różnych autorów; np. Fisûnov (1984) podaje, że minimalna temperatura kiełkowania chwastnicy jednostronnej wynosi 4 - 6°C, a Afonin i in (2008) 10°C, co jest bardziej prawdopodobne. Jest to bowiem gatunek ciepłolubny (Lauer 1953) wymagający do kiełkowania stosunkowo wysokiej temperatury. Obraz pola uprawnego na skutek różnych wymagań co do temperatury kiełkowania ulega zmianie w czasie okresu wegetacyjnego. Temperatura jest ważnym czynnikiem wpływającym na dynamikę zmian w populacji chwastów. Skład florystyczny i stopień zachwaszczenia (liczba gatunków) w uprawach tej samej rośliny może się różnić w latach. Zależy on bowiem od wymagania nasion poszczególnych gatunków chwastów, co do warunków termicznych i wilgotnościowych sprzyjających kiełkowaniu, a te mogą się bardzo różnić w kolejnych latach.

2.2.4. Charakterystyka zbiorowisk chwastów

Skład florystyczny zbiorowiska chwastów, ich liczba i częstotliwość występowania, stosunki ilościowe pomiędzy gatunkami są zależne od warunków siedliska takich jak: - rodzaj gleby, - jej wilgotność i zasobność w składniki pokarmowe, - poziom i sposób nawożenia, - odczyn, - warunki termiczne, - sposób uprawy roli, - gatunki uprawianych roślin i wiele innych. Można wyróżnić różne grupy ekologiczne chwastów (np. chwasty gleb gliniastych, piaszczystych, wilgotnych, suchych, kwaśnych, wapiennych, chwasty azotolubne). Nieco inne są składy florystyczne zbiorowisk pól, na których uprawiane są rośliny rolnicze, warzywa czy sady. Kształtowanie się zbiorowiska chwastów w zależności od warunków siedliska i poszczególnych grup upraw jest podane w opracowaniach książkowych i innych publikacjach: rośliny rolnicze (Tymrakiewicz 1959, Domańska 1980, Woźnica 2008), warzywne (Dobrzański 1999, 2007), sady i krzewy jagodowe (Lisek 1998, 2007). Liczne **gatunki chwastów przystosowane są swoim cyklem rozwojowym do rośliny uprawnej, w której występują**. Przejawia się to tym, że po każdorazowym usunięciu chwastów mechanicznymi zabiegami w międzyrzędziach czy też ręcznym pieleniem, te same gatunki pojawiają się znowu po kilku dniach. Tak jest między innymi z żółtlicą drobnokwiatową, komosą białą, pokrzywą żegawką, tasznikiem pospolitym. W wyniku stosowania herbicydów i zabiegów agrotechnicznych, niszczenie jednych gatunków może powodować rozrastanie się innych, odpornych na zastosowane środki czy zabiegi. Kiełkowanie nasion chwastów w glebie suchej jest gorsze i można się spodziewać, że liczba chwastów na polu w warunkach suszy lub w latach o mniejszej ilości opadów będzie mniejsza niż przy dobrym uwilgotnieniu (Dobrzański 1994). Na polu może jednak występować wiele różnych gatunków o zróżnicowanych wymaganiach wodnych i może się zdarzyć, że ogólna liczba chwastów będzie podobna, niezależnie od poziomu wilgotności, a nawet w warunkach suszy może być większa. W strukturze zachwaszczenia wzrasta wtedy udział gatunków bardziej wytrzymałych na suszę. Jakich gatunków chwastów można się spodziewać w większym nasileniu w latach o małej ilości opadów i w stanowiskach suchych? Prognozowanie takie jest trudne, bo chwasty bardzo dobrze przystosowują się do różnych warunków środowiska. Typowe chwasty stanowisk suchych rzadko występują na plantacjach warzyw, chociażby dlatego, że pod ich uprawę wybiera się z reguły gleby lepsze, o większej pojemności wodnej. Chwasty preferujące stanowiska wilgotne (np. gwiazdnica pospolita, pokrzywa żegawka, rdest plamisty) będą występowały w większych ilościach na glebach wilgotnych i nawadnianych. Większość gatunków dostosowana jest do zróżnicowanej wilgotności. Ta grupa chwastów stanowi największe zagrożenie. W jej obrębie istnieje duże zróżnicowanie, tym bardziej, że pojawienie się niektórych gatunków zależy od przebiegu temperatury. Przy długotrwałej suszy dominuje przeważnie komosa biała. Masowo mogą też występować tasznik pospolity, tobołki polne, jasnota różowa. Zazwyczaj przeważająca w uprawie warzyw żółtlica drobnokwiatowa, pomimo że jest to chwast ciepłolubny i zaliczany do gatunków występujących zarówno na glebach suchych, jak i wilgotnych, gdy susza się przedłuża, pojawia się w ilości nieznacznej. Katastrofalna susza nie sprzyja występowaniu

tego chwastu. Chwastnica jednostronna, gatunek również wymagający dużo ciepła, w okresie suszy też rośnie słabo, pomimo że latem towarzyszą suszy przeważnie wysokie temperatury, odpowiadające wymaganiom termicznym tego gatunku. Szarłat szorstki natomiast stanowi zagrożenie zarówno przy dużym, jak i średnim poziomie wilgotności. Wiele gatunków chwastów częściej spotykanych w uprawach warzyw charakteryzuje **duża tolerancja na odczyn gleby**. Roślin warzywne uprawiane są zazwyczaj na glebach o odczynie zbliżonym do obojętnego, co również „odpowiada” powszechnie występującym w tych uprawach chwastom. Żółtlica drobnokwiatowa rośnie i rozwija się przy pH w zakresie 5 - 7. Podobnie zachowuje się chwastnica jednostronna, której optymalny rozwój przebiega przy pH, około 6, 5, ale może ona rosnąć w szerokich granicach pH - od 4 do 8. Z chwastów rumianowatych warzywa i inne uprawy częściej zachwaszcza maruna bezwonna, lepiej rosnąca na glebach o odczynie zbliżonym do obojętnego, a rzadziej rumian polny i rumianek pospolity, które wprawdzie mogą występować na glebach o różnym odczynie, ale preferują gleby kwaśne, zwłaszcza rumian polny. Takie warunki sprzyjają też krzywoszyjowi polnemu spotykanemu w marchwi uprawianej na bardzo lekkich glebach a także rzodkwi świrzepie. Do gatunków "chętniej" rosnących na glebach o odczynie zbliżonym do obojętnego i zasobnych w wapń zaliczane są między innymi: chaber bławatek, gorczyca polna, wilczomlec obrotny, dymnica pospolita, blekot pospolity, iglica pospolita, jasnota różowa, ostrożeń polny, przetacznik perski, poziewnik szorstki, rzepicha leśna, owies głuchy. Chwastami wskazującymi na bardzo duże zakwaszenie i niedobór wapnia w glebie są czerwiec roczny i sporek polny. Gdy gatunki te pojawiają się, to gleby lżejsze, piaszczyste i słabo próchniczne, z reguły nie nadają się do uprawy warzyw. Na takich glebach, aby uprawiać warzywa konieczne jest częste wapnowanie i nawożenie organiczne oraz nawadnianie. Skrzyp polny może rosnąć na wszystkich rodzajach gleb, ale szczególnie na glebach piaszczystych i gliniastych. Często występuje „placowo” – w miejscach zagłębień terenu i tam gdzie uszkodzony jest system melioracyjny (np. zatkałe lub przerwane drenaże). Jego rozwojowi sprzyja nadmierna wilgotność gleby. Panuje utarty pogląd, że częściej jest spotykany na glebach raczej bezwapiennych, zakwaszonych, o niskim poziomie pH. Takie warunki na pewno są korzystniejsze dla tego chwastu. Wykazuje on jednak dużą tolerancją na odczyn gleby, często bowiem występuje na plantacjach warzyw prawidłowo nawożonych i wapnowanych. Na glebach kwaśnych lub o kwasowości na dolnej granicy dopuszczalnej dla roślin uprawnych, rosną one słabiej i gorzej radzą sobie z konkurencją chwastów. Stąd jednym z elementów integrowanej ochrony przed chwastami jest doprowadzenie gleby do odczynu odpowiedniego dla uprawianych roślin. **Zasobność gleby w składniki pokarmowe też mogą wpływać na zachwaszczenie**. Zbiorowiska chwastów wyraźnie reagują na zasobność gleby w azot. Natomiast ich reakcja na inne makroskładniki (fosfor i potas) nie jest dokładnie rozpoznana, aczkolwiek niektórzy badacze twierdzą, że jest mała i nie ma większego znaczenia. Do gatunków nitrofilnych (azotolubnych) częściej pojawiających się i lepiej rosnących na glebach zasobnych w azot należy większość chwastów najczęściej spotykanych na plantacjach warzyw. Są to między innymi: komosa biała, gwiazdnica pospolita, tasznik pospolity, rdest powojowy i plamisty, pokrzywa żegawka, gorczyca polna, chwastnica jednostronna, dymnica pospolita, szczyr roczny, mlecz zwyczajny, starzec zwyczajny, wilczomlec obrotny, psianka czarna, rzepicha leśna, stulicha psia. Wiele pospolitych gatunków chwastów występuje nawet w warunkach dla nich mniej korzystnych. Np. komosa biała, czy też żółtlica drobnokwiatowa w siedliskach o niskiej zawartości azotu występują nielicznie w postaci mizerych i szybko tworzących kwiatostany roślinek. Nawożenie organiczne, zwłaszcza obornikiem i kompostem nawet po kilkumiesięcznej fermentacji, może powodować zwiększenie w strukturze zachwaszczenia udziału gatunków nitrofilnych (np. gwiazdnica pospolita, szarłat szorstki, komosa biała, rdest plamisty, starzec zwyczajny, wilczomlec obrotny). Większe zachwaszczenie pola, obserwowane zwykle po zastosowaniu obornika, może być spowodowane nie tylko wniesieniem do gleby nasion chwastów, ale także poprawą warunków wzrostu i pobudzeniem kiełkowania nasion przez azotany tworzące się w procesie rozkładu obornika. Korzyści z nawożenia organicznego są oczywiście daleko większe niż straty wynikające ze wzrostu zachwaszczenia. Dlatego w integrowanym systemie zwalczania chwastów z nawożenia tego nie należy rezygnować.

Pojawianie się poszczególnych gatunków może też zależeć od **zmianowania i sposobu uprawy**. W typowych gospodarstwach warzywniczych, gdzie warzywa uprawiane są często w zmianowaniu, zbiorowiska chwastów są bardzo zubożałe, czasem ich skład ogranicza się zaledwie do kilku **gatunków dominujących**, które przeważają ilościowo w danym zbiorowisku. Ponieważ, poszczególne gatunki chwastów różnią się między sobą optymalnymi warunkami niezbędnymi dla ich wzrostu i wymagają do kiełkowania odmiennych warunków wilgotnościowych i cieplnych, z zasobu nasion w glebie pól nawet obsianych tą samą rośliną uprawną, mogą przy różnym przebiegu pogody wschodzić i dalej rosnać różne gatunki. Dlatego liczebność i skład gatunkowy w uprawie jednej i tej samej rośliny może być w różnych latach niejednakowy. Zjawisko dominacji pewnych gatunków nie jest cechą stałą charakterystyczną dla danego pola, lecz ulega zmianie pod wpływem zabiegów zwalczania chwastów, uprawy roli i innych czynności agrotechnicznych. Zwalczanie chwastów jest głównie skoncentrowane na gatunkach dominujących w określonym czasie i miejscu. W wyniku ich zniszczenia lub stworzenia warunków dla nich niekorzystnych, ich miejsce zwykle wypełniają inne gatunki, które stają się dominującymi. Jest to tzw. **kompensacja chwastów**, która może być wywoływana przez różne sposoby ich zwalczania i zabiegi agrotechniczne. Pewne różnice w stanie i stopniu zachwaszczenia zaznaczają się w zależności od **terminu siewu** poszczególnych roślin uprawnych. W roślinach wczesnego siewu (np. w grochu), kiedy wiosną jest mało czasu na zniszczenie chwastów zabiegami uprawowymi poprzedzającymi siew, zachwaszczenie pierwotne (w początkowym okresie wegetacji) może być większe niż w uprawach gatunków sianych później (np. fasoli), kiedy jest dużo czasu na przygotowanie pola pod zasiew. Nie można jednak wykluczyć odwrotnej sytuacji. W warunkach sprzyjających pojawianiu się chwastów, jakie często panują w połowie maja (ciepło, wilgotno), zachwaszczenie roślin późnego siewu może być większe, zwłaszcza, gdy w strukturze zachwaszczenia gatunki ciepłolubne (np. żółtlica drobnokwiatowa, chwastnica jednostronna) mają duży udział. Liczba gatunków i ich występowanie w poszczególnych uprawach zależy od **właściwości gleby**. Na glebach lżejszych i piaszczystych jest ona zazwyczaj mniejsza niż na glebach próchnicznych i żyzniejszych. **Stopień zachwaszczenia poszczególnymi gatunkami chwastów może być uzależniony od uprawianej rośliny**. Wrażliwa na niedobór światła żółtlica drobnokwiatowa słabiej rośnie i zazwyczaj jest jej mniej w uprawach lepiej zacieniających powierzchnię roli (np. burak ćwikłowy) niż w roślinach uprawianych w szerokiej rozstawie rzędów (np. pomidor).

Można wyróżnić zachwaszczenie **początkowe**, zwane też **pierwotnym**, i **zachwaszczenie wtórne**.

Zachwaszczenie pierwotne - to stan i stopień zachwaszczenia w początkowym okresie wegetacji, zazwyczaj do pierwszego lub drugiego ręcznego pielenia albo mechanicznego odchwaszczania międzyrzędzi, albo też do powschodowego stosowania herbicydów.

Zachwaszczenie wtórne - to zachwaszczenie występujące w drugiej połowie okresu wegetacji, po ostatnim możliwym do wykonania mechanicznym spulchnianiu międzyrzędzi i ich zakryciu przez liście rośliny uprawnej, lub po zaniku działania wcześniej zastosowanych herbicydów. Pojęciem tym określa się też zachwaszczenie występujące w końcu okresu wegetacji uprawianych roślin – tuż przed zbiorem. **Najgroźniejsze i powodujące największe straty jest zachwaszczenie pierwotne**. Strategia ochrony przed chwastami polega przede wszystkim na jak najwcześniejszym likwidowaniu siewek chwastów tworzących zachwaszczenie pierwotne i nie oczekiwaniu aż chwasty masowo się "wysypią" i rozrosną. Późno wschodzące chwasty mogą mieć już minimalny wpływ na plon.

Przestrzenne rozmieszczenie poszczególnych gatunków chwastów na polu jest zróżnicowane. Gatunki różnią się między sobą "towarzystwością". Na każdym polu można spotkać pojedyncze chwasty rosnące w pewnej odległości od siebie lub płyty roślinności tworzącej mniejsze lub większe skupienia a nawet miejsca bez chwastów. Gromadne występowanie chwastów powiązane jest z ich cechami biologicznymi i warunkami ekologicznymi. Tak z natury występują chwasty wieloletnie, rozmnażające się z rozłogów i kłączy, szczególnie gdy opanowują nowy obszar wcześniej nimi niezachwaszczony,

aczkolwiek w warunkach sprzyjających ich silnemu rozrastaniu się, też mogą opanować równomiernie całe pole. Skrzyp polny, w stanowiskach, gdzie jest słabo zwalczany może opanować całą powierzchnię pola, chociaż przeważnie występuje placowo. Podobnie zachowują się inne wieloletnie chwasty (ostrożeń polny, rdest ziemnowodny, podbiał pospolity). Gatunki krótkotrwałe, np. komosa biała, tasznik pospolity, żółtlica drobnokwiatowa, szarłat szorstki i wiele innych typowych chwastów dla warzyw i roślin rolniczych może występować równomiernie, w większych zgrupowaniach lub w postaci niewielkich skupień rozproszonych na całej powierzchni pola. Zgrupowanie może składać się z jednego lub z kilku gatunków tworzących duże pląty. Niektóre np. wilczomlecz obrotny, krzywoszyj polny charakteryzują się małą towarzyskością i częściej występują pojedynczo. Inne zaś, np. wiechlina roczna i rumianek bezpromieniowy są częściej spotykane w pobliżu miedz i poboczy, gdzie rola bywa zbita, gorzej doprawiona. Podobnie mogą się zachowywać mniej typowe dla warzyw, np. bylica pospolita, przymiotno kanadyjskie, wierzbownica gruczołowata, lulek czarny i gatunki przenikające na pole uprawne z zaniedbanych sadów i terenów ruderalnych. W miejscach udeptanych i silniej przesuszonych tuż przy miedzach może pojawiać się krwawnik oraz babka lancetowata i średnia, a na glebach wilgotniejszych babka zwyczajna i mniszek pospolity. Gatunki te nigdy nie zachwaszczają całej powierzchni, bo są to typowe **gatunki ruderalne** - charakterystyczne dla miedz i miejsc nieuprawianych. Także śláz zaniedbany i bodziszek drobny częściej rosną bliżej brzegów pola. Na obrzeżach pól jest spotykana dzika marchew zwyczajna. Nie ma ona znaczenia na polu uprawnym, ale przy uprawie marchwi jadalnej na nasiona istnieje niebezpieczeństwo przekrzyżowania z dziką marchwią, dlatego tę ostatnią trzeba niszczyć w miejscach jej występowania. Rzepicha leśna w stanowiskach wilgotnych, może zachwaszczać równomiernie całe pole, ale przeważnie liczniej występuje na obrzeżach. Podobnie zachowuje się rdest ptasi. Chwast ten na glebie zbitej przejazdami kół ciągnika i udeptanej, źle uprawionej może nawet silnie się rozrastać, lecz tworzy bardzo drobne liście o zabarwieniu szarawozielonym. Natomiast na polu dobrze uprawionym i nawiezionym tworzy liście większe i lepiej wybarwione, o intensywnej zieleni. Na przestrzenne rozmieszczenie chwastów wpływa też sposób uprawy. W roślinach uprawianych na redlinach (np. marchew, pietruszka, pasternak, ziemniak) zachwaszczenie może być różne na poszczególnych płaszczyznach redlin. Na górnej płaszczyźnie redlin utrzymuje się nieco wyższa temperatura gleby, niż na dnie redlin, zwłaszcza w okresie od wschodów do zakrycia międzyrzędzi przez roślinę uprawną. Wiąże się to między innymi z większym zacienieniem bruzdy przez roślinę uprawną i chwasty. Sposób uprawy decyduje też o wilgotności gleby w strefie korzeniowej roślin i może modyfikować ich wzrost oraz powodować zmiany w populacji chwastów. Zwykle na dnie redlin gleba jest wilgotniejsza niż na bokach i górnej płaszczyźnie redlin, co odpowiada wymaganiom wielu gatunków chwastów. W badaniach przeprowadzonych w marchwi, zaobserwowano, że chwastnica jednostronna, tobołki polne, jasnota różowa, żółtlica drobnokwiatowa, tasznik pospolity, pokrzywa żegawka, starzec zwyczajny, gorczyca polna, rdest powojowy i plamisty najsilniej rosną na dnie redliny. Wyjątkiem była komosa biała, najlepiej pokrywająca górną płaszczyznę redlin. Płaszczyzna ta, w porównaniu do bocznych i dna redlin, była najslabiej zasiedlana przez takie gatunki jak: żółtlica drobnokwiatowa, pokrzywa żegawka i rdest powojowy. W bruzdzie, u podstawy redlin, znajdują lepsze warunki wzrostu gwiazdnica pospolita i szarota błotna. Gatunki te rzadko rosną na górnych płaszczyznach redlin. Zaobserwowano, że iglica pospolita spotykana częściej na lekkich i piaszczystych glebach ulegających okresowemu przesuszeniu częściej pojawia się na górnych płaszczyznach redlin nawet w warunkach nawadniania. Większe zachwaszczenie na dnie bruzdy wynika z bogatszego banku nasion w tej części profilu redliny. Różnice w przestrzennym rozmieszczeniu chwastów mogą być wykorzystywane w precyzyjnym stosowaniu herbicydów, a także innych sposobów zwalczania, które można ograniczać tylko do tych miejsc na polu gdzie chwasty występują.

2.2.5. Biologiczne właściwości chwastów, oraz ich wpływ na sposób zwalczania i technologię uprawy roślin.

Od biologicznych właściwości chwastów jest uzależnione wiele elementów uprawy roślin takich jak: zmianowanie, norma wysiewu i zagęszczenie ładu oraz sposób zwalczania chwastów. Na ten temat można znaleźć informacje w publikacji Adamczewskiego i Dobrzańskiego (2008). Zostaną też szerzej opisane w ekspertyzie: „**Nie chemiczne metody zwalczania chwastów – stan obecny i perspektywy**”.

3. Konkurencja chwastów i ich szkodliwość w stosunku do roślin uprawnych

3.1. Konkurencja

Rośliny uprawne i chwasty, konkurują ze sobą o wszystkie czynniki środowiska. Konkurencję dzielimy na:

konkurencję wewnątrzgatunkową (intraspecyficzną), między roślinami należącymi do jednego gatunku, może także dotyczyć rośliny uprawnej. Jest wówczas kontrolowana przez rolnika, który ustala optymalne zagęszczenie roślin w łanie, stosując normę wysiewu zapewniającą uzyskanie wysokiego plonu dobrej jakości.

konkurencję międzygatunkową (interspecyficzną), między roślinami uprawnymi a chwastami, pociągającą za sobą skutki negatywne. Chwasty niezwalczane zajęłyby większą część przestrzeni przeznaczoną dla roślin uprawnych, wskutek czego niektóre gatunki (np. pietruszka, cebula) zostałyby całkowicie zagłuszone.

Chwast, który jako pierwszy opanuje siedlisko, ogranicza występowanie innych gatunków, w tym uprawianej rośliny. W każdym systemie uprawy (ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym) regulowanie zachwaszczenia powinno polegać na stwarzaniu takich warunków, aby uprawiana roślina uzyskiwała przewagę w konkurencji z chwastami. Nie jest to łatwe, bo wiele gatunków słabo z nimi konkuruje, przy czym poszczególne gatunki, a nawet odmiany roślin uprawnych, mogą się różnić tą zdolnością.

3.2. Szkodliwość chwastów

Obecność chwastów w uprawach roślin jest bezpośrednią **przyczyną wzrostu kosztów produkcji**. Ujemnymi skutkami zachwaszczenia są: - obniżka i pogorszenie jakości plonu oraz opóźnienie zbioru. Jest to wynik konkurencji o składniki pokarmowe, wodę, światło i miejsce. **Straty w plonie zależą od gatunków chwastów** rosnących na danym polu. Największym zagrożeniem są gatunki silnie rozrastające się i zajmujące dużo miejsca lub korzeniące się głęboko. Straty są większe, gdy plantacja jest silnie zachwaszczona komosą białą, szarłatem szorstkim, chwastnicą jednostronną czy rzodkwią świrzepą niż, gdy występuje fiołek polny, jasnota różowa czy iglica pospolita. Szczególnie duże straty powodują chwasty wieloletnie, zwłaszcza perz; obniżenie plonu warzyw powodowane przez perz może przekraczać 30-40%, a plonu roślin bardzo wrażliwych (np. cebuli) nawet więcej. Pod warzywa przeznaczają się pola o glebie zasobnej próchnicę, i stosuje się wysoki poziom nawożenia. Sprzyja to występowaniu chwastów azotolubnych, silnie się rozrastających i pobierających z gleby dużą ilość składników pokarmowych.

Ilość składników pokarmowych pobranych przez chwasty jest zbliżona do tej, jakiej potrzebują jaka potrzebują niektóre rośliny uprawne, a czasem większa. Ogromny wpływ na szkodliwość chwastów ma ich umiejscowienie. Chwasty rosnące w samych rzędach roślin lub tuż przy nich są bardziej szkodliwe niż w międzyrzędziach, zwłaszcza szerokich, jak np. na plantacji pomidora. Chwasty pobierają z gleby duże ilości wody i lepiej ją wykorzystują niż rośliny warzywne (tworzą więcej suchej masy na każdą jednostkę zużytej wody), a w okresach suszy stanowią szczególne zagrożenie, zwłaszcza dla gatunków o dużych wymaganiach wodnych. Gleba bez chwastów, wyparowuje znacznie mniej wody niż pokryta zbędną roślinnością. System korzeniowy większości roślin jednorocznych roślin uprawnych ma ograniczone możliwości pobierania wody z gleby, ze względu na małą siłę ssącą korzeni, która nie przekracza zwykle 1-1,2 MPa. Badań nad siłą ssącą korzeni chwastów nikt chyba nie prowadził. Obserwując jednak zachowanie się chwastów w warunkach suszy, gdy polowa pojemność wodna spada poniżej 50%, można przypuszczać, że korzenie wielu z nich mają większą siłę ssącą niż korzenie roślin uprawnych. Daje to chwastom pewną

przewagę w konkurowaniu o wodę. Na temat konkurencyjności chwastów w stosunku do roślin uprawnych w warunkach niedoboru wody w glebie jest niewiele informacji. Ogólnie tylko wiadomo z praktyki, że w okresach suszy chwasty stanowią dla warzyw szczególne zagrożenie, zwłaszcza dla gatunków o dużych wymaganiach wodnych. Potwierdza to jedno z doświadczeń przeprowadzonych w Skierniewicach, które pokazało, że dopuszczenie do osiągnięcia przez chwasty wysokości około 20 cm i pozostawienie ich mniej więcej przez dwa tygodnie podczas suszy na przełomie czerwca i lipca spowodowało całkowite zaschnięcie około 40% roślin selera uprawianego z rozsady. Jeśli po wilgotnej wiosnie, sprzyjającej kiełkowaniu i wschodom chwastów, następuje okres suszy, to szkodliwy wpływ chwastów na rośliny uprawne jest zazwyczaj większy, gdyż głęboko korzeniące się chwasty łatwiej sobie radzą w warunkach niedoboru wody niż rośliny warzywne. W intensywnej produkcji, gdzie stosuje się wysoki poziom nawożenia i deszczowanie, konkurencja o składniki pokarmowe i wodę nie jest tak groźna dla roślin (choć pozostaje problem nieoszczędnego ich zużycia). **Najszkodliwsza jest konkurencja roślin o światło i miejsce.** Konkurencja o składniki pokarmowe i miejsce polega nie tylko na tym, że chwasty zasłaniają glebę częściami nadziemnymi, ale także przerastają ją korzeniami. Na przykład korzenie chwastnicy jednostronnej sięgają na głębokość 30-50 cm, a ostrożeń polnego i powoju polnego nawet ponad 100 cm. Natomiast 80 - 90% masy korzeni większości roślin warzywnych mieści się w 20-30 centymetrowej warstwie gleby. Korzenie chwastów oplatają system korzeniowy roślin, wskutek czego w czasie ręcznego pielenia ulega on uszkodzeniu, a część roślin bywa wyrwana, co zdarza się na plantacji cebuli silnie zachwaszczonej chwastnicą jednostronną. Rozłogi perzu, gdy spotkają na swej drodze bulwy ziemniaka lub korzeń główny innych roślin, przerastają je na wylot, co obniża jakość produktu, a przez powstałą ranę mogą wnikać do rośliny organizmy chorobotwórcze. Na plantacji silnie zachwaszczonej intensywność światła na wysokości roślin może ulec zmniejszeniu o ponad 80%, co osłabia fotosyntezę, ogranicza wytwarzanie cukrów, witamin i innych substancji odżywczych. Na skutek zacielenia przez chwasty rośliny są słabe, wiotkie i wybiegnięte. Gdy np. zaraz po wschodach ogórka dopuścimy do silnego zachwaszczenia, wówczas siewki, zamiast tworzyć liście właściwe, będą nadmiernie wydłużały część podliścieniową. Jeśli w takiej sytuacji usuniemy chwasty w upalny, słoneczny dzień, to wydelikaczone siewki zwiędną albo nawet zginą. W wyniku zacielenia gleby przez chwasty i intensywnej ich transpiracji obniża się temp. gleby o 1-4°C, **co osłabia procesy mikrobiologiczne, a to z kolei opóźnia** rozkład substancji organicznej i plonowanie, zwłaszcza warzyw ciepłolubnych. Chwasty występujące w końcu okresu wegetacji **utrudniają zmechanizowanie zbioru.** Na przykład szpinaku na zachwaszczonej plantacji nie powinno się zbierać mechanicznie, bo trudno potem oddzielić liście chwastów od liści szpinaku, gdy jest on przygotowany do mrożenia. Wyrastające ponad łan fasoli szparagowej chwasty utrudniają jej zbiór kombajnem, a następnie w przetwórni komplikują przygotowywanie do zamrażania. Maszyny do zbioru na zachwaszczonym polu pracują mniej efektywnie, częściej się psują i zużywają więcej energii. Zbiór ręczny na zachwaszczonych polach też nie jest łatwy, ponieważ niektóre chwasty mają właściwości parzące i mogą powodować uczulenia. **Niektóre chwasty są roślinami żywicielskimi grzybów chorobotwórczych i szkodników roślin uprawnych oraz uczestniczą w ich rozprzestrzenianiu się.** Na silnie zachwaszczonych plantacjach panuje zwykle większa wilgotność powietrza, wskutek czego tkanki roślin są delikatniejsze i wrażliwsze na zakażenie patogenami powodującymi choroby (np. cebuli przez mączniaka rzekomego, owoców truskawki przez szarą pleśń). **Chwasty utrudniają dokładne opryskiwanie uprawianych roślin środkami ochrony roślin i nawozami dolistnymi** - krople cieczy użytkowej zatrzymują się na ich liściach. **Dlatego jednym z elementów integrowanej ochrony przed chorobami i szkodnikami jest likwidacja chwastów.**

Szkodliwy wpływ chwastów na rośliny uprawne może być związany także ze zjawiskiem się **allelopatii** (z gr. allelo- wzajemny, pathos- szkodzić, cierpieć). Polega ona na wydzielaniu przez system korzeniowy danego gatunku substancji chemicznych, których celem jest wyeliminowanie innych gatunków. Substancje biologicznie aktywne, tzw. allelopatyny, wydzielane do gleby przez pewne gatunki roślin lub tworzące się w wyniku

rozkładu tych roślin, działają niekorzystnie na inne gatunki (Stupnicka- Rodzynekiewicz 1970, Putnam 1985, Oleszek 1996 i wielu innych autorów). Przykładem rośliny szczególnie znanej z silnego efektu allelopatycznego jest perz właściwy. Substancje wytwarzane przez ten chwast działają nawet po jego usunięciu, a dla roślin uprawnych toksyczne są także substancje powstające podczas rozkładu martwych fragmentów perzu. Stwierdzono też, że substancje wydzielające się podczas rozkładu roślin lulka czarnego, psianki czarnej, przymiotna kanadyjskiego, komosy białej, gorczycy polnej, chwastnicy jednostronnej, żółticy drobnokwiatowej, mniszka pospolitego, tobołków polnych, skrzypu polnego, gwiazdnicy pospolitej, perzu i wielu innych chwastów mogą hamować kiełkowanie nasion. Allelopatia w przypadku niektórych roślin (np. warzywnych) nie jest jeszcze na tyle poznana, aby można było dokładnie określić jej szkodliwy skutek. Można jednak przypuszczać, że przy masowym występowaniu jakiegoś gatunku chwastu jego wydzieliny korzeniowe działają ujemnie na inne rośliny. Istnieje przypuszczenie, że działające allelopatycznie substancje wydzielane przez chwasty mogą współdziałać z niektórymi patogenami glebowymi powodującymi choroby grzybowe (fuzariozy). Tak więc pod wpływem chwastów może wzrosnąć porażenie roślin uprawnych przez te choroby. Nie można też wykluczyć allelopatycznego oddziaływania niektórych roślin uprawnych na chwasty (Oleszek 1994, 1996; Jezierska - Domaradzka 2007). Wydzieliny korzeniowe żyta działają hamująco na wzrost gwiazdnicy pospolitej i gorczycy polnej. Praktyczne znaczenie tego zjawiska, jak dotychczas, jest niewielkie i trudno je wykorzystać w ochronie przed chwastami. Jednak w warzywach uprawianych po dobrze odchwaszczonych zbożach zwykle jest mniej chwastów, co można tłumaczyć między innymi allelopatią. Pewien wpływ na ograniczenie zachwaszczenia mają też gorczyca biała, gryka, słonecznik. Praktyczne wykorzystanie allelopatycznych właściwości roślin uprawnych do ograniczania zachwaszczenia obecnie jest wykorzystywane do ich uprawy w zmianowaniu w plonie głównym, jako międzyplony, z przeznaczeniem na przyoranie (nawozy zielone) lub jako rośliny okrywowe. **W uprawach sadowniczych** (wg Liska 1998) **chwasty** są szczególnie zagrożeniem, jeśli ich intensywny rozwój przypada na okres, kiedy dostęp do pokarmów decyduje o właściwym wzroście i plonowaniu roślin, np. w czasie intensywnego wzrostu zawiązków i młodych owoców. Zróżnicowany termin pojawiania się i rozwoju chwastów sprawia, że są one obecne w nasadzeniach w różnych porach roku, czyniąc tym samym znaczną część nawozów wprowadzanych do gleby, niedostępną dla roślin uprawnych. Chwasty tworzą naturalną osłonę dla gryzoni (w wilgotne lata także ślimaków). Chwasty pokrywając glebę stanowią schronienie dla gryzoni, które niszczą system korzeniowy. Ślimaki żerują na dojrzewających truskawkach oraz ogryzają owoce znajdujące się w skrzynkach (jabłka, gruszki). W sadzie zachwaszczonym jest zwiększone **zagrożenie przymrozkami w okresie kwitnienia**. Wysoko rosnące chwasty, tworząc zwarty łąn, podnoszą warstwę zimnego powietrza w strefę niżej położonych gałęzi z kwiatami. Prowadzi to do przemarzania kwiatów, i wpływa na plonowanie intensywnych, młodych sadów. **Konkurencja w dostępie do światła jest szczególnie groźna** dla nowo sadzonych truskawek i krzewów. W odróżnieniu od chorób czy szkodników, chwasty nie powodują widocznych uszkodzeń owoców lub liści roślin uprawnych. Jednak silne zachwaszczenie może prowadzić do osłabienia rozwoju i plonowania drzew i krzewów. W przypadku mechanicznego zbioru bujnie rosnące chwasty, głównie powój polny, a rzadziej przytulica czepna i różne gatunki wyki, oplątując krzewy, przeszkadzają we właściwym rozdzieleniu pędów roślin uprawnych, utrudniają lub wręcz uniemożliwiają sprawne otrząsanie owoców przez kombajn. **Allelopatyczna aktywność chemiczna chwastów**, w przypadku drzew i krzewów, nie zawsze widoczna na zewnątrz, niekiedy prowadzi do wydatnego osłabienia ich wzrostu.

Zagrożenia dla wszystkich roślin uprawnych ze strony chwastów, mają charakter kompleksowy.

4. Pozytywne aspekty zachwaszczenia i czy chwasty są potrzebne w agroekosystemie

W rolnictwie ekologicznym chwasty nazywane są „roślinami towarzyszącymi” gatunkom stanowiącym przedmiot uprawy i przyjmuje się, że obecność chwastów w uprawach upodabnia je do naturalnych siedlisk a straty plonu powodowane niewielką obecnością chwastów (poniżej progu szkodliwości) mogą być tolerowane. Można więc postawić pytanie

- czy chwasty w ekologicznej uprawie roślin są potrzebne?

Chwasty mogą czasami spełniać pożyteczną funkcję na polach (Hochół 2003, Miklaszewska i Adamczewski 2004):

- niektóre posiadają właściwości lecznicze (cenny dodatek do paszy na pastwiskach),
- ochraniają wierzchnią warstwę gleby przed zaskorupieniem i erozją,
- zatrzymują składniki pokarmowe w glebie, - stwarzają korzystne warunki dla rozwoju organizmów pożytecznych,
- mogą przez działanie allelopatyczne stymulować wzrost roślin uprawnych,
- uczestniczą w tworzeniu mikroklimatu,
- mogą być wykorzystywane do sporządzania kompostów lub gnojówek roślinnych, szczególnie zalecanych w uprawach ekologicznych.

Są też bazą pokarmową i przywabiają pasożyty i drapieżce ograniczające zagrożenie szkodnikami. Badania wskazują, że najważniejsze szkodniki w większym nasileniu występują w uprawach roślin stanowiących monokulturę bez chwastów. W takich warunkach występowanie niektórych chorób przenoszonych przez szkodniki może być większe. Na chwastach obok szkodników występują owady pożyteczne. Zachwaszczenie wpływa na liczebność owadów zarówno niepożądanych - szkodników roślin jak i pożytecznych (drapieżce i pasożyty szkodników) wspomagających naturalną walkę ze szkodnikami (Boczek 1984, Pobożniak 2007), a więc przy pewnej ilości chwastów agrocenoza jest bogatsza i może być bardziej stabilna. Obecność chwastów w agrocenozie wpływa na różnorodność gatunkową innych organizmów - zarówno pożytecznych jak i szkodliwych. Gdyby chwasty nie powodowały strat w plonach, można by je traktować jako "dobrego i niezbędnego sąsiada" uprawianych roślin. Zwalczanie chwastów oraz stwarzanie warunków ograniczających ich rozmnażanie się i formowanie nasion jest korzystne dla roślin uprawnych, ale z drugiej strony nie można wykluczyć ujemnego wpływu likwidacji chwastów na funkcjonowanie ekosystemu, zakłócone bowiem mogą być procesy glebowe i zależności pokarmowe pomiędzy roślinami, mikroflorą i fauną (Gerowitt i in. 2003, Marshall i in. 2003, Miklaszewska i Adamczewski 2004). Dla podtrzymywania bioróżnorodności i zachowania gatunków można spotkać się z propozycjami trudnymi do zaakceptowania, takimi jak podsiewanie chwastów i używanie do siewu gorzej doczyszczonych nasion oraz pozostawienie na polu pewnej ilości niezniszczonych chwastów. Można to uznać za uzasadnione w przypadku gatunków szczególnie zagrożonych wyginięciem w rejonach ich występowania. Nasuwa się więc pytanie: co jest celem uprawy roślin, czy produkcja gospodarczo wartościowych roślin czy zawsze towarzyszących im chwastów? Można zalecać pozostawianie na obrzeżach pola pasów, na których nie zwalczają się chwastów. Na dużych plantacjach wskazane jest, aby szerokość poszczególnych pól nie przekraczała 100 m, a szerokość pasów rozdzielających pola wynosiła 1 m. Pasy te stanowią rezerwuariat organizmów pożytecznych a rozmnażające się na nich chwasty uzupełniają "bank nasion" w glebie, co pozwala na podtrzymywanie bioróżnorodności. Dzięki temu możliwe jest zachowanie naturalnego stanu roślinności i rozmnażania się organizmów pożytecznych. Jest to korzystne z punktu widzenia ochrony środowiska i może mieć większe znaczenie, gdy rośliny uprawiane są na dużych obszarach. Tylko jak to pogodzić z faktem, że na obrzeżach i nieopryskiwanych pasach rośnie wiele gatunków segetalnych, których nasiona się rozsiewają i zachwaszczają uprawy. Specjaliści od rolnictwa ekologicznego zajmujący się zwalczaniem chorób (Robak 2004) i szkodników (Szwejdka 2004) twierdzą, że walka z chwastami jest podstawowym zabiegiem agrotechnicznym ograniczającym zagrożenie organizmami szkodliwymi. Jak więc z tym pogodzić pozostawianie części niezniszczonych chwastów na polu a nawet ich utrzymywanie na pasach? Rola chwastów w rozprzestrzenianiu się i utrzymywaniu na polu chorób też nie

jest bez znaczenia, np. patogen kiły kapusty występuje na większości chwastów kapustowatych. Na te pytania specjaliści od "ekologii" nie dają jasnej odpowiedzi, a jednoznaczne rozstrzygnięcie - "czy chwasty są przyjaciółmi, czy wrogami" nie wydaje się być możliwe. Spotkany jest pogląd, że obecność chwastów w łanie rośliny uprawnej jest korzystna dlatego, że zmusza rolnika do częstszych uprawek mechanicznych. Zwolennicy takiego poglądu twierdzą, że niszcząc chwasty mechanicznie poprawiamy stosunki powietrzne i wodne w glebie, aktywizujemy działanie mikroorganizmów glebowych, ułatwiamy pobieranie składników pokarmowych, niszczymy skorupę glebową, udostępniamy tlen korzeniom roślin. Jednak można równie dobrze twierdzić, że konieczność częstego mechanicznego usuwania chwastów jest szkodliwa, gdyż nadmiernie przyspiesza degradację, erozję i mineralizację gleby, pogarsza stosunki powietrzno-wodne, powodując niekorzystne przesuszenie gleby itp., a na dodatek zwiększa koszty produkcji. Zagadnienia obejmujące rolę chwastów w agrofitycenozie, skutki wynikające z ich zwalczania są szerzej opisane w innych publikacjach (Dobrzański 2007, Dobrzański i Adamczewski 2009). Można przyjąć założenie, że chwastów nie należy całkowicie eliminować z pól uprawnych i z ich otoczenia, ale ich występowanie nie powinno być przyczyną obniżki plonów (Duer 1996). W gospodarstwach ekologicznych w pierwszych kilku latach po przejściu z uprawy konwencjonalnej na ekologiczną stan zachwaszczenia może być podobny. Jednak z czasem bioróżnorodność gatunkowa powinna ulec zmianie, mianowicie należy spodziewać się, że liczba gatunków zwiększy się i pojawią się gatunki obecnie rzadziej spotykane w uprawach warzyw (np. orzędka groniasta, kurzyślad polny, portulaka warzywna) lub częściej spotykane w zbożach (np. chaber bławatek). Takie zjawisko bezpośrednio będzie niekorzystne dla producenta roślin uprawnych ponoszącego straty z powodu obecności chwastów, ale poprawi bioróżnorodność.

5. Podsumowanie

Wszelkie działania agrotechniczne i chemiczne na polu uprawnym i w sadzie zmierzające do minimalizowania negatywnych skutków wynikających z obecności chwastów powinny być prowadzone w sposób zrównoważony. Zapobiegając ujemnym skutkom powodowanym przez chwasty, należy brać pod uwagę nie tylko straty plonu i względy ekonomiczne wynikające z systematycznie wzrastających kosztów odchwaszczania, lecz także aspekty ekologiczne i zachowanie bioróżnorodności środowiska. Powinno się podejmować działania, aby do minimum ograniczyć ujemny wpływ antropogenicznej presji na środowisko. Temu celowi służy między innymi stosowanie integracji różnych metod regulowania zachwaszczenia, rozwijanie i propagowanie nowych technicznych sposobów usuwania chwastów oraz upowszechnianie i stosowanie zasad wynikających z kodeksu dobrej praktyki rolniczej. Dobra praktyka rolnicza stanowi podstawę integrowanej produkcji, która ma za zadanie między innymi przyczyniać się do zachowania i rozszerzania różnorodności agroekosystemów. W opracowaniu tym zwrócono uwagę tylko na niektóre biologiczne i agrotechniczne aspekty regulowania zachwaszczenia. Ich znajomość może być pomocna w opracowywaniu strategii minimalizującej negatywny wpływ chwastów towarzyszących roślinom uprawnym w każdych warunkach.

6. Literatura

- Adamczewski K., Dobrzański A. 1997. Regulowanie zachwaszczenia w integrowanych programach uprawy roślin. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 37(1):58-65.
- Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. W: Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych. IOR Poznań: 221-240.
- Afonin A. N.; S L. Greene; N. I. Dzyubenko A. N. Frolov (eds.). 2008. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[Online]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>

- Aldrich R.J. 1984. Weed crop - ecology. Brenton Publishers, a Division of Wadsworth Inc. California. Przekład polski 1995: Ekologia chwastów w roślinach uprawnych. Towarzystwo Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Opole (przekład i adaptacja: Połcik B., Adamczewski K.).
- Andersen R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purpose. Weed Science Society of America. Urbana, Illinois.
- Beveridge L. E., Naylor R. 1999. Options for organic weed control-what farmers do. Proceedings 1999, Brighton Conference- Weeds: 939-944.
- Bhowmik P.C. 1997. Weed biology: importance to weed management. Weed Science, 45: 349-356.
- Boczek J. 1984. Rozstawa roślin, zachwaszczenie i współrzędna uprawa, a porażenie roślin przez szkodliwe owady. Wiad. Entomol. T. 5, nr 1-2:17-24.
- Bochenek A. 2000. Wpływ czynników biotycznych i zabiegów uprawowych na glebowy bank nasion chwastów. Post. Nauk Roln. 2:19-29.
- Börner H. 1995. Unkrautbekämpfung. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- Bridges D. C. 1995. Ecology of weeds. W: Handbook of weed management systems. (ed. A.E. Smith). Marcel Dekker Inc. New York.:19-34.
- Buchler D. B., Hartzler R.G., Forcella F. 1997. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. Weed Science, 45: 329-336.
- Burnside O. C., Moomaw R.S., Roeth F. W., Wicks G. A, Wilson R.G. 1986. Weed seed demise in soil in weed-free corn (*Zea mays*) production across Nebraska. Weed Science 34: 248-251.
- Christoffoleti P. J. Caetano R.S.X.. 1998. Soil seed banks. Sci. Agric. 1998, 55: 74-78.
- Dobrzański A. 1994. Wpływ niektórych czynników środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem wilgotności, na zachwaszczenie upraw warzyw. XVII Krajowa Konferencja "Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych". ART. Olsztyn:117-124.
- Dobrzański A. 1996: *Galinsoga parviflora* Cav. w uprawie warzyw i jej zwalczanie. Zesz. Nauk. Akad. Tech.-Rol. w Bydgoszczy nr 196 - Rolnictwo 38: 137-143.
- Dobrzański A. 1999. Ochrona warzyw przed chwastami. Wyd. II. PWR i L, Warszawa.
- Dobrzański A. 2007. Wpływ regulowania zachwaszczenia roślin ogrodniczych na różnorodność biologiczną. Zesz. Nauk. Wydz. Ogrodniczego, Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna w Skierniewicach. 7: 61-75
- Dobrzański A, Adamczewski K. 2009. Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofitycenozy Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 49 (1) – w druku.
- Dobrzański A., Anyszka Z., Pałczyński J. 1998. Niektóre aspekty wtórnego zachwaszczenia w uprawie warzyw. W: Zachwaszczenie wtórne roślin okopowych i ściernisk: XXI Krajowa Konferencja Naukowa z cyklu "Rejonizacja chwastów segetalnych w Polsce" Wrocław 1997 - Puławy: Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa: 89-101.
- Domańska H. 1980. Chwasty i ich zwalczanie. Wyd. III. PWRiL, Warszawa.
- Duer I. 1996. Zachwaszczenie i sposoby jego ograniczania w rolnictwie integrowanym. IUNG, Puławy
- Dzieżyc J. 1962. Zwalczanie chwastów. PWRiL, Warszawa.
- Ennis W. B. 1977. Integration of weed control technologies. s.227-242. W: Integrated control of weeds. University of Tokyo Press (eds. Fryer J.D, Matsunaka S.).

- Evans C. L. 2002. The war of weeds in the Praire West. An Environmental History. University of Calgary Press, Calgary, Canada.
- Fisûnov A. V. 1984. Spravochnik po bořbe sornâkami. Izd."Kolos", Moskwa.
- Gerowitt B., Bertke E., Hespelt S.K, Tute C. 2003. Toward a multifunctional agriculture – weeds as ecological goods ? Weed Research, 43: 227-235.
- Grundy A. C., Jones N.E. 2002. What is the seed bank s.39-62.W: Weed management handbook (ed.Naylor E.L) .Blackwell Science Ltd.
- Hochół T. 2003. Chwasty czy rośliny towarzyszące uprawom. Pamiętnik Puławski. 134:90-96.
- Jezierska – Domaradzka A. 2007. Allelopatyczny potencjał roślin jako możliwość ograniczania zachwaszczenia upraw rolniczych. Studia i Raporty IUNG- PIB, z. 8:23-28.
- Kott S. A. 1948. Sornye rastenija i borba s nimi. Izd."Kolos", Moskwa.
- Lauer E. 1953. Über die Keimtemperatur von Ackerunkräutern und deren Einfluß auf die Zusammensetzung von Unkrautgesellschaften. - Flora 140: 551-595.
- Aldrich R. J. 1984. Weed crop - ecology. Brenton Publishers, a Division of Wadsworth Inc. California. Przekład polski 1995: Ekologia chwastów w roślinach uprawnych. Towarzystwo Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Opole (przekład i adaptacja: Połcik B., Adamczewski K.).
- Lisek J. 1998. Chwasty i ich zwalczanie w sadach i jagodnikach. Hprtpress Sp.z o.o. Warszawa
- Lisek J. 2007. Skład gatunkowy zbiorowisk segetalnych w uprawa sadowniczych zależności od sposobu regulowania zachwaszczenia. Ogólnopolska Konferencja Ochrony Roślin Sadowniczych. Skierniewice 6-7 lutego 2007. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa: 46-50.
- Markow M. 1978. Agrofitocenologia nauka o zbiorowiskach roślinnych. PWRiL. Warszawa.
- Marshall E.J.P., Brown V.K, Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within the crop fields. Weed Research, 43:77-89.
- Miklaszewska K., Adamczewski K. 2004. Czy chwasty są dobrem ekologicznym?. Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin 44(1): 241-247.
- Mowszowicz J. 1975. Krajowe chwasty polne i ogrodowe. PWRiL. Warszawa.
- Norris R. F. 1996. Weed population dynamics: seed production. Second International Weed Control Congress, vol.I: 15-20.
- Oleszek W. 1994. Brassicaceae jako rośliny alternatywne umożliwiające kontrolę zachwaszczenia w rolnictwie zachowawczym. Fragmenta Agronomica (XI) 4(44):6-19.
- Oleszek W. 1996. Allelopatia –rys historyczny, definicje, nazewnictwo. W: Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Mat. Konferencyjne IUNG Puławy:5-15.
- Paradowski A. 2007. Zwalczanie chwastów po nietypowej zimie. Ochrona Roślin, 2: 14 i16
- Pawłowski F. 1966. Płodność, wysokość i krzewienie się niektórych gatunków chwastów w łańcach roślin uprawnych na glebie lessowej. Annales UMC, Sec.E., 21:197-189.
- Poboźniak M. 2007. Effect weedy background on occurrence and effectiveness of Aphidophagus syrphid larvae in reduction of black bean aphid (*Aphis fabae* Scop.) Veg. Crops Res. Bull., 67:103-116.
- Putnam A. R .1985. Weed physiology. v. I, Reproduction and ecophysiology. (ed. Duke S.O.) CRC press, Boca Raton Fl.

- Putnam A. R., Roberts H. A. 1982. Weed control handbook: principles. 7th edition BCPC. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Reveal J. L. 2008. Classification of extant Vascular Plants Families - an expanded family scheme.
[http://plantssystematics.org/revel/pbio/fam/vascplfam.html\(en\).plantsystematics.org,208](http://plantssystematics.org/revel/pbio/fam/vascplfam.html(en).plantsystematics.org,208).
- Robak J. 2004. Ochrona roślin przed chorobami.. W: Ekologiczne metody uprawy warzyw (Praca zbiorowa). Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego- Regionalne Centrum Doradztwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu: 105-109.
- Roberts H. A. 1968. The changing population of viable weed seeds in arable soil. Weed Research, 8:253-256.
- Roberts H. A. 1982. Weed control handbook: principles. 7th edition BCPC. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Rola J. 1962. Badania nad dynamiką zbiorowisk chwastów segetalnych w płodozmianie. Roczn. Nauk Roln. s. A, t. 85, z. 4: 515 -553.
- Stevens O. A. 1932. The number and weight of seeds produced by weeds. American J. Botany. 19:784-794.
- Stupnicka- Rodzynkiewicz E. 1970. Zjawisko allelopatii między niektórymi roślinami i chwastami. Acta Agria et Silvestra. vol. X/2: 75-106.
- Świętochowski B., Tołpa S. 1950. Chwasty. PWRiL. Warszawa.
- Šerá B. 2005. Diaspores-potential or real power of wild plants? Life cycle. Ekologia (Bratislava). vol.24, Supplement 1: 7-27.
- Szwejdą J. 2004. Ochrona roślin przed szkodnikami. W: Ekologiczne metody uprawy warzyw (Praca zbiorowa). Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego- Regionalne Centrum Doradztwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu: 109-121.
- Szwejkowska A., Szwejkowski J. 2004. Botanika, t.2. Systematyka. PWN, Warszawa.
- Tymrakiewicz W. 1959. Atlas Chwastów. PIWR Warszawa.
- Van Acker R. C. 2009. Weed biology serves practical weed management. Weed Research. 49: 492-502.
- Wehsarg O. 1961. Chwasty polne. PWRiL, Warszawa.
- Vleeshouwers L. M. 1997. Modeling weeds emergence patterns. PhD thesis, Wageningen University
- Woźnica Z. 2008. Herbologia- podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. PWRiL, Poznań.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Rozwój potencjału innowacyjnego członków Sieci Naukowej „Agroinżynieria dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego i obszarów wiejskich”

Nr umowy: **UDA-POKL.04.02.00-00-014/08-00** z dn. 16.10.2008